

Jahresbericht

—

2021

# Vorwort

---

## Liebe Leserinnen und Leser,

Dies ist ein besonderes Vorwort. Zumindest ist es für mich etwas Besonderes, denn es ist das zehnte, das ich für einen Jahresbericht des Fraunhofer INT schreiben darf. Deshalb beginnt es auch so, wie das erste begonnen hat.

Typischerweise nimmt man ja solche markanten Daten zum Anlass, ein wenig Rückschau zu halten, die wichtigsten Ereignisse herauszugreifen und vor allem die Erfolge Revue passieren zu lassen.

Da gäbe es durchaus einiges zu erwähnen: das Institut hat sehr erfolgreich zwei Strategiezyklen durchlaufen und dabei eine große Umstrukturierung hinter sich gebracht; zwei Abteilungen wurden aufgelöst und zu einer neuen fusioniert, neue Geschäftsfelder wurden gegründet.

Das Bundeswehr-Geschäft wurde ausgeweitet und neue Kooperationen im Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) sowie den nachgeordneten Dienststellen konnten gewonnen werden. Das zivile Geschäft wurde auf eine breitere Basis gestellt; es zeigt solides, kontinuierliches Wachstum. Mit der Geschäftsstelle der Fraunhofer-Allianz Space wurde der Grundstein für ein eigenes Geschäftsfeld gelegt, und die Erweiterung zum Leitmarkt Luft- und Raumfahrtwirtschaft eröffnet die Chance, das Fraunhofer INT als den bevorzugten Ansprechpartner in Sachen Raumfahrt bei Fraunhofer zu etablieren. Zahlreiche Kooperationen mit Hochschulen wurden vereinbart, der Lehrstuhl an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen ist fester Bestandteil des Instituts geworden und nicht zuletzt hält das Fraunhofer INT inzwischen fünf(!) Professuren.

Alles in allem also eine gute Bilanz, würdig im zehnten Vorwort entsprechend schillernd dargestellt zu werden. Und offensichtlich so stabil, dass selbst das Pandemie-Geschehen keine wirtschaftlichen Einbrüche verursachen konnte.

Also: alles in bester Ordnung, weiter so? Wohl kaum. In der Nacht des 14. Juli 2021 hat das zugeschlagen, was ich im Vorwort des vergangenen Jahres noch mit dem gehörigen Abstand wissenschaftlicher Objektivität als Wild Card bezeichnet habe: ein zwar denkbares, aber im höchsten Maße unwahrscheinliches Ereignis, das ungeahnte Auswirkungen haben kann.

Eine Flutkatastrophe bislang nicht gekanntes Ausmaßes hat den Kreis und die Stadt Euskirchen getroffen, großflächige Verwüstungen angerichtet und Menschenleben gefordert. Auch das Fraunhofer INT ist betroffen: die komplette Infrastruktur überflutet; der Keller und die Erdgeschoss sämtlicher Gebäude durch Wasser und Schlamm nicht mehr benutzbar und ein großer Teil der experimentellen Ausrüstung unbrauchbar geworden. Am Morgen des 15. Juli fand sich das Fraunhofer INT mitten in einem Krisengebiet wieder, ohne Elektrizität, Telekommunikation, Internet und selbst ohne die grundlegende Versorgung mit den einfachsten Dingen. Etliche Mitarbeitende haben auch persönlich Schaden erlitten.

Das große Glück im Unglück: es waren weder ernste Verletzungen noch Todesfälle bei den Mitarbeitenden und ihren Familien zu beklagen.

Innerhalb weniger Minuten, in denen Wasser und Schlamm ihr zerstörerisches Werk verrichtet haben, wurde das Fraunhofer INT zu einem Reallabor für das, was ich ebenfalls im Vorwort des Jahresberichts von 2020 als die Fähigkeit eines Systems, nach einer Krise mit Notlaufeigenschaften weiter zu funktionieren und möglichst schnell wieder in den Normalbetrieb zurückzufinden, beschrieben habe – nichtsahnend, dass auch wir diese Fähigkeit bald benötigen würden.



Und unmittelbar waren wir vor die Frage gestellt, wie man ein Forschungsinstitut mit den oben beschriebenen Zerstörungen dazu bringt, in kurzer Zeit wieder exzellente Forschungsergebnisse zu erzielen? Oder anders formuliert: wie resilient ist das Fraunhofer INT?

Aller guten Dinge sind drei, sagt das Sprichwort, und das stimmt auch in diesem Fall. Erstens braucht man hochmotivierte Mitarbeitende, die absolut solidarisch mit ihrem Institut sind, Laborkittel und Bleistift mit Arbeitshandschuhen und Gummistiefeln austauschen und ohne zu zögern wochenlang Schlamm schippen, kaputte Möbel schleppen, auf Knien Kabelkanäle putzen, ...

Zweitens ein Netzwerk aus verlässlichen Kolleg\*innen und Freund\*innen, die einem Unterschlupf gewähren, Arbeitskräfte und Gerätschaften zur Verfügung stellen, eine Sammlung für die Geschädigten organisieren, beim Wiederaufbau in allen Belangen behilflich sind, ...

Und drittens auch eine gehörige Portion Glück, z. B. dass alle Daten trotz eines brachialen Server-Shutdowns überlebt haben und die Forschungen praktisch an dem Punkt fortgesetzt werden konnten, wo sie in der Mittwochnacht unterbrochen wurden.

All das macht das Fraunhofer INT zu einer äußerst resilienten Organisation. Mein ausdrücklicher Dank geht an alle Mitarbeitenden des Instituts, an die Kolleg\*innen in München und auf

dem Wachtberg, an unsere Freund\*innen und Helfer\*innen bei der Bundeswehr und allen, die uns in dieser Krise beistehen.

Auch wenn wir bereits mit den Aufräumungsarbeiten weit vorangeschritten sind: es wird sicher noch eine lange Zeit dauern, bis das Institut wieder zu einem Normalbetrieb in intakter Infrastruktur zurückfinden kann. Aber eines ist auch sicher: gemeinsam werden wir das Fraunhofer INT wieder aufbauen, und in der Zwischenzeit wird es auch in Interimsstrukturen wie gewohnt exzellente Forschung für Staat und Gesellschaft erbringen.

Lesen Sie im Jahresbericht 2021 von den spannenden Themen, mit denen wir uns im Institut beschäftigen, der Pandemie und der Flut zum Trotz.

Bleiben Sie uns gewogen und schauen Sie mit uns positiv in die Zukunft!

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen,

Ihr

**Prof. Dr. Dr. Michael Lauster**

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>2</b>
<b>Fraunhofer INT im Profil</b> .....	<b>6</b>
<b>Organigramm</b> .....	<b>7</b>
<b>Das Institut in Zahlen</b> .....	<b>8</b>
<b>Kuratorium</b> .....	<b>10</b>
<b>Die Fraunhofer-Gesellschaft</b> .....	<b>11</b>
<b>Fraunhofer-Leistungsbereich Verteidigung, Vorbeugung und Sicherheit VVS</b> .....	<b>12</b>
<b>Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung</b> .....	<b>14</b>
<b>Flutkatastrophe am Fraunhofer INT</b> .....	<b>16</b>
<b>Fachabteilungen, Geschäftsfelder und Gruppen</b> .....	<b>20</b>
Geschäftsfeld Wehrtechnische Zukunftsanalyse – WZA .....	22
Geschäftsfeld Technologie- und Innovationsplanung für öffentliche Auftraggeber – TIP ..	24
Geschäftsfeld Corporate Technology Foresight – CTF .....	26
Gruppe Technology Foresight and University Hub – TFU .....	28
Gruppe KATI Lab – KLAB .....	30
Geschäftsfeld Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren – NSD .....	32
Geschäftsfeld Elektromagnetische Effekte und Bedrohungen – EME .....	34
Geschäftsfeld Nukleare Effekte in Elektronik und Optik – NEO .....	36
Wissenschaftlich-Technische Infrastruktur – WTI .....	38
Abteilung Betriebswirtschaft und Zentrale Dienste – BZD .....	39
<b>Forschungs-Highlightberichte aus dem Jahr 2021</b> .....	<b>40</b>
Weiterentwicklung von Testverfahren im Bereich elektromagnetischer Hochleistungsstörungen .....	42
QUANTOM® – QUantitative ANalyse TOxischer und nicht-toxischer Materialien .....	46
KATI – Ein Deckel für viele Datentöpfe .....	50
Ein Jahr Forschung im Kontext von Corona: Das Projekt »Krisenmanagement und Resilienz Corona« (KResCo) .....	52
Krisenreaktion von Forschungsinstituten in Zeiten der Pandemie – Ein methodischer Beitrag zum KResCo-Projekt .....	54
InnoBOSK – Innovationsforum für die Vernetzung von BOS und KMU für innovative Lösungen und zivile Sicherheitsforschung .....	56

<b>Sonstiges</b> .....	<b>58</b>
Fraunhofer-Allianz Space .....	60
Lehrstuhl für Technologieanalysen und -vorausschau auf dem Gebiet der Sicherheitsfor- schung der Rheinisch-Westfälisch Technischen Hochschule Aachen .....	61
Kurz notiert .....	62
<b>Anhang</b> .....	<b>64</b>
Lehrveranstaltungen und sonstige Vorträge an Hochschulen .....	64
Internationale Zusammenarbeit .....	65
Internationale Review-Tätigkeiten .....	66
Mitarbeit in Gremien und Netzwerken .....	67
Teilnahme an Normungsarbeiten .....	67
Vorträge .....	68
Publikationen .....	69
Personalien .....	75
Sonstige Veranstaltungen .....	76
Pressemitteilungen .....	76
Institutsseminar .....	77
Arbeitsgebiete und Ansprechpersonen .....	79
Anfahrt .....	82
Impressum .....	83

# Fraunhofer INT im Profil

---

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

Zusätzlich zu diesen Kompetenzen betreibt das Institut eigene experimentelle und theoretische Forschung zur Einwirkung ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf elektronische Bauelemente und Systeme und zur 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 Fraunhofer INT ein verlässlicher Partner für das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg), berät dieses in enger Zusammenarbeit und führt Forschungsvorhaben in den Bereichen Technologieanalysen und Strategische Planung sowie Strahlungseffekte durch. Zudem forscht das Fraunhofer INT für und berät erfolgreich auch andere, zivile öffentliche Auftraggeber und Unternehmen, national wie international, vom mittelständischen Unternehmen bis zum DAX30-Konzern.

## Die Geschäftsfelder in diesem Jahresbericht

### WZA

---

Wehrtechnische  
Zukunftsanalyse

### TIP

---

Öffentliche Technologie-  
und Innovationsplanung

### CTF

---

Corporate  
Technology Foresight

### NSD

---

Nukleare Sicherheitspolitik  
und Detektionsverfahren

### EME

---

Elektromagnetische  
Effekte und Bedrohungen

### NEO

---

Nukleare Effekte  
in Elektronik und Optik

# Organigramm

---

## Institutsleitung

### Leitung

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

### Stellvertretung

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

### Abteilung Technologie- analysen und Strategische Planung (TASP)

#### Leitung

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

#### Stellvertretung

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

### Abteilung Nukleare und Elektromagnetische Effekte (NE)

#### Leitung

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

#### Stellvertretung

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

### Abteilung Betriebs- wirtschaft 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

# Das Institut in Zahlen

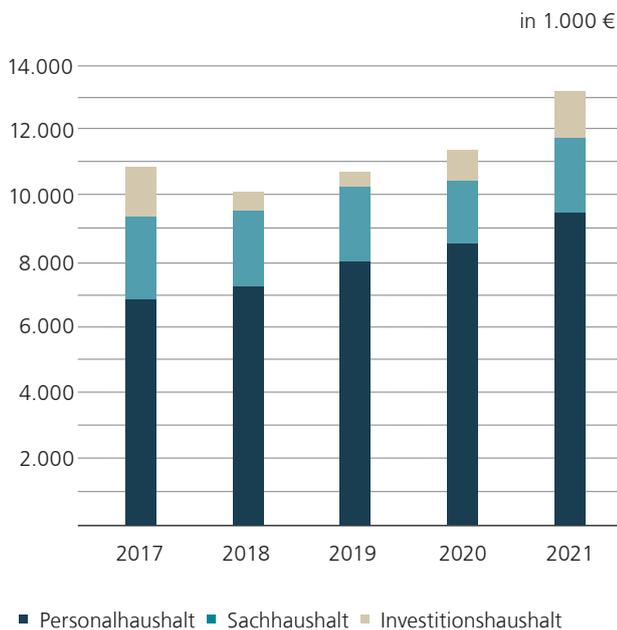
## Personal- und Haushaltsentwicklung

Das Flutereignis im Juli 2021 hat sich auch in unserem wirtschaftlichen Ergebnis niedergeschlagen. In der ersten Jahreshälfte konnten wir noch von einem wirtschaftlich erfolgreichen Jahr ausgehen. Durch die weitgehende Zerstörung unserer Labore und durch die notwendigen Arbeiten zur Wiederherstellung unserer Arbeitsfähigkeit konnten dann leider in der zweiten Jahreshälfte viele Projekte zunächst nicht weiterbearbeitet werden. Dadurch konnten wir unsere ursprünglichen Ertragsziele trotz guter Auftragslage leider nicht erreichen. Da wir in den erfolgreichen Vorjahren eine strategische Reserve aufgebaut haben, konnten wir die daraus resultierende Finanzierungslücke schließen. Durch den hochmotivierten Einsatz unserer Mitarbeitenden sind wir, wenn auch mit einigen Provisorien, inzwischen wieder weitgehend arbeitsfähig und haben begonnen, die aufgeschobenen Projekte abzuarbeiten.

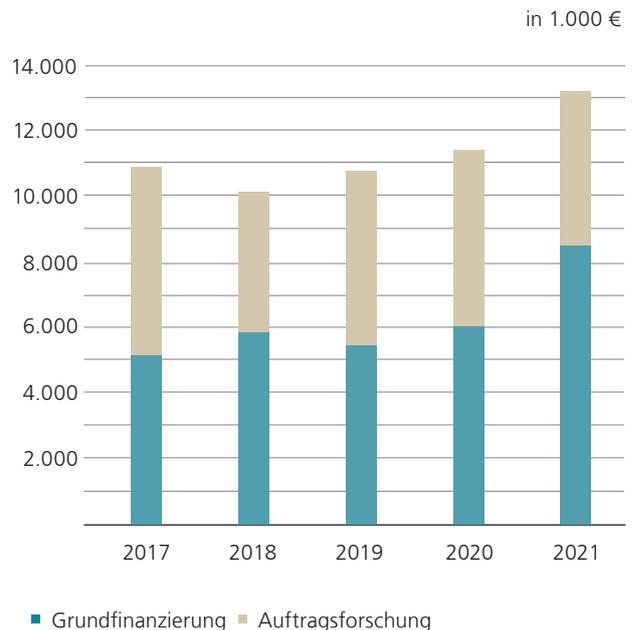
### Personal

Im Jahr 2021 haben wir die Personalkapazität moderat gesteigert. Zum Jahresende beschäftigten wir 132 Mitarbeiter\*innen mit 116,3 Vollzeitäquivalenten, davon 68 Wissenschaftler\*innen (62,1 Vollzeitäquivalente). Wir decken damit eine breite Palette der Natur- und Ingenieurwissenschaften, aber auch der Wirtschafts-, Sozial- und Gesellschaftswissenschaften ab. Unterstützt werden die Forscher\*innen von graduierten Ingenieur\*innen, Techniker\*innen und administrativem Fachpersonal. Hinzu kommen studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte sowie Auszubildende. Darüber hinaus verfügt das Fraunhofer INT über ein Netzwerk an freiberuflich tätigen Wissenschaftler\*innen, die regelmäßig in die Institutsarbeit eingebunden werden.

Haushalt im Zeitraum von 2017-2021



Finanzentwicklung im Zeitraum von 2017-2021



## 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 2021 auf 11,8 Mio. € gestiegen. Hinzu kommen Investitionen in Höhe von 1,4 Mio. €, sodass sich ein Gesamthaushalt von 13,2 Mio. € ergibt. In den Investitionen sind bereits erste Ersatzbeschaffungen für durch die Flut zerstörte Anlagen enthalten.

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

Teil der notwendigen Finanzierung des Haushalts erwirtschaftet das 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. Dabei ist der Anteil der Erträge aus Projekten für die Wirtschaft in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen. 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.

## Personal

	2019		2020		2021	
	besetzte Stellen	Personen	besetzte Stellen	Personen	besetzte Stellen	Personen
Wissenschaftler*innen	60,2	65	58,9	64	62,1	68
Graduierte	24,0	25	25,0	26	30,0	30
Techniker*innen, Sonstige	17,1	19	18,1	20	16,1	18
Hilfskräfte, Auszubildende	6,8	14	8,5	15	8,1	16
<b>Summe</b>	<b>108,1</b>	<b>123</b>	<b>110,5</b>	<b>125</b>	116,3	132

## Haushalt in 1.000 €

	2019	2020	2021
<b>Ausgaben Haushalt</b>			
Betriebshaushalt	10.211,2	10.420,9	11.790,8
davon Personal	7.996,8	8.523,0	9.391,2
davon Sachhaushalt	2.214,4	1.879,9	2.399,6
Investitionshaushalt	472,7	933,6	1.416,1
<b>Gesamt</b>	<b>10.683,9</b>	<b>11.354,5</b>	<b>13.206,9</b>
<b>Finanzierung</b>			
Grundfinanzierung	5.475,5	6.040,5	8.351,3
Auftragsforschung	5.208,4	5.314,0	4.855,6



# Kuratorium

---

## Beratung aus Wirtschaft, Politik und Verwaltung

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

### Vorsitz

**Herr Udo Becker; Vorstandsvorsitzender  
Kreissparkasse Euskirchen**

Aufgrund der COVID-19-Pandemie fand das Kuratoriumstreffen sowohl im Jahr 2020 als auch 2021 in virtueller Form über Microsoft Teams statt. Für 2022 ist wieder ein Treffen in Präsenz geplant.

### Mitglieder

- Herr Udo Becker; Vorstandsvorsitzender Kreissparkasse Euskirchen
- Herr Klaus Burmeister; foresightlab
- Herr Dr.-Ing. Karsten Deiseroth; IABG mbH
- Frau Sabine Lackner; Vizepräsidentin THW Bonn
- Herr Dr.-Ing habil. Frank Sabath; WIS Munster
- Frau Britta Schade; ESA / ESTEC
- Frau Prof. Dr. Katharina Seuser; Hochschule Bonn-Rhein-Sieg
- Frau MinR'in Sabine ten Hagen-Knauer; Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn
- Frau Prof. Dr. Christiane Vaeßen; Region Aachen Zweckverband
- Herr MinR Norbert Michael Weber; ehemalg BMVg Bonn
- Herr Dr. rer. pol. Hans-Ulrich Wiese; ehemals Fraunhofer-Vorstand
- Herr Prof. Dr. Dr. Axel Zweck; VDI Technologiezentrum

# Die Fraunhofer-Gesellschaft

## #WeKnowHow

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

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

Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 30 000 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung,

erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,9 Milliarden Euro. Davon fallen 2,5 Milliarden Euro auf den Bereich Vertragsforschung. Rund zwei Drittel davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund ein Drittel steuern Bund und Länder als Grundfinanzierung bei, damit die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft entscheidend wichtig werden.

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

Hochmotivierte Mitarbeitende auf dem Stand der aktuellen Spitzenforschung stellen für uns als Wissenschaftsorganisation den wichtigsten Erfolgsfaktor dar.

## 76 Institute und Forschungs- einrichtungen

### Joseph von Fraunhofer

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

Stand der Zahlen: Januar 2022  
[www.fraunhofer.de](http://www.fraunhofer.de)



# Fraunhofer-Leistungsbereich Verteidigung, Vorbeugung und Sicherheit VVS

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

Verteidigung und Sicherheit gewinnen in Zeiten gesellschaftlicher und politischer Turbulenzen immer mehr an Bedeutung. Wir entwickeln Technologien, Produkte und Dienstleistungen, um mögliche Gefahren frühzeitig zu erkennen, ihnen entgegenzutreten, Folgeschäden zu minimieren und dadurch insgesamt Risiken zu reduzieren.

Der Fraunhofer VVS steht für Forschung und Entwicklung auf den Gebieten Verteidigung und Zivile Sicherheit. Durch unsere vielfältigen Kompetenzen und Forschungsleistungen überzeugen wir mit anwendungsnahen Lösungen bis hin zur operativen Unterstützung – sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene. In der Verteidigungsforschung macht uns unsere Urteils- und Bewertungsfähigkeit zum zentralen und unabhängigen Kompetenzträger und Partner des Bundesministeriums der Verteidigung (BMVg). Für das Ministerium, seine nachgeordneten Behörden und die Bundeswehr erforschen

und entwickeln wir Technologien und Systemlösungen. Für die Zivile Sicherheit entwickeln wir technische Lösungen und Systeme, um unsere Gesellschaft bestmöglich zu schützen. Wir bündeln die Interessen und Aktivitäten unserer Mitgliedsinstitute und vertreten diese nach außen und innen.

Der Fraunhofer VVS wurde 2002 als Verbund für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS gegründet. Im Jahre 2021 begrüßte der Fraunhofer VVS sein elftes Mitglied, das Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI. Im Bereich der Sicherheitsforschung ist das Fraunhofer IVI auf Algorithmen zur Risikoanalyse, Lagebewertung und Entscheidungsunterstützung spezialisiert und stellt eine ideale Ergänzung des Portfolio des Fraunhofer VVS dar.



## Anwendungsfelder

Der Fraunhofer VVS bietet Konzepte für umfassende Sicherheit: Wir forschen für Schutz und Sicherheit gegenüber militärischer, technischer, terroristischer, natürlicher und krimineller Bedrohung. Hieraus ergeben sich folgende Anwendungsfelder:

- Systeme und Technologien für den Einsatz zu Land, in der Luft, im Wasser, im Welt- und Cyberraum
- Informationsgewinnung, Aufklärung und Entscheidungsunterstützung
- Vernetzte Operationsführung
- Schutz und Wirkung
- Elektronische Kampfführung
- Systemübergreifende Technologien
- Resilienz und Schutz kritischer Infrastrukturen
- Terrorismus- und Kriminalitätsbekämpfung
- Grenzsicherheit
- Krisen- und Katastrophenmanagement
- Digitale Transformation

## Mitgliedsinstitute

- Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI  
Schutz, Sicherheit und Wirkung
- Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR  
Schlüsseltechnologie Radar

- Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE  
Führung und Aufklärung
- Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF  
Sensorik für Schutz, Aufklärung und Sicherheit
- Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT  
Explosivstoff- und Sicherheitstechnik
- Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT  
Entscheidungshilfen für Staat und Wirtschaft
- Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB  
Von vernetzten Sensordaten zur Entscheidung
- Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE  
Software- und Systementwicklung
- Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS  
Drahtlose Kommunikation, Ortung und Röntgentechnologie für Sicherheitsanwendungen
- Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF  
Sichere Prozesse für sichere Strukturen
- Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI  
Algorithmen zur Risikoanalyse, Lagebewertung und Entscheidungsunterstützung

### Vorsitzender

Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer, Fraunhofer IOSB

### Stv. Vorsitzende

Prof. Dr. rer. nat. Peter Martini, Fraunhofer FKIE  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. rer. pol. habil. Michael Lauster

### Geschäftsführung

Dipl.-Ing. Caroline Schweitzer, Fraunhofer IOSB  
caroline.schweitzer@iosb.fraunhofer.de

# Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung

## Wandel verstehen, Zukunft gestalten

Unter dem Leitsatz »Wandel verstehen, Zukunft gestalten« arbeiten im Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung rund 1600 Wissenschaftler\*innen aus den sechs Fraunhofer-Instituten IAO, ISI, INT, IMW, IRB und IIS-SCS zusammen. Im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten ist dabei das Ziel, Innovationssysteme und deren Wandel zu verstehen, um dann darauf aufbauend Akteur\*innen und Beteiligte bei der Zukunftsgestaltung zu unterstützen.

### Zukunft der Innovation, Großprojektmanagement und Innovationsmethoden

2021 war die Forschungsarbeit im Verbund wie bereits im letzten Jahr stark durch die Pandemie geprägt. Um die Auswirkungen von COVID-19 auf die Zukunft der Innovation besser zu verstehen, wurde 2021 ein Update des 2018 entstandenen Impulspapiers mit dem Titel »Innovation und COVID-19: Impulse für die Zukunft der Innovation«<sup>1</sup> veröffentlicht. In diesem Kontext ist auch das Projekt »Krisenmanagement und Resilienz – Corona (KResCo)« entstanden, in dem die Verbundinstitute gemeinsam Handlungsempfehlungen für Entscheidungstragende aus Politik, Wirtschaft, Bevölkerungsschutz und der Forschung entwickelt haben.

In diesem Jahr wurde eine der ersten großen gemeinsamen Aktivitäten der Verbundinstitute abgeschlossen: Im Gründungsprojekt »FRAME – Fraunhofer Microelectronics

Innovation Enhancement« wurde in den letzten Jahren als beispielhaftes Großprojekt die Forschungsfabrik Mikroelektronik mit methodischen Ansätzen der Innovationsforschung begleitet und unterstützt. Herausgekommen ist der FRAME-Ansatz zur Unterstützung komplexer Forschung und Entwicklung (FuE)-Großvorhaben.

Ein wichtiger Schritt war 2021 auch die Entwicklung eines Methodenbaukastens im Fraunhofer Innovationhub, in dem die Verbundinstitute die Innovationsmethoden darstellen, zu denen sie anderen Fraunhofer-Instituten entweder direkt für deren Innovationsprozess oder begleitend in Drittmitelprojekten Unterstützung anbieten. Zum Jahresende beinhaltet die Toolbox bereits Beschreibungen zu über 50 Methoden entlang des Innovationsprozesses<sup>2</sup>. Damit Unternehmen die Methoden für sich nutzen können, ist geplant, diese im nächsten Jahr auch außerhalb des Fraunhofer-Netzwerks zugänglich zu machen.



1 | Zum Download verfügbar unter:  
<http://s.fhg.de/innovation2030-en>



2 | Zugang möglich für  
Fraunhofer-Mitarbeitende unter:  
<https://innovationhub.fraunhofer.de/fraunhofer/innovationmethods>



### Die Bedeutung der Innovationsforschung für Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Gesellschaft

Nicht zuletzt durch die pandemische Lage in Deutschland rücken Diskussionen über die Zukunft von Innovationssystemen und deren Gestaltung immer stärker in die Öffentlichkeit. Der Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung bietet Unternehmen hierzu vielfältige Unterstützungsmöglichkeiten an, von praxisnahen Leitfäden und Publikationen über Methoden und Tools bis hin zu interaktiven Veranstaltungsformaten. Einen Überblick über die Leistungsangebote sowie Projekte sind über den kostenlosen Newsletter sowie den Webauftritt des Verbunds auffindbar.

### Mitgliedsinstitute

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



# Flutkatastrophe am Fraunhofer INT

## Das Hochwasser als Chance nutzen

Am Donnerstag, den 15. Juli 2021 um 5.53 Uhr werden die folgenden Bilder in die Fraunhofer INT-Mitarbeitenden-Gruppe in Microsoft Teams geschickt. „Hallo zusammen, das INT ist komplett überflutet, Labore und Neubau im Erdgeschoss 50-70 cm, Keller komplett, Altbau Erdgeschoss ca. 10-20 cm. Strom seit Mitternacht weg“, lautet die zugehörige Nachricht eines Mitarbeiters des Fraunhofer INT. Als das Hochwasser in der Nacht von Mittwoch auf Donnerstag das Institut erreicht, sind er und noch weitere Mitarbeitende zur Überwachung eines Experiments anwesend. Sie können sich glücklicherweise in das erste Obergeschoss retten. Dort müssen sie bis zum nächsten Morgen ausharren, bis sie das Institut wieder verlassen können. Die Mitarbeitenden, die nicht selbst betroffen sind, merken teilweise erst, dass etwas nicht stimmt, als sie am Morgen aus dem Corona-bedingten Home-Office erfolglos versuchen, auf ihre E-Mails, das Intranet oder die Fraunhofer INT-Website zuzugreifen. Bis klar wird, was eigentlich passiert ist, vergehen noch Stunden, bis das ganze Ausmaß erfasst ist, Wochen und Monate.

### Unwetterkatastrophe in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz

Mitte Juli 2021 erschütterte eine schwere Unwetterkatastrophe Nordrhein-Westfalen und Teile von Rheinland-Pfalz. Schwere Unwetter am 14. Juli 2021 sorgten für weitreichende Überschwemmungen unter anderem in Euskirchen und damit auch auf dem Gelände des Fraunhofer INT. Das gesamte Institutsgelände wurde überflutet. Die Wucht der Flutwelle war so gewaltig, dass in verschiedenen Bereichen der Baukörper unterspült und aufgeschwemmt wurde. Die gesamten Gebäude lagen zeitweise bis zu 86 cm unter Wasser, der Kellerbereich wurde komplett überflutet.

### Akute Aufräumarbeiten

Am 16. Juli war das Wasser so weit abgeflossen, dass erste Sichtungen vorgenommen und erste Aufräumarbeiten durch die Mitarbeitenden des Instituts eingeleitet werden konnten. Bahnstrecken und Straßen waren allerdings so schwer geschädigt, dass Euskirchen nur sehr eingeschränkt zu erreichen war. Mitarbeitenden von außerhalb wurde empfohlen, zuhause zu bleiben und nicht zu versuchen ins Institut zu kommen. In den ersten Tagen nach der Überflutung waren die Aufräumarbeiten dadurch bestimmt Schlamm, Wasser sowie irreparabel geschädigte Möbel, Teppiche, Bücher und sonstige Gegenstände aus den Gebäuden zu entfernen und experimentelle Geräte und IT-Equipment in die oberen Stockwerke zu transportieren.

Problematisch war vor allem auch die interne Kommunikation zwischen den einzelnen Mitarbeitenden des Instituts. Die Kommunikation konnte zunächst nur über Microsoft Teams und eine neu eingerichtete Signal Gruppe stattfinden. Allerdings hatten zahlreiche Mitarbeitende auch zu diesen Kanälen keinen Zugang. Einige waren selbst von Überschwemmungen betroffen und hatten daher zuhause keinen Zugriff mehr auf Computer oder Internet. Zusätzlich waren die Kernstadt in Euskirchen sowie einige umliegende Ortsteile mehrere Tage, teilweise sogar Wochen ohne Strom, Telefon und Mobilfunk, auch der Notruf war zeitweise nicht erreichbar. Erst ca. eine Woche nach der Überflutung stand fest, dass glücklicherweise alle Mitarbeitenden des Fraunhofer INT zumindest körperlich unversehrt waren. Vor Ort wurde außerdem umgehend ein Krisenstab eingerichtet, um die Lage schnellmöglich zu analysieren, das weitere Vorgehen abzustimmen und Schritte zur Beseitigung der Schäden einzuleiten.



Flutkatastrophe am Fraunhofer INT

Das Fraunhofer INT am 15. Juli 2021, der Morgen nach der Überschwemmung

## Schäden

Nach den ersten grundlegenden Aufräumarbeiten zeigten sich nun umso mehr die Schäden, die das Hochwasser an Gebäuden, Inventar, experimentellen Geräten und Laborumgebungen angerichtet hat. Die Infrastruktur und damit die Arbeitsgrundlage der experimentellen Abteilung des Fraunhofer INT wurde grundlegend geschädigt. Da der Keller komplett überschwemmt wurde, wurden die dort untergebrachten experimentellen Geräte irreparabel zerstört. Hinter der großen Hochwasserkatastrophe stecken jedoch auch zahlreiche Einzelgeschichten und spezifische Verluste, die im kollektiven Schaden untergehen. Raphael Wolf, Mitarbeiter in der experimentellen Abteilung des Instituts, erzählt von seinen Erfahrungen zum Lasersystem am Fraunhofer INT: »Ich habe den Laser das erste Mal 2012 gesehen. Meine Aufgabe war es, aus diesem Laser und diversen optischen Bauelementen ein einzigartiges Lasersystem aufzubauen; ein System zur Untersuchung von strahlungsinduzierten Einzelteilcheneffekten in Halbleiterbauelementen. Im Jahr 2013 konnten wir mit der ersten Version des Systems erste Tests an Bauteilen absolvieren. Nach umfangreichen Umbauarbeiten waren wir dann in der Lage, Tests an elektronischen Bauteilen durchzuführen, welche in dieser Art und Weise in Deutschland bis dahin nicht möglich waren. 2019 haben wir einen neuen Laser beschafft und in das System integriert. Das bedeutete aber auch wieder umfangreiche Anpassungsarbeiten. Es gab eine Menge Rückschläge, ich musste sehr oft Aufbauten abbauen, umdenken und wieder neu aufbauen, optische Bauteile unzählbar oft neu justieren, Strahlengänge neu vermessen und einstellen, neue Software schreiben – diese Aufzählung könnte ewig so weitergehen. Alles in allem wurden in dieses Projekt sehr viel Zeit, Arbeit und Nerven investiert. Allerdings waren all die Mühen es wert; am Ende stand ein System in unserem Keller, das es so in dieser Form nur am Fraunhofer INT gab und ich

war maßgeblich daran beteiligt. Den Laserraum nach der Flut zu sehen, nach der ganzen Zeit, die ich darin verbracht habe, war sehr schwierig für mich. Das komplette Lasersystem wurde durch das Hochwasser vollständig zerstört und ist auch nicht mehr zu reparieren. Durch die Flut ist also meine ganze Arbeit der letzten Jahre einfach weg und lässt sich auch kurzfristig nicht einfach wiederaufbauen oder durch Geld wiederbeschaffen.« Das ist nur einer von vielen Einzelfällen, der zeigt, wie individuell und auch emotional aufgeladen die Verluste in Folge einer solchen Katastrophe sein können.

## Erste Erfolge

Ein erster großer Erfolg eine Woche nach der Überflutung war die Inbetriebnahme eines vorübergehenden Not-Rechenzentrums am Fraunhofer FKIE in Wachtberg. Dadurch konnten die Mitarbeitenden wieder auf das VPN, das Instituts-Netz und weitere notwendige Services für ihre Arbeit zugreifen. Glücklicherweise konnten große Teile des IT-Equipments und der gesamte Datenbestand verlustfrei sichergestellt werden. Ab diesem Zeitpunkt waren die Mitarbeitenden des Fraunhofer INT aus dem Home-Office weitestgehend wieder arbeitsfähig, soweit sie nicht auf experimentelle Geräte und Infrastrukturen vor Ort angewiesen oder selbst durch die Flutkatastrophe betroffen waren. Trotzdem fehlte in den letzten Monaten auch dort massiv der direkte, persönliche Austausch, nicht nur zum gemeinsamen Arbeiten, sondern auch, um die Krise gemeinsam zu verarbeiten.



Die experimentelle Umgebung des Fraunhofer INT zwei Monate nach der Flut.

## Wiederaufbau

Nachdem die Akutphase der Aufräumarbeiten abgeschlossen war, wurde über mehrere Wochen hinweg zusammen mit einem Architekturbüro ein Wiederaufbaukonzept für das Fraunhofer INT erarbeitet. In großen Teilen des Neubaus, unter anderem dem Labortrakt und den Büroräumen, wurden zunächst der Trockenbau, die Böden und der Estrich entfernt. Der Wiederaufbau dieser Bereiche ist im Laufe der Jahre 2022 und 2023 geplant. Große Teile des Instituts wurden für diese Bauarbeiten abgesperrt und durften nicht betreten werden. Im Rahmen der Wiederaufbauprozesse der experimentellen Infrastruktur wurde ein Teil der experimentellen Geräte überprüft, rekaliert und wieder in Betrieb genommen. Teilweise müssen Gerätschaften jedoch auch neu beschafft werden. Auch die IT-Infrastruktur am Institut wurde über die letzten Monate des Jahres 2021 hinweg schrittweise wiederaufgebaut.

## Containerdorf und Außenstelle Schillingstraße

Um Ersatzstrukturen für die experimentelle Abteilung und die praktischen Bereiche wie die elektronische und mechanische Werkstatt zu schaffen, wurde auf einem der Parkplätze des Instituts ein Containerdorf aufgebaut. Knapp 40 Büro- und Laborcontainer wurden am 17. September 2021 offiziell in Betrieb genommen und anschließend entsprechend eingerichtet. Um zusätzlich den Mitarbeitenden, die bis dato nahezu ausschließlich aus dem Home-Office gearbeitet haben, Büroarbeitsplätze und Meetingräume bereitzustellen, wurden außerdem Räumlichkeiten in Euskirchen angemietet. Knapp ein halbes Jahr nach der Flut konnte die Außenstelle in der Schillingstraße 1a in Euskirchen nach Renovierung und Einrichtung mit Möbeln und IT-Infrastruktur in Betrieb genommen werden. Dort stehen den Mitarbeitenden nun ca. 30 Arbeitsplätze zur Verfügung.

## Blick in die Zukunft

Ein knappes halbes Jahr nach dem Hochwasser war am Fraunhofer INT zum Ende des Jahres 2021 noch immer viel in Bewegung. Die Mitarbeitenden aus den nicht-experimentellen Bereichen des Instituts können aus dem Home-Office überwiegend normal arbeiten. Allerdings darf auch hier nicht außer Acht gelassen werden, dass einzelne Mitarbeitende oder deren Angehörige privat von der Umweltkatastrophe betroffen sind, was wiederum auch Auswirkungen auf die Arbeitssituation hat. Nach nunmehr zwei Jahren Pandemie sind viele Mitarbeitende der Isolation im Home-Office müde und wünschen sich wieder mehr Austausch und Begegnungen mit den Kolleg\*innen. Umso positiver ist es, dass durch die Eröffnung der Schillingstraße im Dezember nun wieder Büroräume und damit Begegnungsmöglichkeiten für die Mitarbeitenden zur Verfügung stehen.

Die experimentellen und praktischen Bereiche des Instituts standen auch zum Ende des Jahres noch zwischen Wiederaufbau und wiederaufgenommener Projektarbeit. Obwohl sich die experimentelle Infrastruktur und die Geräte teilweise noch im Wiederherstellungsprozess oder in der Wiederbeschaffung befanden, konnten die einzelnen Geschäftsfelder für die kurze Zeitspanne seit dem Hochwasser ihre Arbeit bereits in beachtlichem Maße wieder aufnehmen.

Mit einigem Abstand zu den Geschehnissen zeigt sich, dass die Katastrophe gleichzeitig auch eine große Chance bietet. Die Chance, nicht nur Schäden zu beseitigen, sondern das Institut besser als zuvor, mit neuen Möglichkeiten wiederaufzubauen. Auch wenn die Vielzahl dessen, was dem Institut hin zu einem Normalzustand noch bevorsteht, einen an manchen Tagen zu überwältigen droht, ist es genauso wichtig, zurückzublicken und zu sehen, was das Fraunhofer INT seit dem 15. Juli 2021



Flutkatastrophe am Fraunhofer INT

Das Containerdorf am Fraunhofer INT

(und auch darüber hinaus) bereits durch motivierte Mitarbeitende mit beachtlichem Durchhaltevermögen und ein Netzwerk an verlässlichen Partner\*innen alles erreicht hat. Und mit dieser Gewissheit geht das Fraunhofer INT auch die weiteren Schritte des Wiederaufbaus an.

An dieser Stelle möchten wir uns außerdem nochmal herzlich bei allen Partner\*innen, Fraunhofer-Einrichtungen, Freund\*innen und sonstigen Unterstützer\*innen bedanken, die uns sowohl in der akuten Krisensituation als auch während der noch andauernden Wiederaufbauphase unterstützt haben und dies auch noch weiter tun. Einen besonderen Dank richten wir an das Bundeswehr Dienstleistungszentrum Bonn, das Informationstechnikbataillon 282 Kastellaun und die Abteilung C3 der Fraunhofer Zentrale. Weiterführende Informationen, wie es den einzelnen Geschäftefeldern und Gruppen mit dem Hochwasser ergangen ist, finden Sie in den jeweiligen Berichten in diesem Jahresbericht. Wie es mit dem Wiederaufbau des Instituts im Jahr 2022 weitergegangen ist, werden Sie in unserem Jahresbericht 2022 nachlesen können.

## Meilensteine

- 15. Juli 2022** Das Fraunhofer INT wird von einer Flutwelle überschwemmt
- 24 Stunden** Institut kann wieder betreten werden, erste Aufräumarbeiten
- 48 Stunden** Notfall-Generator zur Stromversorgung
- 5 Tage** Unterstützung bei Aufräumarbeiten durch die Bundeswehr
- 8 Tage** IT-Notbetrieb, Zugang zum VPN und Instituts-Netz, Arbeiten im Home-Office ist möglich
- 10 Tage** Kein Wasser mehr im Keller
- 11 Tage** Zwölf Bautrockner können in Betrieb genommen werden
- 12 Tage** Nicht-experimentelle Arbeitsbereiche aus dem Home-Office weitestgehend arbeitsfähig
- 3,5 Wochen** WLAN im Altbau
- 4 Wochen** Telefonanlage funktioniert wieder
- 5 Wochen** WLAN im Neubau
- 5 Wochen** Ergebnisse der Schadstoffuntersuchung – der Schlamm ist nicht kontaminiert
- 6 Wochen Experimentierhalle ist weitestgehend gesäubert
- 7 Wochen** Wiederaufbaukonzept wird in Angriff genommen
- 2 Monate Containerdorf steht
- 2 Monate Erste Bestrahlungskampagne nach der Flut
- 3 Monate Kabelgebundenes Netzwerk funktioniert wieder
- 4 Monate Experimentiervorrichtungen werden immer noch abgebaut und wieder instandgesetzt
- 4-5 Monate Abbruch von Trockenbau und Estrich im Neubau
- 5 Monate Außenstelle mit Büroräumen wird eröffnet

Fortsetzung folgt im Jahresbericht 2022

# Geschäftsfelder

---

## **WZA**

Wehrtechnische Zukunftsanalyse

## **TIP**

Öffentliche Technologie- und Innovationsplanung

## **CTF**

Corporate Technology Foresight

## **TFU**

Gruppe Technology Foresight and University Hub

## **KLAB**

Gruppe KATI Lab

## **NSD**

Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren

## **EME**

Elektromagnetische Effekte und Bedrohungen

## **NEO**

Nukleare Effekte in Elektronik und Optik

## **Wissenschaftlich-Technische Infrastruktur**

## **Abteilung Betriebswirtschaft und Zentrale Dienste**



# Geschäftsfeld Wehrtechnische Zukunftsanalyse – WZA

## Schwerpunkt

Wehrtechnische  
Vorausschau für die  
Bundeswehr

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

Die interdisziplinäre Zukunftsforschung des Geschäftsfeldes trägt zur Sicherstellung eines verlässlichen Orientierungs- und Entscheidungswissens über wahrscheinliche Zukunftsentwicklungen in Naturwissenschaft und Technik und deren potenzielle militärische Implikationen bei den Auftraggebern bei. WZA leistet damit seinen Beitrag für die Gewährleistung einer breiten Analyse- und Bewertungsfähigkeit der Auftraggeber zu langfristigen technologischen Entwicklungen, deren potenzieller

wehrtechnischer Relevanz und diesbezüglich realistischer Weiterentwicklung des Fähigkeitsspektrums der Bundeswehr.

Kernprodukt des Geschäftsfeldes WZA ist die »Wehrtechnische Vorausschau« (WTV), welche vierteljährlich im Auftrag für die Bundeswehr erarbeitet wird. Hier liegt regelmäßig die wesentliche Leistung des Geschäftsfeldes, mit der Erarbeitung von jährlich insgesamt 13 WTV-Analysen und -Updates zu ausgewählten Technologiethematen bzw. langfristigen Zukunftskonzepten. Die halbjährlichen Workshops mit der Auftraggeberseite zu den jeweiligen Ergebnissen konnten im vergangenen Jahr aufgrund der Pandemie und der Auswirkungen des Hochwassers auf die Räumlichkeiten des Fraunhofer INT nicht durchgeführt werden. Mit Vertretenden des inzwischen mit mehreren Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben deutlich erweiterten zivilen Nutzerkreises der WTV gab es eine Reihe von Gesprächen, wie die Kompetenzen des Fraunhofer INT dort künftig verstärkt eingebracht werden können.

Die 4. FuT-Zukunftslagekonferenz, mit der auch im Jahr 2021 wieder am Fraunhofer INT unter Beteiligung der verschiedensten Organisationsbereiche des BMVg und der Bundeswehr für den FuT-Direktor BMVg ein FuT-Zukunftslagebild erstellt werden sollte, musste pandemiebedingt ausfallen. Stattdessen wurde auf den vom Fraunhofer INT



eingespeisten, priorisierten und bewerteten Zukunftsthemen, die überwiegend auf der WTV beruhen, ein Zukunftslagebild vorgelegt. Dieses ergänzt die FuT-Zukunftslagen vergangener Jahre um neu identifizierte und behandelte Zukunftsthemen.

In dem Dauerprojekt zur Analyse der internationalen wehrtechnischen Forschung bei Partnerländern, NATO und EU wurden im Jahr 2021 die Länder Finnland, Norwegen, Schweden und Indien behandelt.

Im vergangenen Jahr wurden im Rahmen der fortgesetzten Beauftragung durch die Swedish Defence Materiel Administration (FMV) Technologiekurzanalysen zu ausgewählten Einzelthemen durchgeführt. Bei der NATO Science and Technology Organization (STO) arbeitet WZA mit mehreren Vertretenden in der Research Task Group SAS-159 »How could Technology Development Transform the Future Operational Environment«. Außerdem begannen im Unterauftrag eines Firmenkonsortiums die Arbeiten an dem mehrjährigen Projekt DECISMAR (Development of a Decision Support Toolbox for enhancing the feasibility study of the Upgrade of Maritime Surveillance through the integration of legacy assets with new innovative solutions) im Rahmen des European Defence Industrial Development Programme (EDIDP) der EU-Kommission. An den seit 2018 durchgeführten »Technology Foresight Workshops« der Europäischen

Verteidigungsagentur (EDA) haben 2021 Mitarbeitende von WZA bei den Workshops zu »Energy for Future Generation Infrastructure and Platforms« und »Propulsion for Air and Space« als Foresight-Experten teilgenommen. Geschäftsfeldübergreifend wurden Beiträge insbesondere zur EDA-Studie »High-Power Electromagnetic Munitions (HPEM)«, hier u. a. als Koordinator, und zu den Fraunhofer-internen Studien »Krisenmanagement und Resilienz – Corona« (KResCo) und »Resilienz urbaner Lebensräume« (RuLe) geleistet.

Die Lehr- und Gremienaktivitäten von WZA umfassen insbesondere die fachliche Unterstützung der Führungsakademie der Bundeswehr. So hat WZA dort mit Messestand und Vortrag am InnoDay 2021 teilgenommen, bei dem in Kooperation mit dem Cyber Innovation Hub der Bundeswehr ein Diskurs zum Thema Innovation geführt wurde. Des Weiteren wurde beim Modulkurs »Methoden der Zukunftsanalyse« vorgetragen. Weiterhin wurde die fachliche Ausgestaltung einer Lehrveranstaltung an der Hochschule Ravensburg-Weingarten zu »Methoden der Zukunftsanalyse« unterstützt. Darüber hinaus wurde auch die Mitgestaltung des NATO-Programms »Science for Peace and Security« durch Gutachtertätigkeiten in dessen »Independent Scientific Evaluation Group« (NATO-SPS-ISEG) fortgeführt.

#### International

Weitere Ausweitung der Aktivitäten im Bereich der NATO, der Europäischen Verteidigungsagentur (EDA) und der EU-Kommission

# Geschäftsfeld Technologie- und Innovationsplanung für öffentliche Auftraggeber – TIP

Strategische Forschungs- und Entwicklungsplanung für die zivile öffentliche Hand

Das Geschäftsfeld Technologie- und Innovationsplanung für öffentliche Auftraggeber (TIP) unterstützt die Gestaltung der strategischen Forschungs- und Innovationsplanung von zivilen öffentlichen Auftraggebern. Dazu zählen neben nationalen Organisationen auch europäische Institutionen und Behörden. Die Leistungen reichen von der Beratung zur Forschungsgestaltung auf staatlicher/ europäischer Ebene bis hin zur strategischen Fähigkeitsplanung auf Behörden-/ Organisationsebene.

Der Fokus der methodischen Unterstützung liegt im Forschungsbereich des Katastrophenmanagements und der Resilienz. TIP setzt diese Expertise aber auch in anderen Themenbereichen um, wie zuletzt etwa zur Unterstützung der Entwicklung im ländlichen Raum oder angelehnt an den Leitmarkt Luft- und Raumfahrtwirtschaft im Bereich von Welt- raumanwendungen (S. 60).

*Beste Vernetzung und umfangreiche Drittmittel-Aktivitäten mit den 2021-Highlights des vielversprechenden Startes von zwei H2020-Koordinationen und des erfolgreichen Abschlusses eines koordinierten nationalen Projekts.*

TIP bietet dazu eine breite Palette von Methoden des Innovations- und Technologiemanagements an:

- Bedarfsermittlung und Dialogformate mit Hilfe von partizipativen Methoden
- Screening von möglichen (zukünftigen) technologischen und nicht-technologischen Lösungen
- Analyse von organisatorischen, gesellschaftlichen und politischen

Rahmenbedingungen

- Entwicklung von Forschungs-Roadmaps für politische Entscheidungsträger\*innen
- Erarbeitung von Innovations-Roadmaps für Anwender\*innen
- Identifizierung und Entwicklung von kritischen Erfolgsfaktoren und Leistungskennzahlen zur bedarfsgerechten Evaluierung von neuen technologischen und nicht-technologischen Lösungen
- Weiterentwicklung und Anpassung von Methoden des Wissenstransfers zum Aufbau von Kooperationen und Netzwerken

Die Expertise von TIP zeigt sich in zahlreichen erfolgreichen Drittmittel-Aktivitäten, die im Jahr 2021 absolviert wurden, trotz starker Beeinträchtigungen der Abläufe durch die Pandemie und der Flutkatastrophe. Das Jahr 2021 bedeutete wie auch schon das Jahr 2020 für das Geschäftsfeld in mehrfacher Hinsicht einen bedeutenden Kraftakt, das nicht zuletzt daher besonders stolz auf seine Leistungen ist.

Im Kerngebiet von TIP ist unter eigener Gesamtkoordination das Horizont 2020 (H2020) Projekt RISKPACC (2021-2024) gestartet, das in einem co-kreativen Ansatz verbesserte Kommunikation zwischen Bürger\*innen und Bevölkerungsschutzbehörden in Bezug auf verschiedene Risiken und Krisen erarbeitet.

Mit Firelogue (2021-2025) ist eine weitere H2020-Koordination gestartet, die als



koordinierende Maßnahme unter dem European Green Deal 3 große Innovationsprojekte zum Thema Waldbrand-Risiko-management verbindet und begleitet. Ebenfalls im Jahr 2021 gestartet ist PANDEM-2 (H2020, 2021-2023), das neue Konzepte entwickelt, um Management und Kommunikation in Pandemien zu verbessern.

Erfolgreich beendet wurde das H2020-Projekt IN-PREP (2017-2021), in dem eine Trainings-Plattform sowie ein Handbuch zur grenzüberschreitenden Zusammenarbeit in Krisenfällen erstellt wurde. Im H2020-Projekt FIRE-IN (2017-2022) unterstützt TIP ein internationales Netzwerk von Feuerwehren und Ersthelfer\*innen methodisch bei der gemeinsamen Bedarfserhebung, Lösungsfindung und Innovationsplanung. Zur Entwicklung von Standards in der zivilen Sicherheit ist TIP mit dem Geschäftsfeld Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren (NSD) im H2020-Projekt STRATEGY (2020-2023) aktiv.

Auf nationaler Ebene ist unter TIP-Leitung das Fraunhofer-interne Projekt KResCo erfolgreich abgeschlossen worden, das politische Handlungsempfehlungen aus der COVID-19-Pandemie abgeleitet hat (S. 52).

Im Fraunhofer-internen Projekt RULE, befasste sich TIP zusammen mit der Gruppe Technology Foresight und University Hub (TFU) und den Geschäftsfeldern Wehrtechnische Zukunftsanalyse (WZA) und Elektromagnetische Effekte und Bedrohungen (EME) 2021 mit der Resilienz urbaner Lebensräume. Unter der Koordination des Technischen Hilfswerks (THW) ist das Forschungsnetzwerk deutscher Anwender ForAn (2021-2024) gestartet, in dem TIP zur Beratung bei der Beteiligung an Europäischer Sicherheitsforschung beiträgt.

Im BMBF-Projekt InnoBOSK unterstützte TIP zusammen mit WZA und TFU die Vernetzung und einhergehende

verbesserte Innovationsplanung von Anwender\*innen mit kleinen und mittelständischen Unternehmen (S. 56).

Für das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) führte TIP eine initiale Studie zu den Wirkzusammenhängen zwischen Anwendungen der Künstlichen Intelligenz und Kritischen Infrastrukturen durch.

Im BMBF-Projekt UrbanAware begleitet TIP die Berufsfeuerwehr Köln bei der Beantragung eines Horizont Europa Projekts. Außerhalb der Sicherheitsforschung ist TIP im H2020-Projekt SHAPES (2019-2023) tätig, das sich mit der Entwicklung von digitalen Lösungen für ein gesundes und unabhängiges Leben von älteren Menschen beschäftigt.

Unter der Fraunhofer INT-internen Leitung des Geschäftsfelds Corporate Technology Foresight (CTF) läuft national Neue Wege der Prävention für die Berufsgenossenschaft BAU (2020-2023), das zur Unfallminimierung im Baugewerbe beitragen soll.

Zudem stellte TIP je eine Expertin in der Expert\*innengruppe zu Strengthened security research and innovation (SSRI) unter der von DG HOME koordinierten Community for European Research and Innovation for Security sowie in der Expert\*innenkommission Starkregen des Präsidium der Vereinigung zur Förderung des Dt. Brandschutzes (vfdB). TIP repräsentiert den Fraunhofer-Leistungsbereich Verteidigung, Vorbeugung und Sicherheit (VVS) bei der Working Group Security and Defense Research der EARTO und ist Mitglied des Bonner Netzwerks Internationaler Katastrophenschutz und Risikomanagement. Auch im Fraunhofer-Verbund für Innovationsforschung, im Innovationscluster Zivile Sicherheitsforschung (InCluSiF) und als Berater für größere Forschungsprojekte ist TIP aktiv.

# Geschäftsfeld Corporate Technology Foresight – CTF

---

*Das Geschäftsfeld CTF unterstützt Organisationen bei der Beantwortung strategischer Fragestellungen. Unser Schwerpunkt liegt dabei auf der technologieorientierten Zukunfts- und Innovationsforschung. Dabei blicken wir u. a. auf langjährige Erfahrungen im Bereich der Technologiefrühaufklärung und der strategischen Planung zurück.*

Unternehmen, die vorausschauend handeln und sich resilient für die Zukunft aufstellen wollen, müssen sich strukturiert mit Trends und Treibern sowie den daraus resultierenden Chancen und Risiken auseinandersetzen. Insbesondere im Bereich der Zukunftstechnologien reicht dabei der reine Blick auf Produkttechnologien nicht aus, vielmehr muss auch eine umfassende Betrachtung der Komponenten- und Systemebenen bzw. der Teiltechnologien und Kundenbedarfe erfolgen. Erst dadurch können neue Geschäftsmodellideen generiert werden.

Das Geschäftsfeld Corporate Technology Foresight (CTF) unterstützt Organisationen bei der Beantwortung strategischer Fragestellungen. Unser Schwerpunkt liegt dabei auf der technologieorientierten Zukunfts- und Innovationsforschung. Dabei blicken wir u. a. auf langjährige Erfahrungen im Bereich der Technologiefrühaufklärung und der strategischen Planung zurück. Für den Einbezug weiterer relevanter Aspekte, z. B. aus den Bereichen Wirtschaft oder Gesellschaft, kooperieren wir mit exzellenten Partnern, beispielsweise aus dem Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung. Anhand kundenspezifischer Analysen und Methoden der technologieorientierten Zukunftsforschung wird beispielsweise die oftmals schon in den Unternehmen vorhandene Kurzfristperspektive (3 - 5 Jahre) durch eine Langfristperspektive (5 - 20 Jahre) erweitert. Im Rahmen

dieser Analysen können unternehmensrelevante Zukunftstechnologien identifiziert und bewertet, technologische White-Spots herausgestellt oder komplexe Technologiefelder und deren Implikationen unternehmensspezifisch aufgeschlüsselt werden. Diese Informationen schaffen eine fundierte Basis zur Entwicklung langfristiger Technologiestrategien.

## Projekte

### **Wasserstoff für die lokale Wirtschaft**

Wasserstoff ist ein Baustein, der zukünftig weltweit in größerem Maße zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Verringerung der Energiekosten beitragen soll. Die Wirtschaftsförderung des Kreises Euskirchen hat unter Beteiligung des Geschäftsfelds CTF einen Initialworkshop zum Thema Wasserstoff für die lokale Wirtschaft durchgeführt, in dem verschiedene Akteur\*innen vernetzt und deren Bedarfe erfasst wurden. Neben einem Vortrag des Fraunhofer INT zum Thema Wasserstoff allgemein, den verschiedenen Anknüpfungsmöglichkeiten und Potenzialen, diskutierten die Teilnehmenden im Anschluss über Interessen, Chancen, Herausforderungen und Risiken, die aus Sicht der Unternehmen in Zukunft zu berücksichtigen sind.



### Zukunftsforschung für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU)

Gemäß der KMU-Definition 2021, der EU-Kommission zählten im Jahr 99,4% aller deutscher Unternehmen zu den kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Sie erwirtschafteten rund 2,32 Billionen Euro und werden daher zu Recht als das Rückgrat der deutschen Wirtschaft bezeichnet. Speziell für technologieintensive KMU, die im Gegensatz zu Großunternehmen über eine eher kurzfristige, bedarfsorientiert ausgerichtete Produkt- und Verfahrensentwicklung verfügen, ist die Unsicherheit aufgrund des immer schneller fortschreitenden technologischen Wandels groß. Fragen wie Fragen wie, was machen wir in der Zukunft? Oder was ist das Disruptive für das heutige Geschäft? Stehen im Raum. stehen im Raum. Gleichzeitig sehen sie sich der Herausforderung gegenüber, dass reines Bauchgefühl bei strategischen Entscheidungen nicht mehr reicht. Gemeinsam mit KMU hat das Geschäftsfeld CTF Orientierungsworkshops durchgeführt sowie Formate entwickelt wie diese strategischen Zukunftsfragen strukturiert und strategische Handlungsoptionen abgeleitet werden können.

### Strategische Vorausschau für die Europäische Weltraumorganisation (ESA)

Im Zuge eines sogenannten De-Risk Vorhabens hat das Fraunhofer INT zusammen mit der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) den Auftrag der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) erhalten, die Voraussetzungen für den Ausbau bzw. die Neukonzeption der bestehenden (Technologie-)Foresight-Tätigkeiten zu identifizieren. Über den Zeitraum von fünf Monaten wurden die wesentlichen Anforderungen an die Instrumente der strategischen Technologievorausschau durch Interviews und Workshops mit ESA-Expert\*innen, Vertreter\*innen von nationalen Raumfahrtagenturen sowie externen Foresight-Expert\*innen identifiziert. Aus den Anforderungen konnten wiederum die Konturen eines zukünftigen „Technology Foresight-Systems“ skizziert werden. Dieses soll in einem geplanten Nachfolgeprojekt bis zu einem „Proof-of-Concept“-Status ausentwickelt werden.

Die Beziehungen verschiedener technologischer, gesellschaftlicher, wirtschaftlicher oder politischer Einflussbereiche sind äußerst komplex. Einhergehend damit steigt die Informationsflut sowohl in der wissenschaftlichen Landschaft als auch in den Medien immer stärker an. Für eine solide Vorbereitung auf die Zukunft bedarf es daher einer systematischen, wissenschaftlich fundierten Analyse.

# Gruppe Technology Foresight and University Hub – TFU

## TFU in a nutshell

Zu den wesentlichen Aufgaben der Gruppe TFU gehören aktuell:

- die Koordination und kontinuierliche Weiterentwicklung der Hochschulbindung
- das Wissensmanagement
- die aktive Entwicklung und Tests von Tools & Methoden
- die Projektarbeit

Die Zukunft existiert zwar (noch) nicht, entsteht aber auch nicht einfach aus dem Nichts, sondern wurzelt in der Vergangenheit und der Gegenwart. Das Jahr 2021 begann für die Gruppe Tools und Methoden (TM) mit einem Neuanfang. Aus Teilen von TM wurde die Gruppe Technology Foresight & University Hub (TFU) mit einem erweiterten Aufgabenspektrum neugegründet. Aus dem anderen Teil der Gruppe ist das KATI Lab (S. 30) entstanden.

Wie zuvor TM übernimmt TFU das Scannen und Testen von Tools und Methoden, um die Entwicklung sowie die Implementierung zu koordinieren und voranzutreiben. Dies geschieht vor allem im Hinblick auf das zentrale Thema »Technologievorausschau« (Technology Foresight) und beinhaltet auch große Themenfelder wie das Wissensmanagement. Während sich dieser Aspekt in der ersten Hälfte des neuen Gruppennamens wiederfindet, zielt die zweite Hälfte auf den zukünftigen, ergänzenden Auftrag dieser Gruppe ab: Die Hochschulbindung im Rahmen eines University Hubs. Zusammenarbeit mit der Hochschullandschaft gibt es am Fraunhofer INT bereits länger, unter anderem mit der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg oder der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. Aus diesen bestehenden Anbindungen heraus wurden Abschlussarbeiten betreut und studentische Hilfskräfte in Projekten eingesetzt. Diese bereits existierenden

Aktivitäten werden mit der Gründung von TFU weitergeführt und gebündelt; die enge Verzahnung mit der methodischen Weiterentwicklung wird dabei intensiviert.

Neben zahlreichen Lehrveranstaltungen – zu verschiedensten Aspekten der Technologievorausschau-Methodik (zum Beispiel zu quantitativen Methoden) und Fragen der technologischen Zukunft in unterschiedlichen Bereichen (zum Beispiel die Zukunft der Mobilität) – konnten institutsspezifische Fragestellungen auch in einer Reihe von Abschlussarbeiten (Bachelor bis Promotion) gewinnbringend erforscht werden. Die Themen waren dabei so divers wie die Arbeiten des Fraunhofer INT: So wurden grundlegende Fragen der Rolle von Foresight-Studien im Entscheidungsprozess, die Rolle von verschiedenen Antrieben in zukünftigen Mobilitätskonzepten oder der Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in Policy-Dokumenten erörtert.

Gespiegelt wurden diese Aktivitäten in den Projekten, in denen TFU mit den anderen Gruppen und Geschäftsfeldern des Fraunhofer INT kooperiert hat. In all diesen Projekten leistete TFU methodische und inhaltliche Unterstützung und brachte Erkenntnisse, die im Kontext der Hochschulbindung entstanden sind, ein. Im Rahmen des Fraunhofer-Projekts »KResCo« (Krisenmanagement und Resilienz – Corona) wurden die Entscheidungen und Entwicklungen



verschiedener Länder und Forschungsorganisationen im Laufe der Pandemie untersucht und es wurde eine Methodik entwickelt, welche sowohl Daten wie auch Fachwissen einsetzt, um eine Klassifikation für die Corona-Forschung zu erstellen (S. 54). Diese Klassifikation wurde genutzt, um die Forschungsreaktion verschiedener europäischer Forschungsorganisationen in der Pandemie näher zu beleuchten und diese in den Kontext der nationalen Forschung einzelner Länder zu setzen. Die Projekte »Fraunhofer Microelectronics Innovation Enhancement« (FRAME) und »Foresight Fraunhofer« konnten erfolgreich abgeschlossen werden, das letztere in Form der Fraunhofer Foresight Days. Die Flutkatastrophe im Juli ging am Institut nicht spurlos vorbei. Umso bemerkenswerter ist es, dass im Projekt »Resilienz Urbaner Lebensräume« (RULE) unter anderem das Szenario »Starkregen« untersucht wurde. Erkenntnisse aus diesem Projekt können somit gewinnbringend bei zukünftigen Katastrophen eine Rolle spielen und wurden beispielsweise bei den Fraunhofer Solution Days vorgestellt. Auch die TFU-Beteiligung an einem Projekt mit dem Wissenschaftsrat und dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), welches sich mit dem Thema Ernährungs- und Agrarforschung beschäftigt, soll an dieser Stelle genannt sein. Die Arbeiten an den Länderberichten für das Geschäftsfeld Wehrtechnische Zukunftsanalyse (WZA) wurden fortgeführt. Neben diesen Tätigkeiten war TFU auch verantwortlich für das Entwickeln kleinerer Software-Tools, die die Effizienz quantitativer Analysen steigern konnten. Ein Beispiel hierfür ist die Programmierung eines Übersetzers für Suchanfragen, wie sie in verschiedenen Literaturdatenbanken gestellt werden.

Im Jahr 2021 startete schließlich auch ein großes Projekt, in welchem die beiden Säulen der Gruppe TFU vereinigt werden. Im sogenannten Competence Center – Technology Foresight (CC-TF) werden in Zukunft TFU-Wissenschaftler\*innen gemeinsam mit einem Pool von Hilfwissenschaftler\*innen die oben genannte Hochschulbindung auf eine neue Ebene heben. Im CC-TF, welches auch ein Innovationslabor umfassen soll, wird die methodische Breite des Fraunhofer INT fokussiert und kontinuierlich weiterentwickelt. Die im CC-TF gewonnenen Erkenntnisse werden wiederum in zukünftige Projekte einfließen.

Noch steckt das CC-TF in den Kinderschuhen, aber die Arbeiten an der Zukunft dieses neuen spannenden Projekts fußen auf den Erfahrungen vieler vergangener Projekte und Aktivitäten. Dieses breite Portfolio bildet die Basis für das Voranschreiten der neuen Gruppe TFU und lässt sie optimistisch in ihre Zukunft blicken. Auch wenn diese Zukunft noch nicht da ist, sie hat bereits begonnen.

# Gruppe KATI Lab – KLAB

---

**Foresight-Prozesse bauen darauf auf, große Mengen an Daten, Informationen und Wissen bereit zu stellen, zu verarbeiten, diese aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu betrachten und schließlich entsprechende Schlussfolgerungen zu ziehen. Welche Daten kann man dafür nutzen? Wie erschließt man sie und welche Methoden braucht man dafür? Dies sind die Kernfragen von Data Driven Foresight, die im neu gegründeten KATI Lab behandelt werden. Das KATI Lab wurde 2021 offiziell aus der ehemaligen Gruppe Tools und Methoden ausgegründet. Ebenfalls aus TM hervorgegangen ist die Gruppe Technology Foresight and University Hub (TFU) (S. 28).**

Das KATI Lab bearbeitet zwei zentrale Aufgaben. Zum einen die Erweiterung der wissenschaftlichen von Data Driven Foresight, also die Beantwortung der Frage, wie man aus der Fülle an verfügbaren Daten Wissen generieren und dieses gewinnbringend in einen Foresight- oder Innovationsprozess integrieren kann. Dabei geht es vor allem darum, geeignete Methoden zu entwickeln und zu evaluieren. Hierfür ist es wichtig, die anderen Geschäftsfelder in Projekten zu unterstützen und deren Fragestellungen mittels geeigneter Daten und Methoden zu adressieren.

Das zweite wichtige Standbein ist die Weiterentwicklung und Vermarktung des KATI-Systems (Knowledge Analytics for Technology & Innovation). Dieses ist in den letzten Jahren aus der Motivation heraus entwickelt worden, das Science Observatory – das kontinuierliche Beobachten und Analysieren möglichst aller Bereiche von Naturwissenschaft und Technik – am Fraunhofer INT effizienter zu gestalten. Das KATI-System, das täglich von den Wissenschaftler\*innen am Institut genutzt wird, eröffnet mit modernsten Methoden aus den Bereichen Data Mining, Bibliometrie und Visualisierung neue Möglichkeiten bei der Erschließung und Analyse von wissenschaftlichen Quellen.

Die Pandemie und der Umstand, im virtuellen Raum arbeiten zu müssen, bestimmten das vergangene Jahr. Dabei ist es ein Vorteil, dass das KATI Lab, welches die Entwicklung von KATI verantwortet, bereits seit einigen Jahren eng zusammenarbeitet. Bedingt durch den starken Fokus auf die Softwareentwicklung ist es für das Team relativ leicht möglich, im Homeoffice zu arbeiten. Gleichzeitig stellt dieser Fokus auch eine Achillesferse dar: Als die Wasser der Erft im Juli 2021 den Keller des Fraunhofer INT fluteten und der Strom ausfiel, fielen natürlich auch die Server aus. Damit war das KATI-Team zunächst stark eingeschränkt, was die weitere Entwicklung des Systems angeht. Es fehlte auch nicht viel – nämlich nur 3 cm!!! – und die Festplatten des Systems wären überflutet worden. So aber konnte

Die 2021 ausgegründete Gruppe KATI Lab beschäftigt sich im Rahmen von Data Driven Foresight damit, welche Daten für Foresight-Prozesse eingesetzt werden können, wie diese erschlossen werden können und welche Methoden dafür eingesetzt werden.



KATI dank des unermüdlchen Einsatzes der IT des Fraunhofer INT bereits zwei Wochen nach der Flutkatastrophe wieder in Betrieb genommen werden.

Im letzten Jahr war das KATI Lab vor allem mit drei herausragenden Projekten beschäftigt. Das ist zunächst KATI4 Fraunhofer. Im Rahmen dieses vom Vorstand geförderten Projektes wird das KATI-System allen Mitarbeiter\*innen der Fraunhofer-Gesellschaft zur Verfügung gestellt. Für das Team bringt dies vor allem die Herausforderung mit sich, KATI in die IT-Infrastruktur der gesamten Fraunhofer-Gesellschaft zu integrieren. Das bedeutet beispielsweise, dass das Anmeldeverfahren auf ein sogenanntes Single-Sign-On umgestellt wurde. Außerdem wurde zusammen mit den entsprechenden Abteilungen in der Zentrale ein Ticketsystem eingerichtet, um Supportanfragen und eventuelle Fehlermeldung besser bearbeiten zu können. Am Fraunhofer INT genügt es für die Kolleg\*innen zu wissen, wen vom KATI Lab sie anrufen können – bei potenziell 28.000 Nutzer\*innen ist das kein geeignetes Vorgehen mehr.

Das zweite große Projekt war die Erschließung der Dimensions-Daten für KATI, über die auf Seite 50 berichtet wird.

Schließlich konnte im September 2021 ein Projekt für das Planungsamt der Bundeswehr abgeschlossen werden, welches im März 2020 praktisch zeitgleich mit der Corona-Pandemie begonnen hatte. In einer nicht-technischen Studie für das Referat Zukunftsanalyse und die Innovationsreferate im Planungsamt wurde untersucht, wie (teil-)automatisierte Verfahren der Daten- und Textanalyse die Arbeit der Referate unterstützen können. Zusammen mit dem Geschäftsfeld Öffentliche Technologie- und Innovationsplanung (TIP) und der Gruppe Technology Foresight and University Hub (TFU) hat das KATI Lab in einem ersten Schritt den Bedarf der Referate

ermittelt und in eine Reihe von Use Cases gegossen. In einem zweiten Schritt wurde dann untersucht, welche Methoden und Daten für die Adressierung der Use Cases in Frage kommen und mögliche Lösungen skizziert. Eine Herausforderung dieses Projektes war, dass alle vorgesehenen Interviews und Workshops online durchgeführt wurden. Gerade am Anfang, als alle Beteiligten sich noch an die neue Technik gewöhnen mussten, war dies durchaus herausfordernd. Einzig der Abschlussworkshop konnte in Präsenz durchgeführt werden, was alle Teilnehmenden sehr positiv wahrgenommen haben.

Pandemie-bedingt waren Messeauftritte im letzten Jahr gesät und fanden überwiegend virtuell statt. Das betraf neben der Hannover Messe auch die verschiedenen wissenschaftliche Konferenzen, wie die International Conference on Scienceometrics & Informetrics, oder die Global Tech Mining Conference, an denen das KATI Lab in der einen oder anderen Form beteiligt war. Einzig im November konnte KATI auf den InnoDays der Führungsakademie der Bundeswehr in Hamburg live vorgestellt werden. Praktisch komplett online wurden auch die diversen Lehrveranstaltungen an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen und der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn durchgeführt, an denen das KATI Lab beteiligt war. Lediglich an der Freien Universität Berlin konnten erste Erfahrungen mit dem Konzept der hybriden Lehre gesammelt werden.

# Geschäftsfeld Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren – NSD

*Promotion »Digital Pulse Processing Methods for Simultaneous Efficient Detection and Identification of Neutron and Gamma Radiation of Novel Detection Materials«*

*Im vergangenen Jahr wurde innerhalb des Geschäftsfelds eine Promotion zur gleichzeitigen Detektion und Identifikation von Neutronen und Gammas mittels Pulsformanalyse in neuartigen Detektormaterialien abgeschlossen.*

Das Geschäftsfeld Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren (NSD) untersucht Fragestellungen im Bereich der nuklearen Sicherheitspolitik, der Bewertung bestehender und der Entwicklung neuer Detektionsverfahren für nukleare und radioaktive Stoffe mithilfe theoretischer und experimenteller Forschung und Entwicklung. Neben grundlegenden Untersuchungen werden Forschungsprojekte für industrielle und öffentliche Auftraggeber\*innen bearbeitet. Ferner wird die nationale Urteilsfähigkeit auf dem Gebiet nuklearer und radiologischer Waffen und den damit verbundenen asymmetrischen Bedrohungen vertieft und ausgebaut.

Die Kombination aus der Bearbeitung technischer Fragestellungen zur nuklearen Sicherheitspolitik und der Weiterentwicklung von nuklearen Detektionsverfahren erlaubt es dem Geschäftsfeld, sich sowohl bei internationalen Organisationen zu entsprechenden Themen kompetent einzubringen, als auch konkrete Fragestellungen der nuklearen Gefahrenabwehr für nationale Behörden und Unternehmen zu bearbeiten. Die Fähigkeiten werden zudem zur Bearbeitung einer Vielzahl von Projekten eingesetzt. So wird z. B. das Horizon 2020 Projekt STRATEGY (Facilitating EU pre-Standardisation process Through streamlining and validating interoperability in systems and procedures involved in the crisis management cycle) in

Kooperation mit dem Geschäftsfeld Öffentliche Technologie- und Innovationsplanung (TIP) bearbeitet. Das Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung eines europäischen Rahmens zur pre-Standardisierung im Krisenmanagement.

In Kooperation mit der Fakultät für Georesourcen und Materialtechnik der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen wurde eine Promotion abgeschlossen. Hierbei standen die Analyse und der Vergleich von digitalen Pulsform-Diskriminierungs-Methoden (PSD) anhand der Untersuchungen an dem neuartigen Detektormaterial CLYC:Ce im Fokus. Dieses ermöglicht einen gleichzeitigen Nachweis und die Identifikation von Gamma- und Neutronenquellen, wobei der Nachweis der Gammastrahlen über einen Szintillationsprozess erfolgt und die der Neutronen über eine Kernreaktion mit dem im CLYC:Ce enthaltenen Isotop Lithium-6.

Der dynamische Teil des Qualifizierungstestsystems für Strahlenmessgeräte QuTeSt wurde in Kooperation mit der Gruppe Wissenschaftlich-Technische Infrastruktur (WTI) für den Einsatz zur Untersuchung von Portalmonitoren für Fahrzeuge weiterentwickelt. Es hat nun eine größere verfügbare Schienenlänge, die Quelle kann auf bis zu 5 Meter angehoben werden und eine Fahrgeschwindigkeit von 2,2 m/s erreichen. Das geänderte System wurde im Frühjahr bei



einer großen externen Messkampagne eingesetzt, in deren Rahmen sowohl dynamische Tests an einem LKW-Portalmonitor als auch an verschiedenen Handmessgeräten zum Nachweis radioaktiver Stoffe erfolgreich durchgeführt wurden.

Inhalte der durchgeführten Arbeiten wurden im Rahmen von mehreren internationalen Fachtagungen präsentiert. Der persönliche Austausch und die Kontaktpflege waren jedoch auch in diesem Jahr nur sehr eingeschränkt möglich, da die besuchten Konferenzen nur virtuell stattfinden konnten. Erstmals fanden die Jahreskonferenzen der ESARDA (European Safeguards Research and Development Association) und des INMM (Institute of Nuclear Materials Management) als gemeinsame Veranstaltung statt. Die Tagung stand unter dem Titel »Advancing Together: Innovation and Resilience in Nuclear Materials Management«. Die Konferenz zählt zu den größten wissenschaftlichen Veranstaltungen ihrer Art im Bereich nukleare Überwachungs- und Verifikationsmaßnahmen. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass sowohl politische Fragestellungen wie auch detektionstechnische Aspekte beleuchtet werden. Vorgestellt wurden Testergebnisse, die mittels des dynamischen QuTeSt-Systems an einem tragbaren Messgerät gewonnen wurden.

Außerdem wurden im Rahmen der Wissenschaft und Technologie Konferenz SnT2021 der Organisation für die Umsetzung des Vertrags zum Verbot von Nuklearversuchen (CTBTO) Ergebnisse vorgestellt, die den Einfluss von verschiedenen Firmware-Versionen auf die Ergebnisse von Messungen an radioaktiven Quellen am Beispiel des Handmessgerätes D3S der Firma Kromek zeigen. Es zeigte sich ein Einfluss auf die interne Auswertung der Messwerte, sodass zur Bewertung von Messdaten immer der Zusammenhang mit dem verwendeten Gerät betrachtet werden muss und eine Qualifizierung von Messsystemen, d. h. Hardware und Messwertauswertung, notwendig ist.

Auch das Geschäftsfeld NSD ist durch das Hochwasserereignis beeinträchtigt worden. Waren die Büroarbeiten nahezu ohne Unterbrechung möglich, so ist die experimentelle Infrastruktur in größerem Maße betroffen. Leider hat ein nennenswerter Teil des vorhandenen Messequipments Schaden genommen und wird ersetzt werden; die Prüfungen und Reparaturen bei den Herstellern laufen ebenso wie notwendige Neubeschaffungen.

Das Geschäftsfeld beteiligt sich weiterhin an Normungsaktivitäten zu Strahlungsmessgeräten, national im DIN/VDE und international im entsprechenden IEC bzw. Iso Gremium. Hierbei werden speziell die Normen zu illegalem Transport von radioaktiven Materialien (illicit trafficking) betreut.

Die Simulationsaktivitäten konnten erfreulicherweise recht zeitnah nach der Hochwasserkatastrophe wieder aufgenommen werden und laufen nun ohne Einschränkungen.

# Geschäftsfeld Elektromagnetische Effekte und Bedrohungen – EME

Das Geschäftsfeld betreibt umfangreiche Normungsaktivitäten. Diese umfassen die DIN-Arbeitskreise TEM-Wellenleiter und Reverb-Chamber, die VG-Normenkreise zu NEMP- und Blitzschutz und zur Elektromagnetischen Verträglichkeit ebenso wie die Beteiligung als nationaler Vertreter an der Joint Working Group Reverberation Chamber der IEC und die Weiterentwicklung der HPEM-Normung auf NATO-Ebene.

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 der elektromagnetischen 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 (High Power Microwaves, 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 HPEM 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 betreibt das Geschäftsfeld umfangreiche Hochfrequenz- und Mikrowellenmesstechnik. Abgeschlossen wurde ein Bauprojekt für eine Absorberhalle, die eine aus dem zentralen Strategiefonds der Fraunhofer-Gesellschaft mitfinanzierte neue Testumgebung für das Geschäftsfeld darstellt.

Wie auch die anderen Bereiche des Instituts wurde das Geschäftsfeld durch die Flutkatastrophe im Juli 2021 deutlich betroffen. Im experimentellen Bereich müssen alle Testumgebungen und geschirmten Messkabinen sukzessive zurückgebaut, saniert, repariert und neu aufgebaut werden. Die laufenden Projekte, einschließlich der Arbeiten der Doktoranden des Geschäftsfelds, konnten unter erheblich erschwerten Bedingungen jedoch fortgeführt bzw. abgeschlossen werden.

Im Zuge der Forschung für das BMVg wurden 2021 ein durch das Wehrwissenschaftliche Institut für Schutztechnologien – ABC-Schutz (WIS) in Munster beauftragtes Projekt zur Methodikentwicklung und Standardisierung von HPEM-Testverfahren fortgesetzt. Im Rahmen eines Technical Agreement »Development of High Power Microwave Test Methodology and Procedures« wurde 2021 die Kooperation mit dem Schwedischen Forschungsinstitut der Verteidigung (FOI) zur genannten Thematik weitergeführt.

Im Themenbereich der HPEM-Störempfindlichkeit von Sensorik und der Einwirkung von HPEM auf die Informationssicherheit wird am Geschäftsfeld eine Promotion »IEMI and Information Security« betreut. Im EU-Projekt ETN Marie Curie »Pan-European Training, Research and Education Network on Electromagnetic Risk Management – PETER«, in dem das Geschäftsfeld einer von 19 Projektpartnern ist, wurde 2021 die Promotion zum Thema »EMI Risk Management on the

scale of the Smart Grid as a network of systems« fortgeführt. Ergebnisse zum Risikomanagement von kritischen Infrastrukturen wie dem Smart Grid bezüglich elektromagnetischer Interferenz wurden auf der virtuellen Konferenz EMC Europe 2021 und auf der Kleinheubacher Tagung 2021 vorgestellt. Ebenfalls abgeschlossen wurde das Projekt »SMARTKRIT – Smartes adaptives Energie-Management im Krisenfall unter Verwendung bestehender autonomer Transportsystemflotten« im Rahmen des Fraunhofer-Programms Young Research Class 2019 zum Thema »Resilienz Kritischer Infrastrukturen«. Das Geschäftsfeld war 2021 darüber hinaus Teil des durch die Fraunhofer-Gesellschaft geförderten Projektes »Resilienz urbaner Lebensräume RuLe«.

Das Geschäftsfeld betreibt weiterhin umfangreiche Normungsaktivitäten. Diese umfassen die DIN-Arbeitskreise TEM-Wellenleiter und Reverb-Chamber, die VG-Normenkreise zu NEMP- und Blitzschutz und zur Elektromagnetischen Verträglichkeit ebenso wie die Beteiligung als nationaler Vertreter an der Joint Working Group Reverberation Chamber der IEC und die Weiterentwicklung der HPEM-Normung auf NATO-Ebene.

# Geschäftsfeld Nukleare Effekte in Elektronik und Optik – NEO

---

*NEO führt Bestrahlungstests nach anerkannten Standards durch und berät Unternehmen bei der Strahlungsqualifizierung und -härtung.*

Das Geschäftsfeld Nukleare Effekte in Elektronik und Optik (NEO) des Fraunhofer INT ist auf dem Gebiet der Wirkung ionisierender Strahlung spezialisiert auf elektronische, optoelektronische und optische Komponenten und Systeme. NEO führt diese 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 Fraunhofer 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 beispielsweise für 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.

Im ersten Halbjahr standen in Fortsetzung der Entwicklungen der letzten Jahre einerseits die Untersuchungen zu Einzelteilcheneffekten (»Single-Event-Effects«, SEE), andererseits insbesondere die Evaluierung von kommerziellen Elektronikbauteilen (»commercial off the shelf«, COTS) unter Strahlungseinfluss im Vordergrund. Dabei geht es in beiden Fällen sowohl um Forschungsfragen zu den Ursachen und Wirkungen als auch um die Entwicklung neuer Messmethoden und -prozesse.

Trotz der Pandemie konnten im Jahr 2021 mehrere Kampagnen an externen, internationalen Beschleunigern durchgeführt werden, welche zuvor für mehrere Monate zurückgestellt worden waren.

Schließlich präsentierte sich das Geschäftsfeld auf mehreren virtuellen Veranstaltungen und veröffentlichte Beiträge in internationalen begutachteten Journalen. Dabei war NEO sowohl mit eingeladenen Vorträgen vertreten als auch in der Konferenzorganisation beteiligt.

Am 14. Juli 2021 änderte sich auch für das Geschäftsfeld NEO innerhalb weniger Stunden fast alles. Wesentliche Teile der experimentellen Infrastruktur sowie alle Büros der Mitarbeitenden waren vom Hochwasser betroffen.



Nachdem bestätigt werden konnte, dass die radioaktiven Quellen gesichert waren, waren die Wochen danach vor allem von Reinigungsarbeiten, der Sicherung von noch nutzbarer Ausrüstung sowie der Vorbereitung der Wiederinbetriebnahme geprägt.

Mehrere Labore und die darin befindlichen Testsysteme wurden vollständig zerstört, darunter auch das Laser-SEE Testsystem, eine Röntgenbestrahlungsanlage und Teststände wie der Kryostat zur Untersuchung von Strahlungseffekten bei sehr tiefen Temperaturen. Weitere Labore sind zumindest zeitweise nicht mehr nutzbar.

Bereits zwei Monate nach der Flut konnten dank des herausragenden Engagements der Mitarbeitenden des Fraunhofer INT aber wieder erste Experimente begonnen und die Co-60-Anlagen wieder vorläufig in Betrieb genommen werden. Ab Dezember 2021 wurden auch wieder Neutronenbestrahlungen durchgeführt.

Trotz aller Anstrengungen werden die Folgen der Flut auch das Jahr 2022 noch stark prägen. Investitionen sollen aus einem noch provisorischen Betrieb schrittweise wieder in einen planmäßigen Betrieb führen. NEO wird die Chancen nutzen, die in der Katastrophe liegen, um die Infrastruktur zu modernisieren und neue Untersuchungsmethoden zu implementieren.



## Auswirkung von Gammastrahlung auf Glas



*Hier finden Sie ein Video, welches die Auswirkung der Gammastrahlung der Kobalt-60-Quelle anhand von zwei unterschiedlichen Glasarten zeigt*

# Wissenschaftlich-Technische Infrastruktur – WTI

Die experimentellen Arbeiten in den drei Geschäftsfeldern Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren (NSD), Nukleare Effekte in Elektronik und Optik (NEO) und Elektromagnetische Effekte und Bedrohungen (EME) werden durch eine umfassende wissenschaftlich-technische Infrastruktur unterstützt. Zur Arbeitsgruppe Wissenschaftlich Technische Infrastruktur (WTI) gehören eine feinmechanische Werkstatt und eine elektronische Werkstatt. In der feinmechanischen Werkstatt werden Spezialteile für die Experimentieranlagen und für die Durchführung der Projekte hergestellt. Die elektronische Werkstatt entwickelt Elektronik für Experimente und Projekte, wartet und repariert Experimentier-Elektronik, Geräte und Anlagen.

Nach der Flutkatastrophe am 14. Juli 2021 bis zum Jahresende war die Arbeitsgruppe überwiegend mit der Beseitigung der Flutschäden beschäftigt. Die Arbeitsbereiche der Arbeitsgruppe wurden komplett zerstört und mussten geräumt werden. Durch Umzug in Container konnte eine zum Teil stark eingeschränkte Arbeitsfähigkeit wiederhergestellt werden. Die Aufräumarbeiten und die Vorbereitung zum Wiederaufbau werden auch 2022 fortgeführt.



## Feinmechanische Werkstatt

Für das Geschäftsfeld Nukleare Effekte in Elektronik und Optik (NEO) wurde für ein Kundenprojekt eine Probenhalterung zur Befestigung an der Bestrahlungsanlage TK1000B gefertigt.

An der Halterung werden vier vom Kunden gelieferte Probenbehälter befestigt. Die Proben in den Behältern werden dann später in der Anlage bestrahlt. Das Foto zeigt die Halterung und einen montierten Probenbehälter.



## Elektronische Werkstatt

Für eine Außenmessung des Geschäftsfelds Nukleare Sicherheitspolitik und Detektionsverfahren (NSD) wurde der dynamische Teil des Qualifizierungs-Testsystems für Strahlungsmessgeräte QuTeSt auf eine längere Messstrecke, auf größere Messhöhe und auf höhere Geschwindigkeit umgebaut. Der Auf- und Abbau des Messsystems und der Messportale des Kunden wurden geplant und durchgeführt.

Das Foto zeigt die Arbeitsgruppe WTI, in der Mitte das Unterteil des Testsystems, welches von einer Schiene geführt wird und rechts und links die beiden Messportale der Firma Arktis. Farblich abgesetzt die beiden Mitarbeiterinnen des Geschäftsfeldes NSD, die die Messkampagne leiten und durchführen.

### Das Sekretariat unterstützt die Geschäftsfelder mit:

- der organisatorischen 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 – BZD

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

Im Jahr 2021 wurde die Gruppe Zentrale Infrastruktur in die beiden Gruppen Zentrale IT (ZIT) und Bau, Liegenschaften und Innerer Dienst (BLI) aufgeteilt. Daneben umfasst die Abteilung weiterhin die Gruppen Finanzen, Personal und Recht (FPR), Marketing und PR (MPR) und den eigenständigen Bereich der Bibliotheks- und Fachinformationsdienste.

Die Gruppe **Finanzen, Personal und Recht** bearbeitet die Aufgabengebiete Einkauf, Buchhaltung, Rechnungswesen, Controlling, Personal, Reisemanagement und Veranstaltungsmanagement. Im abgelaufenen Jahr wurden alle Vorbereitungen für die Fraunhofer-weite Einführung von SAP zu Beginn des Jahres 2022 getroffen. Durch dieses System werden inzwischen nahezu alle Geschäftsprozesse der Institute erfasst und unterstützt. Fraunhofer geht damit einen wichtigen Schritt in die Digitalisierung und wird zu einem Vorreiter unter den großen deutschen Forschungsgesellschaften.

Die Gruppe **Zentrale IT** betreibt die gesamte IT-Infrastruktur und leistet den 1st-Level-Support für die Benutzer\*innen. Vor eine besondere Herausforderung wurde die Gruppe gestellt, als die Flut im Juli u. a. das gesamte Rechenzentrum zerstört hat. Unserem Team gelang es innerhalb von nur zwei Wochen, ein Ersatzrechenzentrum beim Schwesterinstitut Fraunhofer FKIE in Wachtberg zu errichten und die Mitarbeitenden wieder arbeitsfähig zu machen. Dadurch, dass wir im Vorjahr schon wegen der Corona-Pandemie die technischen und organisatorischen Voraussetzungen für das Arbeiten aus dem Home-Office geschaffen hatten, konnten alle Bürotätigkeiten schon nach einer kurzen Unterbrechung wieder aufgenommen werden.

Die neu geschaffene Gruppe **Bau, Liegenschaften und Innerer Dienst** wurde durch das Flutereignis ebenfalls vor eine schwierige Aufgabe gestellt. Die Wassermassen hatten die Keller vollständig geflutet und standen im Erdgeschoss bis 70 cm hoch. Dadurch wurden wesentliche Teile der

Liegenschaft schwer beschädigt, elektrische Anlagen und Heizung zerstört. Nach den ersten Aufräumarbeiten galt es zunächst, die Arbeitsfähigkeit in den Institutsräumen provisorisch wiederherzustellen. Anschließend ging es an die Planungen für den Wiederaufbau, der mittlerweile in vollem Gange ist. Der Gruppe BLI obliegt die gesamte nutzerseitige Steuerung der Sanierungsarbeiten, die vom Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW im Auftrag der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben durchgeführt werden.

In der Gruppe **Marketing und PR** werden alle zentralen Maßnahmen zur Kommunikation und Vermarktung der Arbeitsergebnisse aus den verschiedenen Geschäftsfeldern und Gruppen des Instituts durchgeführt. Dazu zählen unter anderem klassische Pressearbeit, Online-Kommunikation und Social Media, das Verfassen und Aufbereiten von Broschüren und Info-Materialien sowie die Organisation von Messe- und Konferenz-Auftritten. Auch im Jahr 2021 wurden aufgrund der COVID-19-Pandemie fast alle Fach- und Industriemessen abgesagt, sodass vor allem die digitalen Informationsangebote ausgebaut wurden. Nach dem Flutereignis kam die Krisenkommunikation dazu.

Im Vordergrund der Arbeit der **Bibliotheks- und Fachinformationsdienste** steht die Beschaffung und Verwaltung von Medien und die Unterstützung der Wissenschaftler\*innen bei Recherche und Informationsbeschaffung. Je nach Projektbedarf werden zusätzliche Fachdatenbanken und weitere Informationsquellen lizenziert und bereitgestellt. Auch unsere Bibliothek ist von der Flut schwer betroffen. Ein Teil der Bücher konnte gerettet und eingelagert werden, die Räume der Bibliothek sind jedoch geschädigt und werden derzeit saniert. Nach den aktuellen Planungen werden wir die Räumlichkeiten anschließend für die Dauer einer Übergangszeit mit Büroarbeitsplätzen ausstatten, sodass wir für die kommenden Jahre weitestgehend auf eine physische Bibliothek verzichten werden. In den letzten Jahren ging der Trend ohnehin immer stärker zur Nutzung von digitalen Informationsangeboten hin. Insofern werden wir auch hier versuchen, die Krise als Chance zu begreifen und die Bibliotheks- und Fachinformationsdienste zu einem modernen, digitalen Informationsdienstleister weiterentwickeln.

# Forschungs- Highlightberichte

---

Weiterentwicklung von Testverfahren im Bereich  
elektromagnetischer Hochleistungsstörungen

QUANTOM® – QUantitative ANalyse TOxischer und nicht-toxischer Materialien

KATI – Ein Deckel für viele Datentöpfe

Ein Jahr Forschung im Kontext von Corona:  
Das Projekt »Krisenmanagement und Resilienz Corona« (KResCo)

Krisenreaktion von Forschungsinstituten in Zeiten der Pandemie –  
Ein methodischer Beitrag zum KResCo-Projekt

InnoBOSK – Innovationsforum für die Vernetzung von BOS und KMU  
für innovative Lösungen und zivile Sicherheitsforschung





## Weiterentwicklung von Testverfahren im Bereich elektromagnetischer Hochleistungsstörungen

---

Zusammen mit einer deutschen und einer schwedischen Partnereinrichtung wurde ein Referenztestaufbau entwickelt, der als stabile Größe in erweiterten Verfahrens- und Laborvergleichen neue Erkenntnisse für die Weiterentwicklung der bisher kodifizierten Testnormen eröffnet.

Im Rahmen des Geschäftsfeldes EME wird schon seit Jahrzehnten an den störenden Auswirkungen von starken elektromagnetischen Feldern auf den Regelbetrieb von elektronischen Gerätschaften und Systemen geforscht. Als Spezialdisziplin der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) spricht man hier von High Power Electromagnetics (HPEM) oder auch Intentional Electromagnetic Interference (IEMI). Im letzteren Fall wird zusätzlich auch eine Absicht zur schädlichen Einwirkung impliziert. Vergleichbare Fragestellungen werden beispielsweise auf nationaler Ebene mit militärischer Schwerpunktsetzung beim Wehrwissenschaftlichen Institut für Schutztechnologien – ABC-Schutz (WIS) in Munster verfolgt. Aber auch auf internationaler Ebene finden sich ähnliche Fachforschungseinrichtungen.

### Normen zur Vereinheitlichung von Testverfahren

Den Bestrebungen, die Robustheit von Geräten gegen außergewöhnliche Störeinstrahlung labortechnisch zu untersuchen, ist gemein, dass auf eine Anzahl nationaler und internationaler Normenschriften zurückgegriffen werden kann. Dort werden beispielsweise Vorgaben für die Ausgestaltung und Durchführung von Belastungstests gemacht. Dabei werden zudem verschiedene Arten von Testeinrichtungen berücksichtigt und inklusive zulässiger Toleranzen in ihren physikalisch-technischen Eigenschaften näher spezifiziert.

Allerdings stellen sich hier im Zuge der stetigen Weiterentwicklung der Normenvorschriften eine Reihe von Fragen. Der Transfer von Messergebnissen zwischen verschiedenartigen Testeinrichtungen ist ebenso von Interesse, wie der Direktvergleich von nominell zumindest gemäß Normenvorschriften gleichwertigen Umgebungen. Von Produktnormen der industriellen EMV sind auch detaillierte Vorgaben bezüglich der Ausgestaltung von Versuchsaufbauten bekannt, die zielführend für den Bereich der Hochleistungstests adaptiert werden könnten.

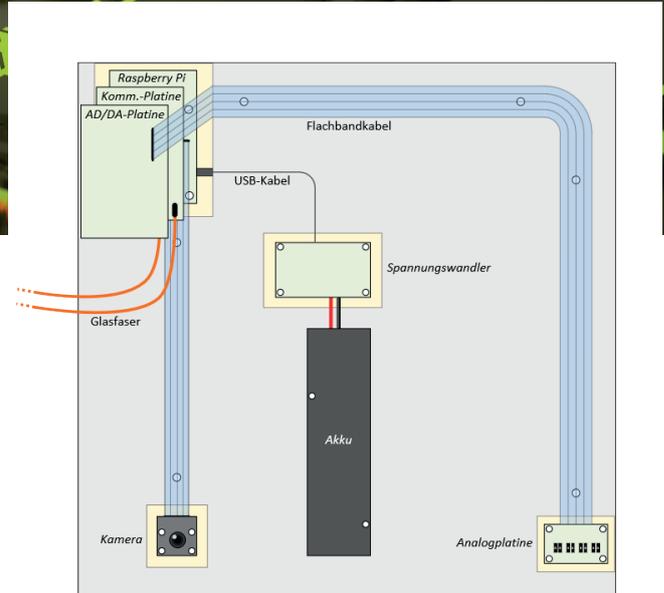
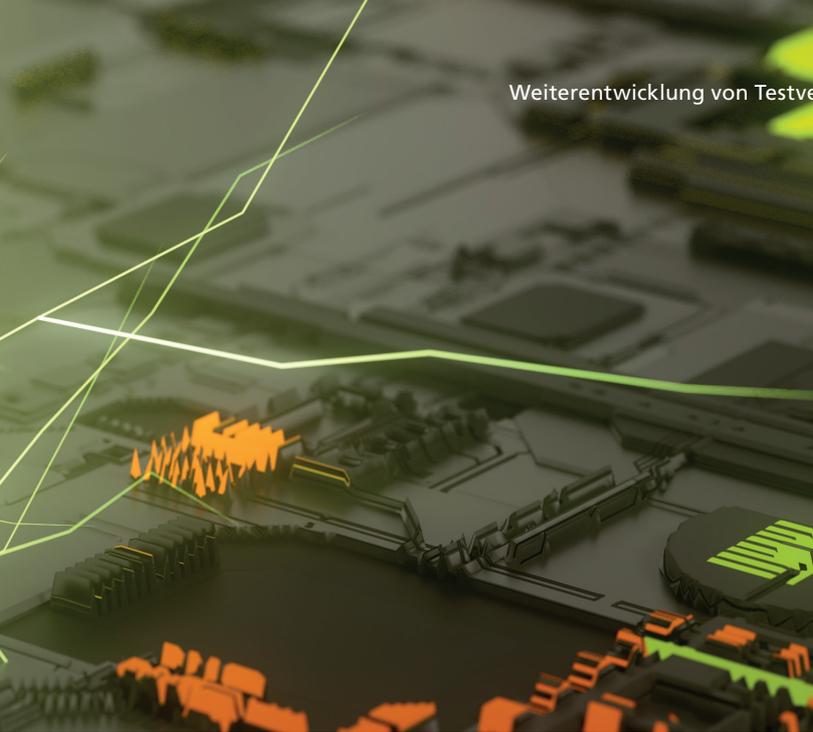


Abbildung 1: Schemazeichnung des Prüfaufbaus

### Unsicherheitsbudget in der Prozesskette

Um auch unter Umständen subtilere Effekte im Zusammenhang mit Testgestaltung und -durchführung aufspüren zu können, gilt es das Unsicherheitsbudget solcher Messungen mit und an hochfrequenten Wechselfeldern kritisch einzuordnen. Neben Schwankungen bei der Signalerzeugung und -weiterleitung kann auch die Testeinrichtung selbst, in der ein Prüfling mit den Störfeldern beaufschlagt wird, Eigenheiten bezüglich der Verteilung der Feldenergie aufweisen. Zusätzlich kommt es meist bei den Tests auch noch auf Ausrichtung, Verkabelung und Betriebszustand des jeweiligen zu testenden Geräts an. Um all diese Einflüsse auf das Unsicherheitsbudget besser kontrollieren zu können, bietet sich die Konzeption eines definierten Referenzprüflings an. Durch sein stabiles Ansprechverhalten können dann Eigenheiten in Signalkette und Testumgebung klarer herausgearbeitet werden.

### Kooperationsprojekt zur Weiterentwicklung der Testmethoden

Im Rahmen eines Technical Agreements zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich Schweden wurde ein Forschungsprojekt aufgesetzt, in welchem unter Beteiligung von Fraunhofer INT, WIS Munster und der Schwedischen Behörde für Verteidigungsforschung (FOI) die oben genannten Fragestellungen vertieft werden sollen. Kernkomponente der Aktivitäten ist ein eigens konzipierter Referenzprüfaufbau, der einen generischen Prüfling aus dem Bereich der IT-Systeme repräsentiert. Diese Vorgabe bildet die zunehmende Relevanz von Computersystemen in allen möglichen gesellschaftlichen Prozessen ab, speziell auch in kritischen Infrastrukturen. Neben den bestehenden Partnern wird weiteren Laboren die Teilnahme offengestellt, um die Datenbasis erhöhen und weitere Erkenntnisse in Vergleichsmessungen gewinnen zu können.



### Konzeption eines Referenztestaufbaus

Das letztendlich umgesetzte Konzept eines Referenztestaufbaus beruht auf einem Einplatinenrechner der Raspberry Pi-Familie von Systemen, welcher noch um Zusatzhardware ergänzt wurde. Neben einem digitalen Kameramodul wird über eine Analog-Digital-Wandlerplatine auch eine analoge Sensorkomponente eingeführt. Zur Minimierung von externen Einflüssen wurde die Möglichkeit zum autarken Batteriebetrieb implementiert. Die einzige Verkabelung nach außen hin besteht in einer Glasfaserverbindung zur seriellen Kommunikation zwischen Testwarte und Prüfumgebung. Durch die Unterbringung aller Komponenten auf einem quadratischen Hartschaumbrett von 40 cm Kantenlänge sind auch normenkonforme Messungen in Testeinrichtungen mit kleinem Prüfvolumen möglich.

Während der Belastungstests kann der/die Operateur\*in auf einem PC im Kontrollraum der jeweiligen Testeinrichtung den Systemzustand auf einer eigens dafür eingerichteten grafischen Nutzeroberfläche nachverfolgen. Sie gibt per farblich abgestimmte Anzeigeelemente über das Auftreten aller auf Grundlage von Explorationsmessungen definierten Fehlerbilder direkten visuellen Aufschluss.

### Bisherige Erfahrungen und Forschungsperspektiven

Das System tut sich mit vielseitigem, stabilem Ansprechverhalten hervor. In mehreren wissenschaftlichen Veröffentlichungen konnten weitere Eigenschaften beleuchtet werden, beispielsweise bezüglich der moderaten Serienstreuung der Kernkomponente, der guten Wiederholungsgenauigkeit von Einzelmessungen sowie der Abhängigkeit der Systemreaktion von der Einstrahlungsrichtung. Auch der Einfluss einer zeitlichen Variation der typischerweise intermittierend ausgelegten Prüfsignale konnte beleuchtet werden, ebenso wie das Systemverhalten für verschiedene Auslegungen seiner Komponentenverkabelung.

Aktuell laufende Untersuchungen beziehen sich auf den Vergleich verschiedener Testumgebungen und Labore. Die bisher gewonnenen Ergebnisse sollen bis zum Ende der Projektlaufzeit im Herbst 2022 in eine Datenbank eingespeist und damit für weitere Analysen zugänglich gemacht werden.

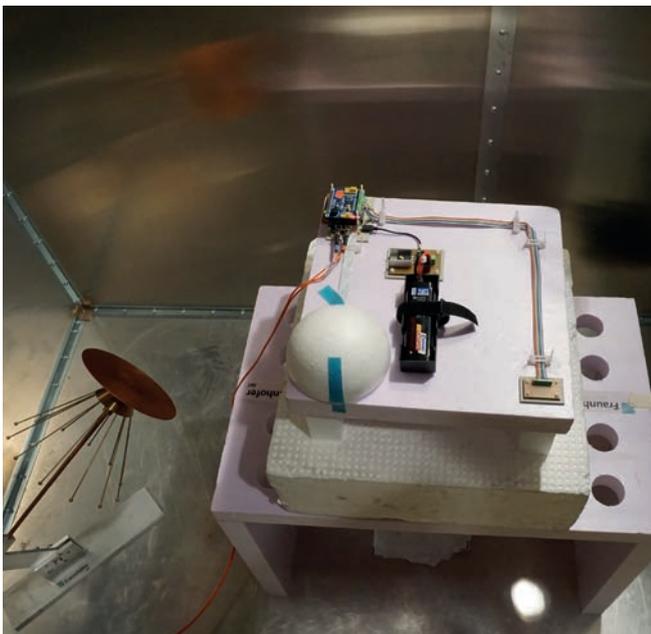


Abbildung 2: Versuchsaufbau in der Modenverwirbelungskammer

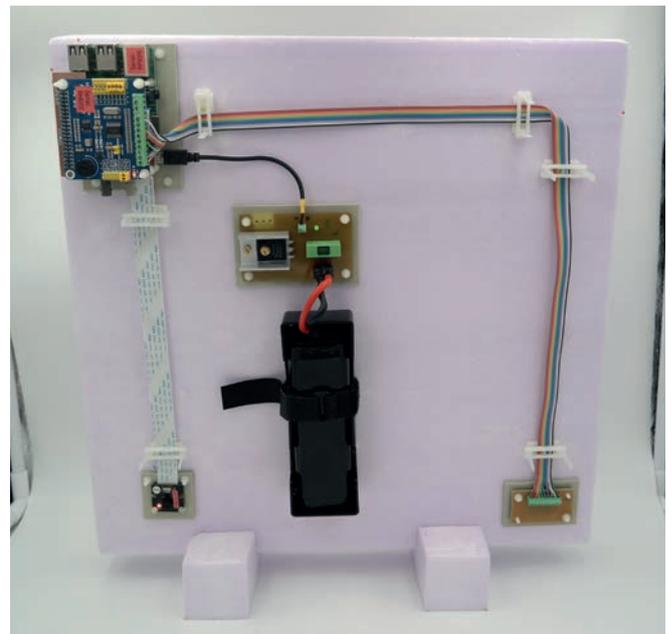


Abbildung 3: Referenztestaufbau, bestehend aus Einplatinencomputer, Zusatzmodulen und Stromversorgung auf einer Montageplatte



## QUANTOM® - QUantitative ANalyse TOxischer und nicht-toxischer Materialien

---

Ziele des Forschungsprojektes QUANTOM® sind die Entwicklung, der Aufbau und die Erprobung einer innovativen Fassmessanlage für die zerstörungsfreie stoffliche Analyse und Plausibilitätsprüfung von radioaktiven Abfällen, verpackt in 200-l-Stahlfässern. Hierzu kooperieren die drei Partner Framatome GmbH, AiNT GmbH und das Fraunhofer INT in einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt im Rahmen der Fördermaßnahme »FORKA – Forschung für den Rückbau kerntechnischer Anlagen«.

Bei einer Vielzahl verschiedener Aktivitäten entstehen radioaktive Abfälle. So fallen im Bereich der Nutzung der Kernenergie Abfälle beim Betrieb der Kernkraftwerke selber an. Auch im Bereich der Medizin, Industrie und Forschung werden radioaktive Stoffe und Strahler eingesetzt. Die langlebigeren Abfälle davon müssen passend längerfristig gelagert werden.

Für schwach- und mittelradioaktive Abfälle wird ab 2027 das Endlager Schacht Konrad zur Verfügung stehen. Radioaktive Abfälle, die in Schacht Konrad endgelagert werden, müssen bestimmten Kriterien entsprechen. Neben Grenzwerten für die enthaltenen Radionuklide müssen auch für

die nicht-radioaktiven Bestandteile bestimmte Grenzwerte eingehalten werden. Dies betrifft zum Beispiel giftige Stoffe wie Quecksilber oder Arsen.

Gerade bei Altabfall wird aus heutiger Sicht eine häufig unzureichende und unstimmgige Abfalldeklaration festgestellt, welche einer endlagergerechten Qualifizierung und Einlagerung im Wege stehen. Bislang erfolgt eine Überprüfung zur vollständigen endlagergerechten Charakterisierung radioaktiver Altabfälle meist durch eine aufwendige Öffnung der Fässer. Bei dieser Überprüfung ist das Personal einer erhöhten Strahlendosis ausgesetzt. Darüber hinaus ist nach erfolgter visueller Kontrolle oder Probenahme eine Umverpackung der Abfälle notwendig, was unter anderem zu einer Volumenvergrößerung führen kann. Des Weiteren führt das Öffnen von Fässern zu einer Deklaration der zu untersuchenden Altabfälle als Neuabfall, an welchen, im Gegensatz zu Altabfällen, deutlich restriktivere Anforderungen geknüpft sind. Alle diese Faktoren führen zu höheren Kosten für die Endlagerung des Abfalls.

Um die zerstörende Überprüfung der Abfallfässer zu vermeiden, bieten sich zerstörungsfreie Verfahren an. Zwei etablierte Verfahren sind hierbei die Detektion von Neutronen

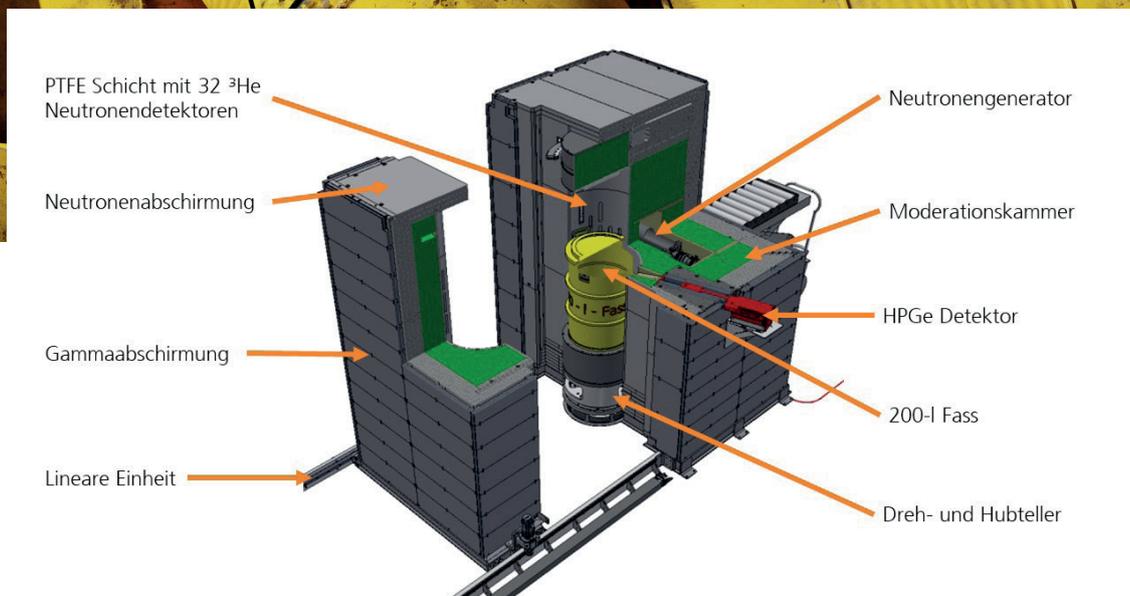


Abbildung 1: Schnittzeichnung der Quantum-Anlage mit Beschreibung der einzelnen Teilkomponenten.

und das abschnittsweise Scannen der Gamma-Aktivität. Diese können jedoch nur Informationen über die enthaltenen Radionuklide liefern, nicht hingegen über die nicht radioaktiven Elemente oder die entsprechende stoffliche Zusammensetzung.

An dieser Stelle setzt das QUANTOM®-Projekt an. Zur zerstörungsfreien Analyse wird das Verfahren der prompten Gamma-Neutronen-Aktivierungs-Analyse eingesetzt. Dabei gelangen schnelle Neutronen mit einem hohen Eindringungsvermögen in das Abfallfass. In einem umgebenden Moderator (siehe Abbildung 1) und dem Abfallfass verlieren die Neutronen einen Teil ihrer Energie und werden dann innerhalb des Fasses durch Atomkerne eingefangen. Hierbei senden die Atomkerne charakteristische Gammastrahlung aus, welche sozusagen einen Fingerabdruck der im Abfallfass enthaltenen Elemente darstellt. Die Strahlung dringt dann nach außen und wird dort mittels eines Detektors nachgewiesen. Auf diese Weise werden die im Fass vorhandenen Elemente identifiziert. Aus der Intensität der Strahlung lässt sich die Menge des jeweiligen Elementes ermitteln. Die Zusammensetzung des Abfalls kann dadurch bestimmt werden. Das einzelne Fass wird bei der Untersuchung abschnittsweise gedreht und angehoben (48 Abschnitte),

sodass immer ein anderer Abschnitt vermessen wird. Dadurch wird die örtliche Verteilung der Elemente im Fass bestimmt.

Der Aufbau der Anlage findet seit 2019 im Technikum des Konsortialpartners AiNT statt und wurde im Jahr 2020 erfolgreich abgeschlossen. Framatome übernimmt hierbei die Beschaffung, die mechanische Konstruktion der Anlage und die Entwicklung der Anlagensteuerung. Der Konsortialpartner AiNT entwickelt die Mess- und Auswerterroutinen, um aus den Messdaten die Elementverteilung innerhalb des Fasses zu ermitteln. Das Fraunhofer INT ist für die Messung des Neutronenflusses sowohl an der Quelle als auch in der Umgebung des Fasses zuständig.

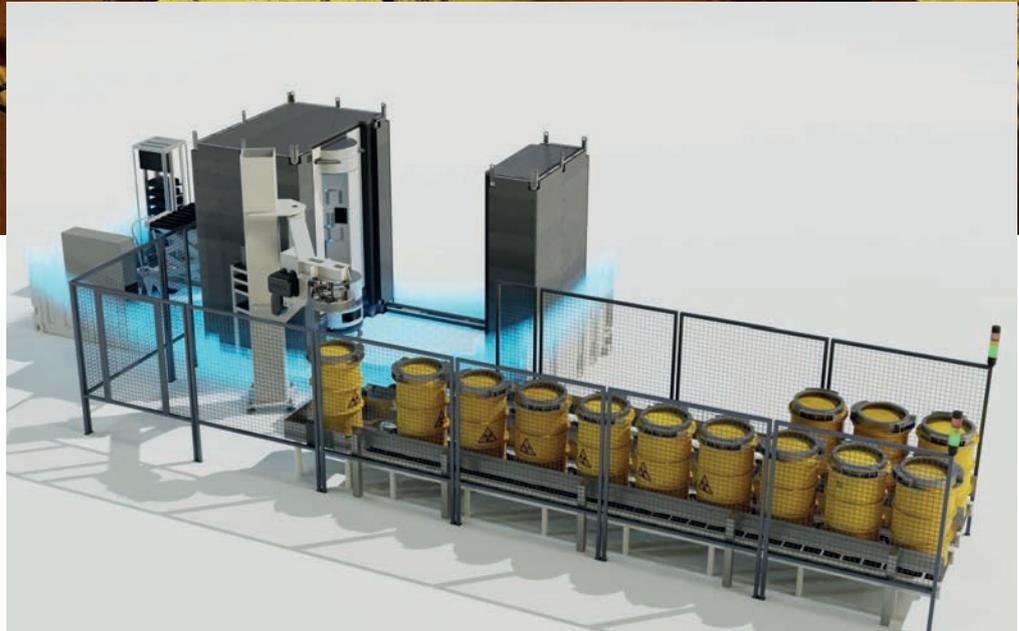


Abbildung 2: Im automatisierten Betrieb der Quantomanlage erfolgt die Zu- und Rückführung der Abfallfässer über ein Förderband

Abbildung 2 zeigt eine Ansicht des aktuellen Planungsstandes der Anlage. Die Abfallfässer werden über ein Förderband der Anlage zugeführt. Der Kran nimmt ein Fass auf und setzt es in die Messkammer, wo es mit Neutronen bestrahlt wird. In der Messkammer ist das Fass von Graphit umgeben, welches die Neutronen moderiert und so die Effizienz der Anlage verbessert. Diese Kammer wird für eine Messung geschlossen. Das Fass steht in der Kammer auf einem Dreh- und Hubteller, mit dem der zu messende Abschnitt vor dem Detektor platziert wird. Es gibt insgesamt zwei hochauflösende Gammadetektoren (HPGe), damit die gesamte Messung schneller erfolgt.

Das Neutronenfeld innerhalb der Anlage wird durch den Inhalt des Fasses beeinflusst, was sich wiederum auf die Messergebnisse auswirkt. Für eine qualitative Auswertung ist daher die Kenntnis der Neutronenverteilung im Inneren des Fasses essentiell. Hierzu entwickelt AiNT ein Softwaremodul, welches diese Verteilung im Rahmen der Auswertung berechnet. Die Validierung mit nicht radioaktiven Fässern ist erfolgreich abgeschlossen worden. Hierbei ist es jedoch wichtig, dieses Modell mit Messwerten abzugleichen. Hierzu hat das Fraunhofer INT ein System entwickelt und aufgebaut, welches an 32 Stellen um das Fass herum den thermischen

Neutronenfluss misst und zusätzlich mithilfe eines weiteren Neutronendetektors (Spaltkammer) die Quellstärke des Neutronengenerators bestimmt. Hierzu wurden geeignete Komponenten ausgewählt und die Anordnung der Detektoren für den Anwendungszweck mittels Monte-Carlo N-Particle Transport Code (MCNP, ein Programm zur Simulation nuklearer Prozesse) Simulationen optimiert. Das System wurde zuerst am Fraunhofer INT in Betrieb genommen und anschließend im Technikum von AiNT in die Gesamtanlage integriert. Auch die Softwareansteuerung der Neutronendetektoren wurde am Fraunhofer INT realisiert.

Mit QUANTOM® wird in Zukunft eine Anlage zur Verfügung stehen, mit der sich Abfallfässer zerstörungsfrei und ohne Neuverpackung analysieren lassen. Damit wird die Strahlenexposition des Betriebspersonals stark vermindert und eine Abfallvolumenvergrößerung vermieden. QUANTOM® ist als eine mobile, in einem Standardcontainer integrierte Messanlage geplant. Dies ermöglicht den Einsatz der Messanlage direkt dort, wo die Abfälle gelagert oder konditioniert werden und vermeidet dadurch unnötige Transporte von radioaktivem Abfall. Damit liefert dieses Projekt einen wichtigen Beitrag für die sichere und effiziente Entsorgung von radioaktivem Abfall.



Abbildung 3: Fertig aufgebaute Anlage

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



QUANTOM

Das Verbundvorhaben QUANTOM® wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 15S9406A / B / C gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Projektpartnern.



# KATI – Ein Deckel für viele Datentöpfe

Pünktlich zur Hannover Messe 2021 verkündeten Digital Science und das Fraunhofer INT eine Kooperation, um das KATI-System Interessent\*innen außerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft zur Verfügung zu stellen. Damit wurde die Basis dafür gelegt, KATI zu vermarkten – ein Meilenstein in der Entwicklung von KATI und der Geschichte des Instituts.

Welche Vorteile bringt die Erweiterung von KATI durch die Dimensions-Daten? Und welche technischen Herausforderungen mussten gemeistert werden, um diese Vorteile nutzen zu können? Darum soll es in diesem Artikel gehen. Alles begann ein Jahr zuvor im März 2020 mit einem ersten Gespräch zwischen Christian Herzog und Mario Diwersy von Digital Science am Fraunhofer INT, um die Möglichkeiten einer Kooperation auszuloten. Schnell wurde klar, dass beide Seiten darin eine Chance sehen und so begannen parallel zu den Gesprächen über die Formalitäten die technischen Arbeiten zur Erschließung des umfangreichen Datensatzes.

## Die Struktur der Daten

In der Dimensions-Datenbank sind die bibliographischen Daten von mehr als 120 Millionen Publikationen erfasst, darunter Angaben zum Titel, den Autor\*innen, dem Journal und dem Jahr der Veröffentlichung eines Papers. Insofern waren relativ wenige Anpassungen des am Fraunhofer INT entwickelten Datenmodells notwendig, welches auf der Nutzung einer sogenannten Graphdatenbank oder auch RDF-Stores basiert. Letzteres steht für Resource Description Framework und erlaubt es, die Beziehungen zwischen sogenannten Ressourcen zu modellieren, welche durch Relationen miteinander verknüpft sind. Im Falle von KATI ist beispielsweise ein Paper eine solche Ressource und ein Autor eine weitere. Diese können nun durch die Relation „geschrieben von“ miteinander verknüpft werden. Auf diese Weise entstehen sogenannte Triples aus zwei Ressourcen und einer Relation:

*Paper A – geschrieben von – Autor X*

Diese Art der Datenaufbereitung hat sich als sehr mächtig erwiesen und ist die Grundlage für viele Möglichkeiten und Features, die das KATI-System seinen Nutzer\*innen bietet.

Trotz dieser prinzipiellen Ähnlichkeiten, gibt es einige dezidierte Neuerungen und Erweiterungen der Dimensions-Daten, die ein paar Anpassungen auch im Maschinenraum von KATI nötig machten.

Das ist zum einen der Umstand, dass Dimensions Institutionen durch einen eindeutigen Identifikator beschreibt. Dies erleichtert eine ganze Reihe von Analysen, die man mit KATI durchführen kann.

Ein weiterer wichtiger Unterschied besteht darin, dass Dimensions nicht nur ein Klassifikationssystem benutzt, sondern mehrere. Dazu zählen insbesondere:

- Die sogenannten Fields of Research, die auf einem australisch-neuseeländischen Klassifikationssystem beruhen und insgesamt zwei Ebenen umfassen. Sie entsprechen einer klassischen Unterteilung in wissenschaftliche Disziplinen und Teildisziplinen.
- Die Sustainable Development Goals, die am 1. Januar 2016 von den Vereinten Nationen in Kraft gesetzt wurden.
- Diverse weitere Systeme, die vor allem aus dem medizinischen Bereich stammen.

Die Zuordnung einer Publikation zu den verschiedenen Klassen wird von Digital Science automatisch vorgenommen und nutzt entsprechend trainierte Klassifikationsalgorithmen. Es handelt sich also um eine Artikel-basierte Klassifikation, die nicht auf der Zuordnung der jeweiligen Journale zu einer oder mehrerer Klassen beruht. Dies erlaubt eine feinere und genauere Zuordnung von Publikationen zu den verschiedenen Klassen.

## Die Struktur des Systems

Um dieser leicht unterschiedlichen Struktur der Daten Rechnung tragen zu können, musste natürlich auch das KATI-System angepasst werden. Das betraf zunächst das Datenmodell, welches dem System zugrunde liegt. Anschließend wurde der sogenannte Transformer modifiziert. Dieses Programm ist dafür zuständig, die Rohdaten in die oben erwähnten Triples zu überführen, die dann in einem zweiten Schritt in eine entsprechende Datenbank geladen werden. Anschließend werden diese mittels einer geeigneten Suchmaschine durchsuchbar gemacht. Dafür hat das KATI Lab die sogenannte Pumpe programmiert, welche dafür sorgt, dass die durchsuchbaren Daten aus der eigentlichen Graphdatenbank in den Suchindex kopiert werden.

All diese Anpassungen fanden zunächst im sogenannten Backend, also sozusagen im Maschinenraum statt. Aber auch am Frontend, der eigentlichen Benutzeroberfläche mussten Anpassungen vorgenommen werden, die alle Komponenten des KATI-Systems betrafen, also sowohl die Gestaltung der Suchoberfläche als auch die der sogenannten Ressource-Seiten und die Analyseseiten mit den verschiedenen Dashboards.

So musste beispielsweise die Gestaltung der Filter auf der Suchseite angepasst werden, um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass man die Ergebnisse nun nach mehreren Kategoriensystemen filtern kann und diese zum Teil auch noch hierarchisch angeordnet sind.

Die größten Änderungen gab es naturgemäß im Analyseteil des KATI-Systems, da hier alle Visualisierungen, die auf den Dashboards genutzt werden, angepasst werden mussten. Hinter jeder dieser Abbildungen stecken letztlich eine oder mehrere Datenbankabfragen, welche dafür verantwortlich sind, dass die notwendigen Daten bereitgestellt werden. All diese Suchanfragen mussten modifiziert werden, um der geänderten Datenstruktur Rechnung zu tragen. Das umfasste mehr als 30 Visualisierungen, für die mehr als 30 Datenbankabfragen erstellt oder angepasst werden mussten.

Diese Gelegenheit hat das Team des KATI Labs genutzt, um die gesamte Benutzeroberfläche einem umfassenden Re-Design zu unterziehen. Das betrifft sowohl die Struktur des Codes, um dessen Pflege und Erweiterung künftig einfacher zu gestalten, als auch das Erscheinungsbild. So wurden wichtige Elemente wie die Filter für die Suchergebnisse oder der Workspace neugestaltet und funktional erweitert. Weitere wichtige Verbesserungen betreffen die Gestaltung der Dashboards, welches nun bspw. die Möglichkeit bieten, das Erscheinungsbild der Visualisierungen zu beeinflussen.

Mit der Erschließung der Dimensions-Daten durch das KATI-Team steht nun eine Version des Systems zur Verfügung, die wir Interessent\*innen außerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft zur Verfügung stellen können, so dass eine kommerzielle Vermarktung möglich ist. Dabei haben wir mit Digital Science einen starken und kompetenten Partner an unserer Seite. Im Laufe des Prozesses konnte die Gruppe demonstrieren, dass sowohl das Datenmodell als auch das Gesamtkonzept des KATI-Systems so flexibel gestaltet sind, dass dieses um weitere Datentöpfe erweitert werden kann. Derzeit arbeiten wir an der Erschließung von Patentdaten, um hiermit eine weitere wichtige Informationsquelle für die Technologiefrühaufklärung am Fraunhofer INT zur Verfügung zu haben. Damit ist das Institut für die weitere Entwicklung im Bereich Data Driven Foresight sehr gut aufgestellt.

## Ein Jahr Forschung im Kontext von Corona: Das Projekt »Krisenmanagement und Resilienz Corona« (KResCo)

---

Im Dezember 2021 wurde das Konsortialprojekt »KResCo« (Krisenmanagement und Resilienz – Corona) nach einem Jahr intensiver Forschung beendet. Im Rahmen des Projekts, welches vom Anti-Corona-Programm der Fraunhofer-Gesellschaft gefördert wurde, wurden verschiedene gesellschaftliche Bereiche beleuchtet, ihre Praktiken analysiert und Handlungsempfehlungen abgeleitet.

In enger Zusammenarbeit erarbeiteten mehrere Fraunhofer-Institute so für verschiedene gesellschaftliche Bereiche Vorschläge, um nachhaltige Lehren aus der Corona-Pandemie zu ziehen und die gesellschaftliche Resilienz zu verbessern. Die beteiligten Institute kooperierten in den verschiedenen Arbeitspaketen (APs) und bündelten so ihre Kompetenzen und Methoden für eine möglichst ganzheitliche, nicht-technologische, systemische Betrachtung.

Das projektbegleitende Forschungsdatenmanagement (AP2) wurde unter der Leitung des Fraunhofer IRB im Hinblick auf die Ableitung guter Praktiken und Lehren für zukünftige Forschung durchgeführt. Hierbei wurde das Konzept der Data Governance – ein System aus Regeln und Entscheidungsstrukturen, das in Forschungsorganisationen für die bestmögliche

Nutzung und Qualität von Forschungsdaten eingesetzt werden kann, im Rahmen des Projekts »KResCo« erprobt.

In den Arbeitspaketen »Politische Entscheidungen« (AP3) sowie »Wirtschaft und Gesellschaft« (AP4) wurde unter der Leitung des Fraunhofer ISI aus mehreren europäischen Datenbanken ein Datensatz erstellt. Damit konnten verschiedene Phänomene rund um die politischen Maßnahmen in einem Zeitverlauf mit Pandemie bezogenen gesundheitlichen und auch gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Konsequenzen und weiteren Kriterien (Inzidenzen, Krankenhausauslastung und noch vieles mehr) erfasst werden und so ein gutes Bild des jeweiligen Status Quo in unterschiedlichen Ländern abgeleitet werden.

Das Fraunhofer IMW untersuchte grenzüberschreitende Kooperationen und die Folgen der Pandemie in Forschung, Entwicklung und Innovation zwischen deutschen Akteuren und ihren Partnern in verschiedenen Länderkontexten (Israel, Schweden, Schweiz, Südkorea, Thailand) im Arbeitspaket »Bilaterale Innovationsnetzwerke« (AP5).

Das Arbeitspaket »Bevölkerungsschutz und Gefahrenabwehr« (AP6) betrachtete unter der Leitung des Fraunhofer IAO in



einer Reihe von europaweiten Interviews und intensiver Recherche den Bereich der Gefahrenabwehr und des Bevölkerungsschutzes näher.

Im Arbeitspaket »Anwendungsorientierte Forschung« (AP7) wurden unter der Leitung des Fraunhofer ISI in einer Reihe von europaweiten Interviews und weiteren Methoden Organisationen der angewandten Forschung (insbesondere Research & Technology Organisations, RTOs) näher betrachtet.

Um das Projekt abzurunden, wurden im letzten Arbeitspaket (AP8) die Ergebnisse und Handlungsempfehlungen aus den einzelnen gesellschaftlichen Bereichen vom Fraunhofer INT gebündelt und zielgruppenadaptiv aufbereitet. Es entstanden Policy Briefs für Entscheidungsträger\*innen in der Gesundheitspolitik, der Innenpolitik, der Forschungspolitik sowie in Organisationen der anwendungsorientierten Forschung, der Gefahrenabwehr, des Bevölkerungsschutzes und des Forschungsdatenmanagements. Neben Handlungsempfehlungen für diese Zielgruppen wurden im Projekt außerdem übergeordnete Handlungsfelder identifiziert. Diese beschäftigen sich mit den folgenden Überthemen: Verbesserung von Vernetzung, dem Mehrwert von systemischer (nicht rein

technologischer) und interdisziplinärer Forschung und der Verbesserung von Informationsbasis und Informationsaustausch durch bessere Daten.

Der Abschluss des Projekts fand in Form einer (pandemiebedingt) digitalen Abschlussveranstaltung mit 170 Teilnehmenden statt. Die Vorträge der Arbeitspaketleitungen zu den abgeleiteten Handlungsempfehlungen, Ergebnissen und den Arbeiten des Projekts lassen sich auf unserer Projektwebsite finden: [www.kresco.fraunhofer.de](http://www.kresco.fraunhofer.de)

Für weitere Informationen und Fragen zum Projekt und den Ergebnissen wenden Sie sich gerne an uns:  
[larissa.mueller@int.fraunhofer.de](mailto:larissa.mueller@int.fraunhofer.de)  
[kresco@int.fraunhofer.de](mailto:kresco@int.fraunhofer.de)

## Krisenreaktion von Forschungsinstituten in Zeiten der Pandemie – Ein methodischer Beitrag zum KResCo-Projekt

---

Das Projekt »Krisenmanagement und Resilienz - Corona« (KResCo) hatte es sich zur Aufgabe gemacht, politische Entscheidungen im Zusammenhang mit der COVID-19-Pandemie und deren Auswirkungen zu analysieren und entsprechende Handlungsempfehlungen zu formulieren (siehe auch S. 52).

Das Ziel von Arbeitspaket 7 des Projekts war es, die Corona-bezogenen Forschungsaktivitäten verschiedener europäischer Länder und der jeweils in diesen Ländern vertretenen Forschungsorganisationen zu analysieren und in Relation zueinander zu bringen. Diese Arbeiten wurden in Kooperation mit den Gruppen TFU und WZA unter Nutzung quantitativer Methoden realisiert.

Die Forschungsaktivität der einzelnen Länder wurde mittels der jeweiligen Publikationen im Web of Science analysiert. Hierfür wurde eine Methodik entwickelt, die in einem iterativen Prozess, mit einer Fachexpertin in einem Klassifikationssystem für die Corona-Forschung resultierte. Mit Hilfe dieser Methodik wurden zehn verschiedene Themen-Klassen definiert (z. B. »Prevention«) und durch entsprechende Suchanfragen beschrieben. In einem weiteren Schritt wurde ein auf Natural Language Processing basierender Ansatz

des maschinellen Lernens genutzt, um die Publikationen der Corona-Forschung entsprechend den Klassen zuzuteilen. Hierbei dienten die aus den Suchanfragen der Klassen gewonnenen Publikationen als Trainingsdaten. Die Resultate wurden durch die Fachexpertin evaluiert und Änderungsvorschläge für das Klassifikationssystem sowie die einzelnen Suchanfragen der Klassen berücksichtigt. Die betrachteten Länder mit den entsprechenden Forschungsorganisationen waren Deutschland mit der Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), die Niederlande mit der Niederländischen Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung (TNO) und Österreich mit der Forschungseinrichtung Austrian Institute of Technology (AIT).

Diese innovative Art der Analyse ermöglichte einen zeitlichen Vergleich zwischen den Jahren 2020 und 2021 auf der einen Seite sowie einen Vergleich der Länder- und Organisations-ebenen auf der anderen Seite. Zur Illustration dient Abbildung 1. Dort zu sehen ist ein Vergleich der Forschungsaktivitäten in Deutschland und den Niederlanden im Vergleich zur Projekt-Reaktion der jeweiligen Forschungsorganisation. Hier fallen mehrere Dinge auf. Zum einen der starke Fokus der FhG und der TNO auf den Bereich »Prevention«. Bei der FhG ist der recht hohe Anteil an Projekten, die sich der Klasse

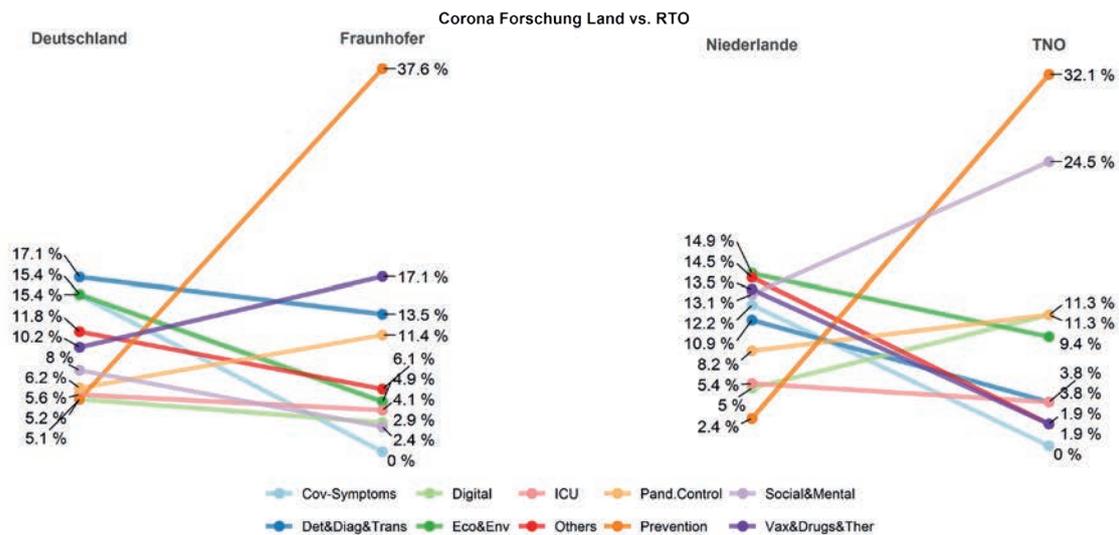


Abbildung 1: Vergleich der Corona-Forschung innerhalb eines Landes und der »Research and Technology Organisation« (RTO). Links: Forschung in Deutschland vs. Corona-Reaktion der Fraunhofer-Gesellschaft. Rechts: Forschung in den Niederlanden vs. Corona-Reaktion der TNO.

»Vax&Drugs&Ther« zuordnen lassen, ebenfalls bemerkenswert. Bei der TNO ist die Klasse »Social&Mental« am zweitstärksten vertreten und liegt damit weit über der länderspezifischen Aktivität und auch über der von der FhG. Während der Bereich »Cov-Symptoms« sowohl in der deutschen als auch der niederländischen Forschungslandschaft eine wichtige Rolle einnimmt (15,4 % und 12,2 %), lässt sich auf Seiten der Projekte der FhG und der TNO hier keines identifizieren. In dem Bereich »Pand.Control« sind beide Institutionen wieder deutlich aktiver als die länderspezifische Forschung. Insgesamt lassen sich viele Gemeinsamkeiten in der Forschungsaktivität der »Research and Technology Organisations« (RTOs) herausarbeiten, ebenso wie viele gemeinsame Unterschiede im Vergleich zur länderspezifischen Forschung.

Damit ist diese Methode ein gutes Beispiel für die aktive Methodenweiterentwicklung, um Perspektiven auf quantitative Daten zu eröffnen, die vorher in dieser Form so nicht genutzt wurden.

Diese innovative Art der Analyse ermöglichte einen zeitlichen Vergleich zwischen den Jahren 2020 und 2021 auf der einen Seite sowie einen Vergleich der Länder- und Organisationsebenen auf der anderen Seite.



## InnoBOSK – Innovationsforum für die Vernetzung von BOS und KMU für innovative Lösungen und zivile Sicherheitsforschung

---

Eines der Grundprobleme in der zivilen Sicherheitsforschung und in den Innovationsaktivitäten von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) ist der mangelnde Austausch zwischen den BOS als Endanwendern auf der einen Seite und Anbietern (insbesondere kleiner und mittlerer Unternehmen – KMU) auf der anderen. Bisher gab es in Deutschland kein entsprechendes Cluster, das fachdienstübergreifend agiert und sowohl die polizeiliche als auch die nicht polizeiliche Gefahrenabwehr einbindet.

Der bisherige Mangel begründet sich nicht zuletzt darin, dass BOS bedingt durch den föderalen Aufbau sehr divers organisiert und insbesondere auch in Hinblick auf Forschungsaffinität und Fähigkeit zur Bedarfserhebung sehr unterschiedlich aufgestellt sind. Dies macht es wiederum für KMU kaum leistbar, einen grundsätzlichen Überblick über tatsächliche Forschungs- und Technologiebedarfe bei BOS zu erhalten, was eine am wirklichen Bedarf orientierte Entwicklung neuer Lösungen behindert.

Das 2021 unter der Förderinitiative »Innovationsforum Mittelstand« vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte und von der Bundesanstalt für Materialforschung geleitete Projekt »InnoBOSK« erschuf erstmalig systematisch die enge und direkte Vernetzung von Anbietern/KMUs und Endanwendern/BOS' in der zivilen Sicherheitsforschung in Deutschland. Im Rahmen des Projekts wurden diverse Workshops und ein Innovationsforum umgesetzt, in denen eine auf der Methodik des Fraunhofer INT basierte strukturierte und einheitliche Erhebung von Forschungs- und Innovationsbedarfen bei BOS durchgeführt wurde. Die Ergebnisse wurden in konsolidierter und priorisierter Form den beteiligten KMUs bereitgestellt. Für BOS wurde darüber hinaus vom Fraunhofer INT ein Trendscouting hinsichtlich aktueller relevanter Technologien unter den Themenblöcken »Antriebs- und Energieformen«, »Technik und Methodik in der Ausbildung« sowie »Vernetzte Einsatz- und Führungsmittel« durchgeführt und in Form von Technologie-Steckbriefen zur Verfügung gestellt.



*Berliner Feuerwehr bei einer Übung zum Katastrophenschutz; Quelle: BAM*

Durch den parallelen Aufbau und Betrieb einer (langfristigen) Kooperationsplattform wurde in »InnoBOSK« zudem der direkte Austausch und Wissenstransfer zwischen den Akteuren ermöglicht. Dies soll auch langfristig zu einer engeren Vernetzung von Endanwendern und Anbietern führen und so zur Vermeidung von Fehlentwicklungen, Fehlinvestitionen durch »Lösungen ohne Problem« oder gar Aufgabe weiterer Entwicklungen beitragen. Der aktive Austausch kann darüber hinaus letztendlich auch in Aktivitäten wie der Bildung von Forschungskonsortien und Entwicklungsprojekten münden. Für die beteiligten KMUs bedeutet die exklusive Bereitstellung der strukturierten Forschungsbedarfe der BOS auch eine höhere Wettbewerbsfähigkeit und Marktchancen sowohl auf deutschem als auch europäischem und weltweitem Markt.

Der Beitritt zum »InnoBOSK Netzwerk« bzw. der digitalen Plattform und damit der Zugriff auf die detaillierten Projektergebnisse ist jederzeit möglich. Für die entsprechenden Zugangsdaten senden Sie bitte eine E-Mail an [innobosk@bam.de](mailto:innobosk@bam.de).

**»Neues Netzwerk für besser abgestimmte Lösungen in der zivilen Sicherheit.«**

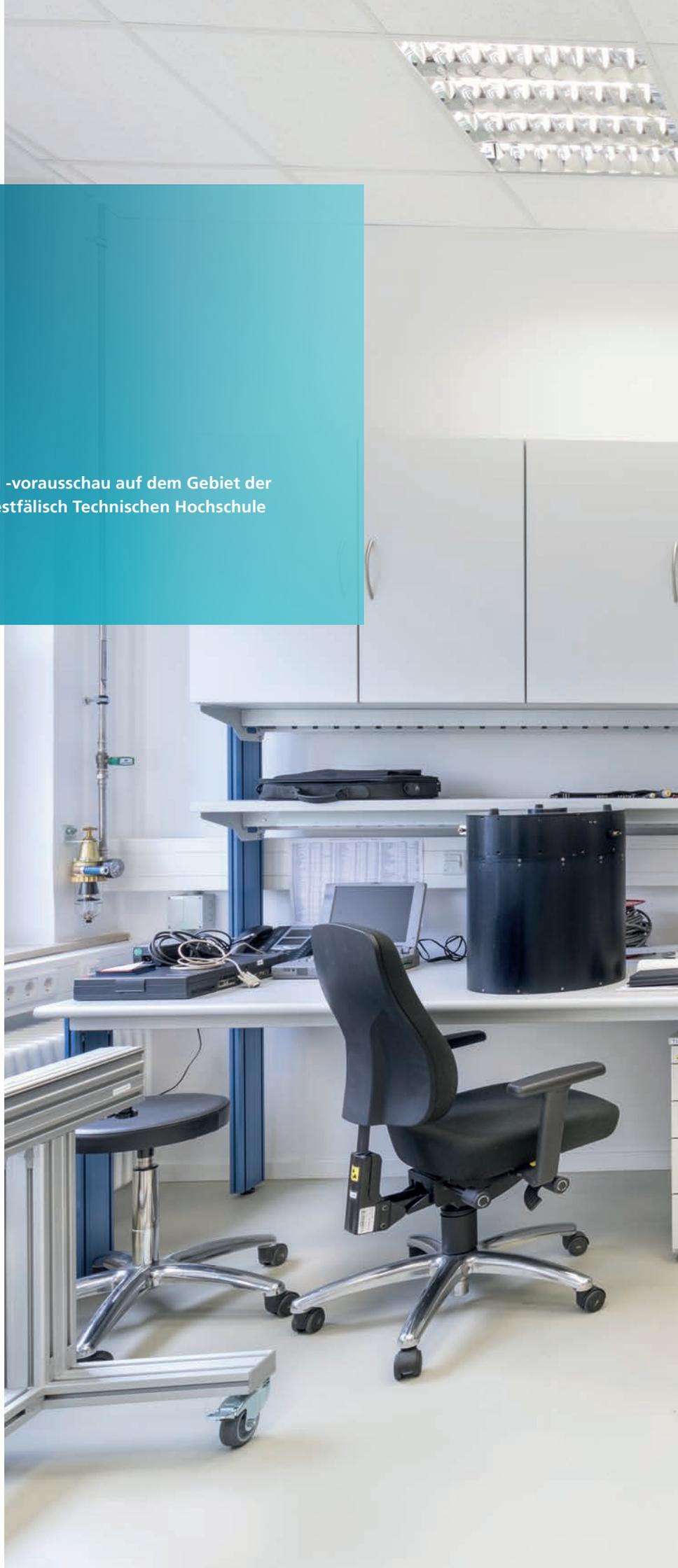
# Sonstiges

---

Fraunhofer-Allianz Space

Lehrstuhl für Technologieanalysen und -vorausschau auf dem Gebiet der Sicherheitsforschung der Rheinisch-Westfälisch Technischen Hochschule Aachen

Kurz notiert





## Fraunhofer-Allianz Space

Dieser Artikel wird der letzte Artikel über die Fraunhofer-Allianz Space sein, der in einem Jahresbericht des Fraunhofer INT erscheinen wird. Der Grund dafür ist allerdings nicht die Auflösung der Allianz Space, sondern ihre Erweiterung zur Fraunhofer-Allianz Aviation & Space. Der Hintergrund dieser Änderung ist, dass die Fraunhofer-Gesellschaft die Luft- und Raumfahrtindustrie als ein Marktsegment von strategischer Bedeutung identifiziert hat und sich diesem in Form eines so genannten Leitmarktes widmen wird. Die Fraunhofer-Allianz Space wird dem entsprechend ab 2022 als Allianz Aviation & Space die nationale und internationale Luft- und Raumfahrtindustrie adressieren.

Zu diesem Zweck wird die bisherige Geschäftsstelle der Allianz Space um eine zusätzliche Geschäftsstelle am Fraunhofer IFAM in Bremen erweitert, und es kommt mit Institutsleiter Prof. Bernd Mayer ein kompetenter und erfahrener Sprecher für die Luftfahrt hinzu. Das Fraunhofer IFAM übernimmt seit vielen Jahren eine führende Rolle in den Forschungsprogrammen CleanSky 1 und 2 der EU sowie im nationalen Luftfahrtforschungsprogramm (LuFo) der Bundesregierung. Durch seine speziell für die Luftfahrt ausgezeichnete Vernetzung innerhalb und außerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft ist das Fraunhofer IFAM als Sitz der Aviation Geschäftsstelle in hervorragender Weise geeignet.

Durch die Pandemie war die erste Jahreshälfte vor allem durch digitale Außendarstellungsmaßnahmen geprägt. Darunter fiel unter anderem die umfassende Überarbeitung des Webauftritts der Allianz. Gleichzeitig wurden die vorhandenen



Social-Media-Aktivitäten um einen LinkedIn Account erweitert, der sich gerade in Zeiten der COVID-19-Krise als unverzichtbares Instrument zur Vernetzung herausgestellt hat.

Ende September konnte die Allianz dann ihren ersten externen Auftritt seit der Space Tech Expo 2019 feiern: Ein kleiner Informationsstand auf dem Tag der Deutschen Luft- und Raumfahrt-Regionen in Aachen, der insbesondere für die regionale Vernetzung zuträglich war. Das nächste Highlight kam im Oktober mit dem International Astronautical Congress in Dubai in den Vereinigten Arabischen Emiraten. Dieses jährliche Event fand nach einer „Virtual Edition“ 2020 im Berichtsjahr wieder in Präsenz statt. Die Allianz Space präsentierte sich auf dem Gemeinschaftsstand, des Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie (BDLI).

Das größte und wichtigste Event 2021 war allerdings die Space Tech Expo in Bremen, die im November, ebenfalls unter Pandemiebedingungen und erstmals nach 2019, in Bremen stattfinden konnte. Der Wunsch innerhalb der Institute nach langer Pause wieder auf einer großen Fachausstellung präsent zu sein, zeigte sich vor allem an dem Teilnehmerfeld: Über 40 Exponate aus 18 Instituten, darunter erfreulicherweise auch viele Gäste aus den Fraunhofer Kompetenzfeldern Nano, Adaptronik und Generativ, zeigten eine beeindruckende Bandbreite dessen, was Fraunhofer für die Raumfahrt zu leisten im Stande ist.

Neben den Ausstellungen waren vor allem die Berufung von Dr. Nadya Ben Bekhti-Winkel in die Expert Group der Generaldirektion der Europäischen Kommission für Verteidigung und Raumfahrt (DG DEFIS) ein besonderer Meilenstein, der es Fraunhofer erlaubt, an der Gestaltung zukünftiger einschlägiger Forschungsprogramme mitzuwirken. Das Beste kommt aber zum Schluss: Die Geschäftsstelle der Allianz durfte eine wichtige Rolle in der von der Europäischen Kommission geförderten Vorstudie zu UN:IO übernehmen. UN:IO soll die europäische Satellitenkommunikation-Konstellation werden und wird von einem Netzwerk aus europäischen Start-Ups entwickelt. Die Geschäftsstelle übernimmt in der Studie die Aufgabe der wissenschaftlichen Qualitätssicherung. Weitere Infos unter: <https://www.unio.global>

# Lehrstuhl für Technologieanalysen und -vorausschau auf dem Gebiet der Sicherheitsforschung der Rheinisch-Westfälisch Technischen Hochschule Aachen

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

Die inhaltliche und methodische Arbeit des Lehrstuhls wurde auch im vergangenen Jahr sukzessive vorangetrieben. Im Rahmen der Corona-Pandemie und den daraus resultierenden Maßnahmen wurde 2020 das gesamte Lehrangebot des Lehrstuhls erfolgreich auf digitale Formate umgestellt; u. a. wurden in diesem Zusammenhang die Lehr- und Lernkonzepte didaktisch an die neuen, virtuellen Bedingungen angepasst. Im vergangenen Jahr wurden diese digitalen Formate erweitert und durch neue Kollaborationstools ergänzt.

Die Lehrveranstaltungen werden semesterbegleitend (Vorlesung) sowie als ein- oder zweitägige Blockveranstaltungen (Seminare) angeboten. An der Online-Vorlesung »Methoden der Zukunftsforschung-Technologieanalyse« nahmen im Sommersemester 2021 186 Studierende teil. Die Online-Vorlesung »Methoden der Zukunftsforschung – Technologievorausschau« wurde im Wintersemester 2021/2022 von 256 Studierenden besucht. Ergänzend zu den Vorlesungen werden Seminare angeboten, in denen spezifische Vorlesungsinhalte weiter vertieft werden. Im Sommersemester wurden das Seminar »Technikethik« angeboten sowie im Wintersemester das Seminar »Wissenschafts- und Erkenntnistheorie«. Da sich die Seminare neben den Vorlesungen großer Beliebtheit erfreuen, werden im kommenden Lehrjahr neue Seminarformate ergänzt. Hierzu werden im Sommersemester ein Seminar zum



Thema Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung sowie im Wintersemester ein Seminar zum Thema Data Driven Foresight entwickelt.

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 hat digital in Blockform stattgefunden und wurde von den Studierenden positiv angenommen.

Im Jahr 2021 wurde außerdem die Kooperation zwischen dem Lehrstuhl und dem Fraunhofer INT weiter vorangetrieben. So unterstützen wissenschaftliche Mitarbeitende des Fraunhofer INT zunehmend die Lehre. Umgekehrt konnten Studierende für Bachelor- und Masterarbeiten am Fraunhofer INT gewonnen und so zusätzliche Synergieeffekte erzielt werden. Auch Praktikantenstellen und Hiwi-Jobs wurden durch Studierende aus den Lehrveranstaltungen besetzt.

Am Lehrstuhl wurden im vergangenen Jahr zwei Masterarbeiten und vier Bachelorarbeiten betreut und erfolgreich abgeschlossen. Eine Dissertation, die Vorausschauprozesse für KMUs betrachtet, wird seit dem Jahr 2019 von Christian Hemmers bearbeitet.

# Kurz notiert

---

## Fraunhofer Solution Days 2021

Im Sommer 2021 fanden zum zweiten Mal die Fraunhofer Solution Days statt. An zwei Thementagen wurden Fraunhofer-Kompetenzen und -Lösungen für mehr Resilienz und Sicherheit sowie die neuesten Erkenntnisse zu Next Generation Computing vorgestellt. Das Fraunhofer INT beteiligte sich direkt mit zwei Projekten am Thementag »Sichere Gesellschaft und Industrie« am 22. Juni 2021. Zum einen stellte Projektleiterin Larissa Müller das Fraunhofer-Projekt »Krisenmanagement und Resilienz – Corona« (KresCo) (S. 52) vor. Zum anderen wurde das Projekt »Resilienz urbaner Lebensräume« (RuLe) präsentiert, an dem die drei Geschäftsfelder »Öffentliche Technologie- und Innovationsplanung« (TIP), »Wehrtechnische Zukunftsanalyse« (WZA) und »Elektromagnetische Effekte und Bedrohungen« (EME) sowie die Gruppe »Technology Foresight and University Hub« (TFU) des Fraunhofer INT mitwirken. Im Rahmen des Projekts »RuLe« sollen Technologien, Konzepte und Strukturen entwickelt werden, um die Resilienz urbaner Lebensräume gegenüber Gefahren wie Extremwetterereignissen oder Terrorangriffen zu steigern.

Zu beiden Projekten gab es neben Vorträgen außerdem eine Diskussionsrunde mit den Projektleitungen mit der Möglichkeit Fragen zu stellen und eine Reihe von »Meet the Experts-Workshops«, in denen die Teilnehmenden mit in den Projekten beteiligten Wissenschaftler\*innen Lösungsansätze zu verschiedenen Fragestellungen erarbeiten und diskutieren konnten.

Die Fraunhofer Solution Days fanden 2020 zum ersten Mal statt. Das rein virtuelle Fraunhofer-Format entstand als Antwort auf die zahlreich pandemiebedingten Messe- und Veranstaltungsabsagen, mit dem Ziel, Interessierten trotz Pandemiesituation die neusten Fraunhofer-Innovationen und Projekte vorzustellen.

## InnoDay 2021

Am 11. November 2021 hat erstmals der InnoDay an der Führungsakademie der Bundeswehr in Hamburg stattgefunden, an dem auch das Fraunhofer INT teilgenommen hat. Der InnoDay bringt Innovationstreiber aus dem Umfeld der Bundeswehr zusammen und schafft eine Plattform zum Austausch. Die begleitende Fragestellung der Veranstaltung war: Wie lassen sich Innovationen bei der Bundeswehr implementieren? Im großen Kongresszentrum der Führungsakademie stellten Unternehmen, Forschungsorganisationen aber auch Teile der Bundeswehr selbst innovative Ideen, Konzepte und Technologien an ihren Messeständen aus. Begleitet wurde die Ausstellung von einem Vortragforum, in dem kurze Impulsvorträge präsentiert und diskutiert wurden. Das Fraunhofer INT beteiligte sich an der Ausstellung mit einem Exponat zur Detektion von starker elektromagnetischer Strahlung (High Power Electromagnetics (HPEM)). Das Detektionssystem legt den Grundstein, um Störversuche an komplexer Elektronik mittels HPEM vorzubeugen. Außerdem wurde KATI, das am Fraunhofer INT entwickelte Assistenzsystem zur Technologievorausschau, präsentiert. Zu beiden Exponaten wurde jeweils ergänzend ein Impulsvortrag gehalten. Darüber hinaus wurden außerdem das Geschäftsfeld »Wehrtechnische Zukunftsanalyse« (WZA), dessen Angebot für die Bundeswehr im Bereich Technologiefrühaufklärung liegt und die »Wehrtechnische Vorausschau« (WTV) als Kernprodukt dieser Tätigkeiten im Rahmen eines Impulsvortrags vorgestellt.



(Copyright: Bundeswehr)

### Fraunhofer INT Institutsseminar

Seit Januar 2021 findet das Institutsseminar des Fraunhofer INT als virtuelles Format und für externe Teilnehmende leicht zugänglich über Microsoft Teams statt. Das Institutsseminar gibt es schon seit vielen Jahren am Fraunhofer INT. Im Rahmen der Vortragsreihe stellen sowohl Expert\*innen des Fraunhofer INT als auch externe Gäste spannende Themen aus Wissenschaft und Wirtschaft in kurzen Vorträgen mit anschließender Diskussion vor. Über die Jahre hinweg ist es üblich geworden, dass besonders neue Mitarbeitende im Institutsseminar ihre bisherigen Forschungsthemen oder Abschlussarbeiten präsentieren. Vor der Corona-Pandemie fand die Veranstaltung im großen Seminarsaal des Instituts statt. Pandemiebedingt mussten die Vorträge allerdings leider ab März 2020 pausieren, bis 2021 dann auf ein digitales Format umgestellt wurde. Im Jahr 2021 wurden insgesamt 14 Vorträge live übertragen.

Bei Interesse können Sie sich über das Anmeldeformular auf der Website des Fraunhofer INT anmelden. Im Anschluss an die Vorträge haben die Teilnehmenden die Möglichkeit den Vortragenden Fragen zu stellen. Das Institutsseminar findet mittwochs ab 13 Uhr statt. Eine Übersicht zu den aktuellen Vorträgen und das Anmeldeformular finden Sie hier:



# Anhang

## Lehrveranstaltungen und sonstige Vorträge an Hochschulen

**Baaden, P.:** Vorlesung und Übung »Wissenschaftliches Arbeiten in der Agrar- und Ernährungsökonomie«, Bachelorstudiengang »Agrarwissenschaften«, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, SS 2021

**Baaden, P.:** Vorlesung und Übung »Methods in Management Research«, Masterstudiengang »Agricultural and Food Economics«, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, WS 2021/2022

**Bantes, R.:** Vorlesung und Seminar »Trends in Forschung und Entwicklung«, Bachelorstudiengang, Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, SS 2021

**Chmel, S.:** Vorlesung und Übung »Physics«, Bachelorstudiengang »Naturwissenschaftliche Forensik« (2. Semester), Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, SS 2021

**Chmel, S.:** Vorlesung und Übung »Measuring Techniques«, Bachelorstudiengang »Naturwissenschaftliche Forensik« (3. Semester), Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, WS 2021/2022

**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, Akademie für Sozialmedizin, Berlin, 19. Januar 2021

**John, M.:** »Das Cochlea Implantat: Funktionsweise, Entwicklung, Chancen, Risiken und Erfahrungen im Hinblick auf die logopädische Praxis«, Schule für Logopädie, Medizinischen Akademie, BG Klinikum Unfallkrankenhaus Berlin, Oktober 2021

**John, M.:** »Quantitative Methoden der Zukunftsforschung. Eine sehr kurze Einführung in Data Driven Foresight«, Vorlesung »Methoden der Zukunftsforschung II« von Prof. Dr. Dr. Lauster, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, 11. Mai 2021

**John, M.; Baaden, P.:** »Where Do We Go Tomorrow? Publication and patent data analysis as a tool for technology foresight«, Vorlesung »Methods in Management Research« von Prof. S. Bröring, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 8. Dezember 2021

**John, M.:** Seminar »Publikationsanalysen als Beispiel für Data Driven Foresight – Eine Einführung in die quantitativen Methoden der Zukunftsforschung«, Masterstudiengang »Zukunftsforschung«, Freie Universität Berlin, Wintersemester 2021/2022

**Jovanović, M.:** Seminar »Technik, Politik u. Gesellschaft - Prognostik, Szenarien, Folgenabschätzung«, Masterstudiengang »Technik- und Innovationskommunikation«, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin, SS 2021

**Kohlhoff, J.; Hemmers, C.:** Übung »Methoden der Zukunftsforschung«, Masterstudiengang »Technologie-Management & Optimierung«, Hochschule Ravensburg-Weingarten, Online-Lehrveranstaltung, 31. Mai 2021 - 21. Juni 2021

**Martini, M.; Baaden, P.:** »Text Mining and Natural Language Processing«, Vorlesung »Methods in Management Research« von Prof. S. Bröring, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 14. Dezember 2021

**Lauster, M.:** Vorlesung und Übung »Methoden der Zukunftsforschung- Technologieanalysen«, Studiengänge »Maschinenbau« und »Wirtschaftsingenieurwesen«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, SS 2021

**Lauster, M.:** Seminar »Ethik für Ingenieure«, Studiengänge »Maschinenbau« und »Wirtschaftsingenieurwesen«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, SS 2021

**Lauster, M.:** Seminar »Interdisziplinäres Seminar Technologiefolgenabschätzung« in den Studiengängen »Maschinenbau« und »Wirtschaftsingenieurwesen« sowie »Soziologie«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, SS 2021

**Lauster, M.:** Vorlesung und Übung »Entwicklungen in Forschung und Technologie / Anwendung Zukunftsforschung«, Studiengang »Technikmanagement und Optimierung«, Hochschule Ravensburg-Weingarten, SS 2021

**Lauster, M.:** Vorlesung und Übung »Methoden der Zukunftsforschung- Technologievorausschau«, Studiengänge »Maschinenbau« und »Wirtschaftsingenieurwesen«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, WS 2021/2022

**Lauster, M.:** Seminar »Einführung in die Wissenschafts- und Erkenntnistheorie«, Studiengänge »Maschinenbau« und »Wirtschaftsingenieurwesen«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, WS 2021/2022

**Höffgen, S.:** Vorlesung »Radiation Environment and Effects«, Vorlesung »Spacecraft System Analysis«, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, WS 2021/2022

**Metzger, S.:** Vorlesung »Experimental Techniques in Particle Physics«, Masterstudiengang »Physik«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, WS 2021/2022

**Wirtz, H.:** »Investition und Finanzierung« im Bachelorstudiengang »Betriebswirtschaftslehre« (berufsbegleitend), Hochschule Fresenius, WS 2020/21, SS 2021, WS 2021/22

**Wirtz, H.:** »Corporate Finance« im Bachelorstudiengang »Betriebswirtschaftslehre« (berufsbegleitend), Hochschule Fresenius, WS 2021/22

**Wirtz, H.:** »Qualitäts-, Change und Innovationsmanagement« im Bachelorstudiengang »Betriebswirtschaftslehre« (berufsbegleitend), Hochschule Fresenius, WS 2020/21, SS 2021

## Internationale Zusammenarbeit

**Berchtold, C.; Grigoleit, S.; Kaluza, B.; Chmel, S.:** Horizon 2020 Projekt »IN-PREP« (An Integrated next generation PRE-Paradness programme for improving effective inter-organisational response capacity in complex environments of disasters and causes of crisis), 19 Projektpartner

**Bornhöft, M. C.; Chmel, S.; Friedrich, H.:** Horizon 2020 Projekt »STRATEGY« (Facilitating EU pre-standardization process through streamlining and validating interoperability in systems and procedures involved in the crisis management cycle), 23 Projektpartner

**Friedrich, H.; Köble, T.; Risse, M.:** Arktis Radiation Detectors Ltd., Zürich, Schweiz

**Geschäftsfeld NEO:** EU-Projekt »RADNEXT« (RADiation facility Network for the EXploration of effects for industry and research) (<https://radnext.web.cern.ch/>)

**Grigoleit, S.; Berchtold, C.; Müller, L.:** Horizon 2020 Projekt »SHAPES« (Smart & Health Aging Promoting Empowering Systems), 36 Projektpartner.

**Grüne, M.; Pastuszka, H.-M.; Bantes, R.:** EDA Workshops on Technology Watch and Foresight, Brüssel/online

**Köble, T.:** ESARDA VTM Working Group

**Linde-Frech, I.; Vollmer, M.:** Vertretung des Fraunhofer VVS in der »Security and Defense Working Group«, European Research and Technology Organisations (EARTO)

**Linde-Frech, I.:** Moderation des Panels »Commercialisation of R&I results«, Community of European Research and Innovation for Security (CERIS) - SSRI Webinar »Uptake stories: 3 avenues from Research & Innovation to deployment«, Generaldirektion Migration und Inneres

**Linde-Frech, I.:** Teilnahme im Panel »Assessing the operational relevance of security technologies«, Community of European Research and Innovation for Security (CERIS) - SSRI Webinar »Evaluation of innovative security technologies: Building credibility as a step towards uptake«, Generaldirektion Migration und Inneres

**Neupert, U.; Ruhlig, K.; Gabel, O.; Huppertz, G.; Michael, K.:** Försvarets Materielverk (FMV)-Projekte »Teknisk Prognos« 2021-1, 2021-2

**Pusch, T.; Suhrke, M.:** Schwedisches Forschungsinstitut der Verteidigung (FOI) Schweden, Technische Vereinbarung »Development of high-power microwave test methodology and procedures«

**Pusch, T.; Ribeiro Arduini, F.; Suhrke, M.:** European Training Networks (ETN) Marie Curie »Pan-European Training, research and education network on Electromagnetic Risk management – PETER«, 19 Projektpartner

**Römer, Silke:** Mitarbeit in der NATO STO SAS-123 Research Task Group (RTG) »Futures Assessed alongside socio-Technical Evolutions (FATE)«, zehn Nationen; die RTG erhielt den 2021 SAS Panel Excellence Award

**Vollmer, M.; Berchtold, C.; Neisser, F.; Müller, L.; Dürkop, S.; Mrosek, K.:** EU-H2020-Projekt RiskPACC - Integrating Risk Perception and Action to enhance Civil protection-Citizen interaction, 20 Projektpartner

### Internationale Review-Tätigkeiten

**Grigoleit, S.:** International Journal of Environmental Research and Public Health

**Höffgen, S.; Steffens, M.; Kuhnhehn, J.:** RADECS 2021

**John, M.:** 11th Global TechMining Conference, 17.-19. November 2021, Virtual Event, Science Advisory Committee

**Jovanović, M.:** Scientometrics

**Jovanović, M.:** ISSI Konferenz 2021

**Kuhnhehn, J.:** ICSO 2020 (fand in 2021 statt)

**Kuhnhehn, J.; Steffens, M.:** »IEEE Transactions on Nuclear Science«, ISSN: 0018-9499, IEEE

**Metzger, S.:** Advances in Space Research

**Suhrke, M.:** IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility

**Suhrke, M.:** IEEE Letters on Electromagnetic Compatibility Practice and Applications

**Steffens, M.:** »Applied Radiation and Isotopes«, ISSN: 0969-8043, Elsevier

**Thorleuchter, D.:** Applied Sciences

**Thorleuchter, D.:** Arabian Journal for Science and Engineering

**Thorleuchter, D.:** Electronics

**Thorleuchter, D.:** Future Internet

**Thorleuchter, D.:** Futures

**Thorleuchter, D.:** Information

**Thorleuchter, D.:** International Journal of Information Science

**Thorleuchter, D.:** International Journal of Internet Research Ethics

**Thorleuchter, D.:** Jordanian Journal of Computers and Information Technology

**Thorleuchter, D.:** Mathematics

**Thorleuchter, D.:** Technological Forecasting & Social Change

## Mitarbeit in Gremien und Netzwerken

**Chmel, S.:** Koordinator des Fraunhofer EU-Netzwerkes

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

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

**Höffgen, S.:** Radiation Working Group des ESA Component Technology Board (CTB) im Auftrag des DLR

**Kuhnhenh, J.:** Program Committee für ICSO 2020 (fand in 2021 statt)

**Kuhnhenh, J.:** Session Chair RADECS 2021

**Kuhnhenh, J.:** Photonic Working Group des ESA Component Technology Board (CTB) als persönliches Mitglied

**Linde-Frech, I.:** Mitglied in der informellen Expertengruppe zum Thema »Strengthened Security Research and Innovation (SSRI)« unter der von DG HOME neu gegründeten »Community for European Research and Innovation for Security« (CERIS, ehemals Community of Users for Safe, Secure and Resilient Societies (CoU))

**Linde-Frech, I.; Neisser, F.:** Mitglieder des »Bonner Netzwerks Internationaler Katastrophenschutz und Risikomanagement«

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

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

**Suhrke, M.:** Ombudsperson Fraunhofer INT

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

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

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

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

**Thorleuchter, D.:** Editorial Board of the Journal of Autonomous Intelligence

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

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

**Vollmer, M.:** Mitglied der Expertenkommission »Starkregen«, Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes (vfdB), Deutscher Feuerwehrverband (DFV), Sommer 2021

**Weimert, B.:** Vorstandsmitglied »Netzwerk Zukunftsforschung«

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

**Weimert, B.:** Mitherausgeberin und Redakteurin »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

**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«

**Köble, T.:** ISO/TC 85/SC 2/WG 20 »Illicit trafficking in radioactive material«

**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.:**  
»Concepts of HPEM munitions and scenarios«, EDA-Workshop #2 »High Power Electromagnetic Munitions (HPEM)«, 19.-21. Mai 2021

**Adami, Ch.:**  
»Entwicklung eines Detektionssystem für elektromagnetische Hochleistungs-Störversuche«, InnoDay, Führungsakademie der Bundeswehr, Hamburg, 11. November 2021

**Cesbron Lavau, L.:**  
»Susceptibility of Sensors to IEMI Attacks«, 2021 Joint IEEE EMC+SIPI and EMC Europe, 26. Juli - 20. August 2021

**Cesbron Lavau, L.:**  
»Susceptibility of COTS sensors to IEMI using pulse modulated signals« (Poster), Kleinheubacher Tagung 2021, 28.-30. September 2021

**Grüne, M.; Pastuszka, H.-M.:**

»Transfer of Technology Watch and Foresight Results into the Defence Organisation – The German Experience«, 8th EDA Workshop on Technology Watch and Foresight, online 29. April 2021

**Kuhnhenh, J.:**

Eingeladener Vortrag »Radiation Testing of Photonic Technologies«, RADOPT 2021: Workshop on Radiation Effects on Optoelectronics and Photonics Technologies, 16. November 2021, St. Etienne, France

**Lanzrath, M.**

»IEMI vulnerability of smart grids«, 2021 Joint IEEE EMC+SIPI and EMC Europe, 26. Juli - 20. August 2021

**Lanzrath, M.:**

»HPEM C-UAV: UAS-HPEM-Wechselwirkungsuntersuchungen«, HPEM-Sachstandsbesprechung, WTD81, Greding, 07. Dezember 2021

**Martini, M.:**

Vortrag, InnoDay, Führungsakademie der Bundeswehr, Hamburg, 11. November 2021

**Neupert, U.:**

»Wehrtechnische Zukunftsanalyse«, Modulkurs „Methoden der Zukunftsanalyse“, Führungsakademie der Bundeswehr, Hamburg, 23. November 2021

**Neupert, U.:**

»NATO Emerging Disruptive Technologies – Die Fraunhofer INT-Sicht«, Modulkurs »Methoden der Zukunftsanalyse«, Führungsakademie der Bundeswehr, Hamburg, 23. November 2021

**Pusch, T.:**

»Concepts for quantifying IEMI resilience of critical infrastructures“, 2021 Joint IEEE EMC+SIPI and EMC Europe, 26. Juli - 20. August 2021

**Ribeiro Arduini, F.:**

»EMI Risk Management on the Scale of the Smart Grid as a Network of Systems«, Forschungsfortschritt, PETER Network-Wide Event 2, 12.-16. April 2021

**Ribeiro Arduini, F.:**

»A Methodology for Estimating the Criticality of Energy Infrastructures in the Context of IEMI“, 2021 Joint IEEE EMC+SIPI and EMC Europe, 26. Juli - 20. August 2021

**Ribeiro Arduini, F.:**

Chair Special Session »Risk-based EMC“, 2021 Joint IEEE EMC+SIPI and EMC Europe, 26. Juli - 20. August 2021

**Ribeiro Arduini, F.:**

»Vulnerability of smart grid-enabled protective relays to IEMI«, Kleinheubacher Tagung 2021, 28.-30. September 2021

**Risse, M.:**

»Qualification Test System for Radiation Detection Devices – QuTeSt«, The 7th International Conference on Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications ANIMMA 2021, virtuell, 23. Juni 2021

**Risse, M.:**

»Radiation Detection for OSI –The Influence of Firmware on Detector Performance«, CTBT: Science and Technology Conference - SnT2021, virtuell, 30. Juni 2021

**Risse, M.:**

»Dynamic qualification tests of radiation measurement equipment – Using the D3S as an example of a wearable RIID for homelandsecurity«, INMM/ESARDA Joint Annual Meeting 2021, virtuell, 26. August 2021

**Schumann, O.:**

»Neutronenstrahlung«, Seminar »Radiologische Risiken« des BBK, virtuell, 07. Dezember 2021

**Suhrke, M.:**

Chair Workshop »Protection of Critical Infrastructures against Intentional Electromagnetic Interference«, 2021 Joint IEEE EMC+SIPI and EMC Europe, 26. Juli - 20. August 2021

**Vollmer, M.:**

»Begrifflichkeiten in RuLe«, Vortrag im Workshop »Resilienz urbaner Lebensräume« des Projekts »RuLe – Resilienz urbaner Lebensräume«, 16. Juli 2021

**Publikationen**

*Adlakha-Hutcheon, Gitanjali; Bown, Kevin J.; Lindberg, Anna; Nielsen, Thomas Galasz; Römer, Silke; Maltby, J.F.J.:*

**The use of FATE for illuminating disruptions**

(Operations Research and Analysis Conference (OR&A) <14, 2020, Online>)

In: NATO Allied Command Transformation -ACT-: 14th NATO Operations Research and Analysis Conference, OR&A 2020: Emerging and Disruptive Technology, 5-6 October 2020, virtual conference. Brussels: NATO STO, 2021, 10 pp.  
URN urn:nbn:de:0011-n-6333859 URN  
urn:nbn:de:0011-n-633385-17

*Alessi, Antonino; Gelardi, Franco Mario:*

**Electron paramagnetic resonance spectroscopy (EPR)**

In: Agnello, S.: Spectroscopy for materials characterization. Hoboken/NJ: Wiley, 2021, pp. 253-280  
DOI 10.1002/9781119698029.ch9

*Arduini, Fernando R.; Ghosalkar, Samikshya; Nateghi, Arash; Lanzrath, Marian; Fisahn, Sven; Schaarschmidt, Martin:*

**Vulnerability of smart grid-enabled protection relays to IEMI: Presentation held at Kleinheubacher Tagung, 28.–30.09.2021, Miltenberg**

(Kleinheubacher Tagung <2021, Miltenberg>)  
2021

URN urn:nbn:de:0011-n-6476952

*Arduini, Fernando R.; Lanzrath, Marian; Pusch, Thorsten; Suhrke, Michael; Garbe, Heyno:*

**A methodology for estimating the criticality of energy infrastructures in the context of IEMI**

(International Symposium on Electromagnetic Compatibility, Signal & Power Integrity (EMC SIPI) <2021, Online>)

In: Institute of Electrical and Electronics Engineers -IEEE-: IEEE International Joint EMC/SI/PI and EMC Europe Symposium 2021: 26 July - 20 August 2021, Virtual Event. Piscataway, NJ: IEEE, 2021, pp. 743-748

DOI 10.1109/EMC/SI/PI/EMCEurope52599.2021.9559348

Baaden, Philipp; Wustmans, Michael; Richter, Daniel; John, Marcus; Bröring, Stefanie:

**Representing the research landscape of the circular economy: Presentation held at 11th Annual Global Tech Mining Conference, 17.-19.11.2021, Virtual Event**

(Global TechMining Conference (GTM) <11, 2021, Online> 2021

URN urn:nbn:de:0011-n-6456983

Basu, Anwasha; Singh, A.K.; Ragnarsson, I.; Carlsson, B.G.; Kardan, A.; Hagemann, G.B.; Sletten, G.; Herskind, B.; Hübel, H.; Chmel, Sebastian; Wilson, A.N.; Rogers, J.; Janssens, R.V.F.; Carpenter, M.P.; Khoo, T.L.; Kondev, F.G.; Lauritsen, T.; Zhu, S.; Korichi, A.; Fallon, P.; Nyako, B.M.; Timar, J.:

**Highly deformed band structures due to core excitations in <sup>123</sup>Xe**

In: Physical Review. C, Vol.103 (2021), No.1, Art. 014301, 14 pp.

DOI 10.1103/PhysRevC.103.014301

Bauer, Wilhelm; Edler, Jakob; Lauster, Michael; Martin, Alexander; Morszeck, Thomas; Posselt, Thorsten; Weissenberger-Eibl, Marion A.; Grill, Bernhard; Heuberger, Albert; Riedel, Oliver; Spath, Dieter; Schimpf, Sven; Bantes, René; Herrmann, Florian; Growitsch, Christian; Klages, Tina; Kroll, Henning; Pflaum, Alexander; Worms, Diana; Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung:

**Innovation and Covid-19: Food for Thought on the Future of Innovation: Update 2021**

Stuttgart: Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung, 2021

URN urn:nbn:de:0011-n-6378417

Bauer, Wilhelm; Edler, Jakob; Lauster, Michael; Martin, Alexander; Morszeck, Thomas; Posselt, Thorsten; Weissenberger-Eibl, Marion A.; Grill, Bernhard; Heuberger, Albert; Riedel, Oliver; Spath, Dieter; Schimpf, Sven; Bantes, René; Herrmann, Florian; Klages, Tina; Kroll, Henning; Pflaum, Alexander; Worms, Diana; Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung:

**Innovation und COVID-19: Impulse für die Zukunft der Innovation: Update 2021**

Stuttgart: Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung, 2021

URN urn:nbn:de:0011-n-6335001 URN

urn:nbn:de:0011-n-633500-10

Berchtold, Claudia; Walker, Stephen (Contributor); Petersen, Katrina (Contributor); Cadar, Lavinia (Contributor); Boin, Charlotte (Contributor); Galanopoulou, Katerina (Contributor); Chmel, Sebastian (Contributor); Levink, Milou (Contributor); Groot, Gerwin de (Contributor); Gneccchi, Gianmarco (Contributor):

**Deliverable D2.9 - Handbook of cross-organisational preparedness and response operations**

Euskirchen, 2021

URN urn:nbn:de:0011-n-6477579

Berchtold, Claudia; Müller, Larissa; Walter, Gerald; Mrosek, Karin; Labour, Melanie (Contributor); Cooke, Michael (Contributor); Seidel, Katja (Contributor); Saris, Jamie (Contributor); Prendergast, David (Contributor); Redmond, Niamh (Contributor); Lombard-Vance, Richard (Contributor); Desmond, Deirdre (Contributor); Hoogerwerf, Evert-Jan (Contributor); Fiordelmondo, Valentina (Contributor); Scott, Michael (Contributor); Goodfellow, Nicola (Contributor); McEvoy, Emma (Contributor); Scullin, Claire (Contributor); Sarlio-Siintola, Sari (Contributor); Alapuranen, Nina (Contributor); Donnelly, Mark (Contributor); Zurkuhlen, Alexia (Contributor); Meenen, Bettina (Contributor); Ghrissi, Meftah (Contributor); Gonidis, Fotis (Contributor); Bogdos, George (Contributor); Shek, Wai Hang (Contributor); Fertoin, Thomas Geiger (Contributor); D'Arino, Lucia (Contributor); Jensen, Rune (Contributor); Isaris, Paul (Contributor); Dratsiou, Ioanna (Contributor); Metaxa, Maria (Contributor); Romanopoulou, Evangelia (Contributor); Varella, Annita (Contributor); Finlay, Dewar (Contributor):

**Deliverable D3.9 - Final user requirements for the SHAPES platform**

Euskirchen, 2021

URN urn:nbn:de:0011-n-6478568

Berchtold, Claudia; Petersen, Katrina (Contributor); Cadar, Lavinia (Contributor); Boin, Charlotte (Contributor); Galanopoulou, Katerina (Contributor); Chmel, Sebastian (Contributor); Levink, Milou (Contributor); Groot, Gerwin de (Contributor):

**Deliverable D7.6 Knowledge capitalisation - report on lessons learnt using IN-PREP in exercises/demos**

Euskirchen, 2021

URN urn:nbn:de:0011-n-6478678

*Blanc, Jeremy; Achten, Frank; Alessi, Antonino; Amezcua, Adrian; Kuhnhenh, Jochen; Pastouret, Alain; Ricci, Daniel; Toccafondo, Jacopo:*

**Characterization of radiation-resistant multimode optical fibers for large-scale procurement**

In: IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol.68 (2021), No.7, pp.1407-1413

DOI 10.1109/TNS.2021.3074633

*Bornhöft, Charlotte; Thomausket, Bruno (Berichter); Nabbi, Rahim (Berichter); Lauster, Michael (Berichter):*

**Digital Pulse Processing Methods for Simultaneous Efficient Detection and Identification of Neutron and Gamma Radiation of Novel Detection Materials**

Aachen: Universitätsbibliothek der RWTH Aachen, 2021

Zugl: Aachen, Univ., Diss., 2021

DOI 10.18154/RWTH-2021-07949

*Bornhöft, Charlotte; Lieder, Evgenia:*

**Small Modular Reactors**

In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.70 (2021), No.3, pp.72

URN urn:nbn:de:0011-n-6443539

*Brandt, Heike:*

**Architected Materials**

In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.70 (2021), No.1, pp.77

URN urn:nbn:de:0011-n-6245076

*Brandt, Heike; Langner, Ramona; Freudendahl, Diana:*

**Werkstofftrends: MXene**

In: Werkstoffe in der Fertigung, (2021), No.2, pp.3

*Brandt, Heike:*

**Hochentropie-Keramiken**

In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.70 (2021), No.12, pp.77

*Brandt, Heike; Langner, Ramona; Freudendahl, Diana:*

**Werkstofftrends: Additiv gefertigte Batterien**

In: Werkstoffe in der Fertigung, (2021), No.6, pp.3

*Cesbron Lavau, Louis; Suhrke, Michael; Knott, Peter:*

**Susceptibility of COTS sensors to IEMI using pulse modulated signals: Poster presented at Kleinheubacher Tagung 2021, Miltenberg, 28.-30.09.2021**

(Kleinheubacher Tagung <2021, Miltenberg>)

2021

URN urn:nbn:de:0011-n-6457552

*Cesbron Lavau, Louis; Suhrke, Michael; Knott, Peter:*

**Susceptibility of sensors to IEMI attacks**

(International Symposium on Electromagnetic Compatibility, Signal & Power Integrity (EMC SIPI) <2021, Online>)

In: Institute of Electrical and Electronics Engineers -IEEE-: IEEE

International Joint EMC/SI/PI and EMC Europe Symposium

2021: 26 July - 20 August 2021, Virtual Event. Piscataway, NJ:

IEEE, 2021, pp. 533-537

DOI 10.1109/EMC/SI/PI/EMCEurope52599.2021.9559197

*Dorado Chaparro, Javier; Fernández-Bermejo Ruiz, Jesús; Santofimia Romero, Maria J.; Bolaños Peño, Cristina; Unzueta Iruña, Luis; Garcia Perea, Meritxell; Toro Garcia, Xavier del; Villanueva Molina, Felix J.; Grigoleit, Sonja; Lopez, Juan C.:*

**The SHAPES Smart Mirror Approach for Independent Living, Healthy and Active Ageing**

In: Sensors. Online journal, Vol.21 (2021), No.23, Art. 7938, 40 pp.

DOI 10.3390/s21237938

*Fekete, Alexander; Bross, Lisa; Krause, Steffen; Neisser, Florian; Tzavella, Katerina:*

**Bridging gaps in minimum humanitarian standards and shelter planning by critical infrastructures**

In: Sustainability, Vol.13 (2021), No.2, Art. 849, 17 pp.

DOI 10.3390/su13020849

*Freudendahl, Diana:*

**Bioinspirierte Unterwasserteile**

In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.70 (2021), No.7, pp.104

URN urn:nbn:de:0011-n-6378203

*Freudendahl, Diana; Brandt, Heike; Langner, Ramona:*

**Werkstofftrends: Wärmeleitende Kunststoffe**

In: Werkstoffe in der Fertigung, (2021), No.1, pp.3

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

**Werkstofftrends: 2D-Magnete**

In: Werkstoffe in der Fertigung, (2021), No.4, pp.3

Grigoleit, Sonja; Kaluza, Benjamin; Berchtold, Claudia; Chmel, Sebastian; Müller, Larissa (Contributor); Lieder, Evgenia (Contributor); Sendrowski, Philip (Contributor); Sdongos, Evangelos (Contributor); Cadar, Lavinia (Contributor); Schwach, Gunnar (Contributor); Marzoli, Marcello (Contributor); Kostaridis, Antonis (Contributor); Perlepes, Leonidas (Contributor); Petersen, Katrina (Contributor); Roberts, Mark (Contributor); Stevenson, Peter (Contributor); Nottebaum, Pia (Contributor); Levink, Milou (Contributor); Groot, Gerwin de (Contributor); Kanis, Aleid (Contributor); Argyris, Ilias (Contributor); Makri, Effie (Contributor); McAlister, Mannix (Contributor); Vivien, Benoît (Contributor); Inglese, Guillaume (Contributor); Sousa, Luis (Contributor); Filippidis, Lazaros (Contributor); Ferrucci, Fabrizio (Contributor); Fotopoulos, Anax (Contributor):

**Deliverable D7.5 - Training programme evaluation**

Euskirchen, 2021

Heuer, Carsten:

**Biomimetische Riechsysteme**

In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.70 (2021), No.11, pp.94

Hollmann, Vanessa:

**Biomimetische UAVs**

In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.70 (2021), No.2, pp.77  
URN urn:nbn:de:0011-n-6245507

Hollmann, Vanessa:

**Augmented Sensing**

In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.70 (2021), No.10, pp.102

Jernej, Irmgard; Faust, Markus; Lammegger, Roland; McKenzie, Lain; Kuhnhenh, Jochen; Knothe, Christian; O’Riorden, Steve; Barbero, Juan; Brown, Paula; Lelievre, V.; Agú, Martin; Alessi, Antonino; Amtmann, Christoph; Betzler, Alexander Pieter; Dougherty, Michele; Ellmeier, Michaela; Hagen, Christian; Hauser, A.; Hartig, M.; Lamott, André; Leichtfried, M.; Magnes, Werner; Mahapatra, Amaresh; Mariojous, Stephane; Monteiro, David; Pollinger, Andreas; Salomon, A.; Weinand, Udo; Wolf, Raphael:

**Design and test of the optical fiber assemblies for the scalarmagnetic field sensor aboard the JUICE mission**

(International Conference on Space Optics (ICSO 2020) <2021, Online>)

In: Cugny, B.: International Conference on Space Optics, ICSO 2020: Virtual Conference, 20 March - 2 April 2021. Bellingham, WA: SPIE, 2021. (Proceedings of SPIE 11852), Paper 1185264, 16 pp.  
DOI 10.1117/12.2600052

John, Marcus; Fritsche, Frank; Gülden, Christian:

**Where to start reading? Introducing the reference-citation plot**

(International Conference on Scientometrics and Informetrics (ISSI) <18, 2021, Online>)

In: Glänzel, Wolfgang (Editor): 18th International Conference on Scientometrics & Informetrics, ISSI 2021. Proceedings: Virtual Event, 12-15 July 2021, KU Leuven, Belgium. Leuven: ISSI, 2021, pp. 539-544

Jovanovic, Milos:

**Technological Trend Analysis**

In: Ball, Rafael (Editor): Handbook Bibliometrics. Berlin: De Gruyter, 2021, pp. 311-318  
DOI 10.1515/9783110646610-031

Jovanovic, Milos; Baaden, Philipp; Fritsche, Frank:

**Reference distributions of reviews in the web of science - The effects of company policy from 1992-2010**

(International Conference on Scientometrics and Informetrics (ISSI) <18, 2021, Online>)

In: Glänzel, Wolfgang (Editor): 18th International Conference on Scientometrics & Informetrics, ISSI 2021. Proceedings: Virtual Event, 12-15 July 2021, KU Leuven, Belgium. Leuven: ISSI, 2021, pp. 545-550

*Knapp, Daniel; Richter, Daniel; Fietkiewicz, Katja J. (Erstgutachter); Jovanovic, Milos (Zweitgutachter):*

**Cynefin als Grundlage einer Klassifikation von Entscheidungsunterstützung am Beispiel von Projekten des Fraunhofer INT: Abschlussarbeit zur Erlangung des Grades Master of Arts [M.A.] im Studiengang Informationswissenschaft und Sprachtechnologie**

Düsseldorf, Univ., Master Thesis, 2021  
URN urn:nbn:de:0011-n-6456482

*Kohlhoff, Jürgen:*

**Raumtemperatursupraleiter**

In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.70 (2021), No.4, pp.104  
URN urn:nbn:de:0011-n-6336689

*Langner, Ramona; Brandt, Heike; Freudendahl, Diana:*

**Werkstofftrends: Textile Energiespeicher**

In: Werkstoffe in der Fertigung, (2021), No.3, pp.3

*Langner, Ramona; Brandt, Heike; Freudendahl, Diana:*

**Werkstofftrends: Transiente Elektronik**

In: Werkstoffe in der Fertigung, (2021), No.5, pp.3

*Lo Piccolo, Giuseppe Mattia; Morana, Adriana; Alessi, Antonino; Boukenter, Aziz; Girard, Sylvain; Ouerdane, Youcef; Gelardi, Franco Mario; Agnello, Simonpietro; Cannas, Marco:*

**Ultraviolet-visible light-induced solarisation in silica-based optical fibres for indoor solar applications**

In: Journal of non-crystalline solids, Vol.552 (2021), Art. 120458, 5 pp.  
DOI 10.1016/j.jnoncrysol.2020.120458

*Loosen, Thomas (Red.); Haberlach, Angela (Red.); Frederick, Gina (Red.); Makome, Angeliq (Red.); Büttgen, Jan-Lukas (Red.); Wagner, Tassja (Red.); Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen -INT-, Euskirchen:*

**Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen. Jahresbericht 2020**

Euskirchen: Fraunhofer INT, 2021  
URN urn:nbn:de:0011-n-6363305

*NATO, Science and Technology Organization, Systems Analysis Studies Research Task Group 123:*

**Futures Assessed alongside socio-Technical Evolutions (FATE): Final report of the SAS-123 Research Task Group**

Neuilly-sur-Seine: NATO, STO, 2021  
ISBN 978-92-837-2322-6 DOI 10.14339/STO-TR-SAS-123 URN urn:nbn:de:0011-n-6446139

*Neisser, Florian; Kox, Thomas:*

**Zur Verankerung von Zukunft in der Gefahrenabwehr: Antizipationspraktiken und Herausforderungen im Kontext von Feuerwehren**

In: Zeitschrift für Zukunftsforschung, (2021), No.1, pp.158-181

*Pinzger, Britta:*

**Living Materials**

In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.70 (2021), No.9, pp.95

*Pusch, Thorsten R.; Suhrke, Michael; Jörres, Benjamin:*

**Characterization of a reference test setup for the development of HPEM standards**

In: IEEE letters on electromagnetic compatibility practice and applications : L-EMCPA, Vol.3 (2021), No.1, pp.3-6  
DOI 10.1109/LEMCPA.2020.3035893

*Risse, Monika; Clemens, Peter; Glabian, Jeannette; Köble, Theo; Schumann, Olaf:*

**Dynamic qualification tests of radiation measurement equipment - Using the D3S as an example of a wearable RIID for homeland security: Paper presented at INMM/ESARDA Joint Annual Meeting 2021, August 23 - September 1, 2021**

(Institute of Nuclear Materials Management (INMM Annual Meeting) <2021, Online> 2021

URN urn:nbn:de:0011-n-6429588

Risse, Monika; Clemens, Peter; Glabian, Jeannette; Schumann, Olaf; Köble, Theo; Friedrich, Hermann; Berky, Wolfram; Bornhöft, Charlotte; Chmel, Sebastian:

**Qualification Test System for Radiation Detection Devices - QuTeSt: Paper presented at 7th International Conference on Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications, ANIMMA 2021, June 21-25, 2021, Prague, Czech Republic**

(International Conference on Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications (ANIMMA) <7, 2021, Prague>)

2021

URN urn:nbn:de:0011-n-6429594

Risse, Monika; Bornhöft, Marie Charlotte; Glabian, Jeanette; Köble, Theo; Friedrich, Hermann:

**Radiation Detection for OSI - the Influence of Firmware on Detector Performance: Video presented at CTBT: Science and Technology 2021 Conference, 28 June 2021 to 2 July 2021, Vienna, Austria**

(Science and Technology Conference (SnT) <8, 2021, Online>)

2021

Ruhlig, Klaus:

**Explainable Artificial Intelligence**

In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.70 (2021), No.6, pp.85

URN urn:nbn:de:0011-n-6354266

Schwinde, Stefan; Shestaeva, Svetlana; Stempfhuber, Sven; Lukowicz, Henrik von; Kuhnhehn, Jochen; Schröder, Sven:

**Au coatings for spaced based reflectors**

(International Conference on Space Optics (ICSO 2020) <2021, Online>)

In: Cugny, B.: International Conference on Space Optics, ICSO 2020: Virtual Conference, 20 March - 2 April 2021. Bellingham, WA: SPIE, 2021. (Proceedings of SPIE 11852), Paper 118521Q, 8 pp.

DOI 10.1117/12.2599299

Spargo, Maureen; Goodfellow, Nicola; Scullin, Claire; Grigolet, Sonja; Andreou, Andreas; Mavromoustakis, Constandinos X.; Guerra, Bárbara; Manso, Marco; Larburu, Nekane; Villacañas, Óscar; Fleming, Glenda; Scott, Michael:

**Shaping the future of digitally enabled health and care**

In: Pharmacy, Vol.9 (2021), No.1, Art. 17, 9 pp.

DOI 10.3390/pharmacy9010017

Tavel, Peter; Dubovska, Eva (Contributor); Meier, Zdenek (Contributor); Trnka, Radek (Contributor); Pesoutová, Markéta (Contributor); Cohlová, Jana (Contributor); Pinaka, Rania (Contributor); Stamatiadis, Vagelis (Contributor); Gioulekas, Fotios (Contributor); Tzikas, Athanasios (Contributor); Gounaris, Konstantinos (Contributor); D'Arino, Lucia (Contributor); Jensen, Rune (Contributor); Roche, Pedro (Contributor); Sarlio-Siintola, Sari (Contributor); Purola, Aletta (Contributor); Rocha, Pedro (Contributor); Isaris, Paul (Contributor); Labor, Melanie (Contributor); Grigolet, Sonja (Contributor); Seidel, Katja (Contributor); Prendergast, David (Contributor); Saris, Jamie (Contributor); Martins, Ana (Contributor); Guerra, Bárbara (Contributor); Berchtold, Claudia (Contributor); Gonidis, Fotis (Contributor); Shek, Waihang (Contributor); Andreou, Andreas (Contributor); Dratsiou, Ioanna (Contributor); Mavromoustakis, Constandinos X. (Contributor); Nevmerzhitskaya, Julia (Contributor); Romanopoulou, Evangelia (Contributor):

**Deliverable D2.7 - SHAPES personas and use cases**

Olomouc, 2021

URN urn:nbn:de:0011-n-6477553

Thorleuchter, Dirk:

**Lifelong Machine Learning**

In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.70 (2021), No.5, pp.69

URN urn:nbn:de:0011-n-6434166

Vollmer, Maik; Fiedrich, Frank (First supervisor); Fekete, Alexander (Second supervisor):

**Implementing innovations in disaster management to increase resilience - laws, policies, and organizational determinants**

Wuppertal: UB Wuppertal, 2021

Zugl.: Wuppertal, Univ., Diss., 2021

DOI 10.25926/2ryt-7w16

*Weimert, Birgit; Römer, Silke:*

**Bestandsaufnahme der Szenariomethodik - Ansätze einer kritischen Analyse**

In: Zeitschrift für Zukunftsforschung, Vol.2021 (2021), No.1, pp.91-133

*Wiemken, Uwe:*

**Aufklärung, Technik und Offene Gesellschaft: Können wir die Vernunft noch retten? Ein Menschheitsprojekt**

Baden-Baden: Tectum Verlag, 2021

ISBN 978-3-8288-4280-9 ISBN 3-8288-4280-1 ISBN 978-3-8288-7331-5 ISBN 978-3-8288-7332-2

*Wilson, Rachele S.; Keller, Alexander; Shapcott, Alison; Leonhardt, Sara D.; Sickel, Wiebke; Hardwick, Jane L.; Heard, Tim A.; Kaluza, Benjamin F.; Wallace, Helen M.:*

**Many small rather than few large sources identified in long-term bee pollen diets in agroecosystems**

In: Agriculture, ecosystems & environment, Vol.310 (2021), Art. 107296, 8 pp.

DOI 10.1016/j.agee.2020.107296

*Yildirim, Baycan:*

**Mikroroboter**

In: Europäische Sicherheit & Technik: ES & T, Vol.70 (2021), No.8, pp.64

URN urn:nbn:de:0011-n-6390059

**Personalia**

**Bornhöft, M. C.:**

Promotion »Digital Pulse Processing Methods for Simultaneous Efficient Detection and Identification of Neutron and Gamma Radiation of Novel Detection Materials«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, 2016-2021

**Cesbron Lavau, L.:**

Promotion »IEMI and Information Security«, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, 2019-läuft

**Ribeiro Arduini, F.:**

Promotion »EMI Risk Management on the Scale of the Smart Grid as a Network of Systems«, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, 2020-läuft

**Wölk, D.:**

Promotion »Untersuchung und Entwicklung von Analysemethoden zu neutroneninduzierten SEE«, Universität zu Köln, 2017-läuft

**Vollmer, M.:**

Promotion »Implementing innovations in disaster management to increase resilience – laws, policies, and organizational determinants«, Bergische Universität Wuppertal, abgeschlossen, Promotionsprüfung am 10. März 2021

## Sonstige Veranstaltungen

### 16.-23. Juli 2021

Nuclear & Space Radiation Effects Conference (NSREC)

### 12.-17. September 2021

RADiations Effects on Components and Systems (RADECS)

## Pressemitteilungen

### Neues 9,75 Mio. € Horizont-2020-Projekt zur Stärkung der Bereitschaft und Reaktionsfähigkeit der EU auf künftige Pandemien

2. Februar 2021

### Fraunhofer INT und Digital Science kombinieren Technology Foresight Tool KATI und Dimensions-Daten

9. April 2021

### Impulspapier verschafft Zeitreise in die Zukunft der Innovation – wie sich die Pandemie auf Innovationssysteme auswirkt

26. Mai 2021

### RiskPACC-Projekt startet: Fraunhofer INT führt Projekt zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegenüber Katastrophen an

10. Juni 2021

### Jetzt aus der Starkregenkatastrophe lernen: vfdb setzt Expertenkommission ein – erste Ergebnisse für Herbst angekündigt

13. September 2021

### Fraunhofer INT führt erste Bestrahlung nach Hochwasserkatastrophe durch

23. September 2021

### Honorarprofessur für den Physiker René Bantes

29. Oktober 2021

### Projekt »UN:IO«: Fraunhofer-Institute INT und IAF unterstützen Vorbereitungen für ein souveränes europäisches Satellitennetz

13. Dezember 2021

## Institutsseminar

### »Zur Verankerung von Zukunft in der Gefahrenabwehr. Antizipationspraktiken und Herausforderungen im Kontext von Feuerwehren.«

Neisser, F., Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, Kox, T., Ludwig-Maximilians-Universität München, online, 27. Januar 2021

### »Passiv-Radar für Lawinen-Detektion«

Cesbron Lavau, L., Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, online, 10. Februar 2021

### »Effekte und Anwendungen hochenergetischer Laserstrahlung«

Osterholz, J., Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut EMI, online, 24. Februar 2021

### »Warum dauert das alles immer so lange? Innovation im militärischen Beschaffungswesen«

Bantes, R., Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, online, 14. April 2021

### »The Future of Sound – Technologiefrühaufklärung im Bereich Cochlear Implantat«

John, M., Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, online, 26. Mai 2021

### »Forschung für die Energie- und Rohstoffwende«

Grevé, A., Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, online, 2. Juni 2021

### »Das Projekt Foresight Fraunhofer«

Schirrmeister, E., Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Jovanović, M., Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, online, 9. Juni 2021

### »Analyse des Transfers wissenschaftlicher Erkenntnisse in Policy Documents mittels Altmetriken am Beispiel des Forschungsfeldes Wildfire Risk Management«

Schlierkamp, J., Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, online, 8. September 2021

### »Privatisierung von Daten im Kontext von Intrusion Detection Systemen«

Martini, M., Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, online, 15. September 2021

### »Was bestimmt eine erfolgreiche Implementierung von Innovationen im Katastrophenmanagement?«

Vollmer, M., Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, online, 22. September 2021

### »Weltraumschrott - Wie könnte man den LEO sicherer machen?«

Ben Bekhti-Winkel, N., Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, online, 6. Oktober 2021

### »Geschäftsfeld TFU – Aktuelle Projekte«

Jovanović, M.; Wagner, S.; Baaden, P.; Römer, S., Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, online, 27. Oktober 2021

### »What's up with KATI? – Neuigkeiten aus dem Datenraum!«

John, M., Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, online, 17. November 2021

### »3 unpopuläre Thesen zur Energiewende«

Speiser, P., Air Liquide, online, 1. Dezember 2021



# Arbeitsgebiete und Ansprechpartner

---

## Institutsleitung

### Leitung

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

### Stellvertretung

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

### Kaufmännische Leitung

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

### Abteilung Technologie- analysen und Strategische Planung (TASP):

#### Leitung

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

#### Stellvertretung

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

### Abteilung Nukleare und Elektromagnetische Effekte (NE)

#### Leitung

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

#### Stellvertretung

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

### Abteilung Betriebs- wirtschaft 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

## WZA

---

### Geschäftsfeld Wehrtechnische Zukunftsanalysen

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

## CTF

---

### Geschäftsfeld Corporate Technology Foresight

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

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

## TIP

---

### Geschäftsfeld Öffentliche Technologie- und Innovationsplanung

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

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

## TFU

---

### Abteilungsgruppe Technology Foresight and University Hub

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

### Weitere Ansprechpersonen

#### Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

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

#### Bibliotheks- und Fachinformationsdienste

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

## NSD

---

### **Geschäftsfeld Nukleare Sicherheits- politik und Detektionsverfahren**

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

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

## EME

---

### **Geschäftsfeld Elektromagnetische Effekte und Bedrohungen**

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

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

## NEO

---

### **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

## KLAB

---

### **Abteilungsgruppe KATI Lab**

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

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

### **Zentrale Informationstechnik und Informationssicherheit**

Christoph Schemaschek  
Telefon +49 2251 18-252  
christoph.schemaschek@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.
- Köln Hbf.

Von dort regelmäßige Zugverbindungen nach Euskirchen.  
Vom Bahnhof Euskirchen mit Buslinie 875 in Richtung  
Großbüllesheim-Wüscheim; bis Haltestelle »Appelsgarten«

## Fraunhofer-Institut

für Naturwissenschaftlich- Technische Trendanalysen INT | Appelsgarten 2 | 53879 Euskirchen



# Impressum

## Redaktion

Angela Haberlach, Gina Frederick,  
Angelique Makome, Jan-Lukas Büttgen

## Anschrift der Redaktion

**Fraunhofer-Institut  
für Naturwissenschaftlich-Technische  
Trendanalysen INT Presse- und Öffentlichkeitsarbeit**

Appelsgarten 2  
53879 Euskirchen  
Telefon +49 2251 18-0  
Fax +49 2251 18-277

## Gestaltung, Realisation, Produktion:

**kreativrudel GmbH & Co. KG, Bonn**

## Druck

**Fraunhofer-Verlag,**  
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

## Bildnachweise

S. 3 Jens Howorka/Blendfabrik  
S. 15 Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung  
S. 20-21 Tobias Vollmer  
S. 25 fotogestoeber/Shutterstock.com  
S. 27 Ghinzo/Pixabay.com  
S. 29 karen roach/Shutterstock.com  
S. 31 metamorworks/Shutterstock.com  
S. 37 Jens Howorka/Blendfabrik  
S. 40-41 Tobias Vollmer  
S. 42-43 kmls/Shutterstock.com  
S. 44-45 MC MEDIASTUDIO/Shutterstock.com  
S. 46-49 Dotted Yeti/Shutterstock.com  
S. 47 Framatome GmbH/Aachen Institute for Nuclear  
Training GmbH (AiNT)  
S. 48 Framatome GmbH/Aachen Institute for Nuclear  
Training GmbH (AiNT)  
S. 49 Framatome GmbH/Aachen Institute for Nuclear  
Training GmbH (AiNT)  
S. 50-51 wan wie/Shutterstock.com  
S. 54-55 Photocreo Bednarek – stock.adobe.com  
S. 56-57 BAM  
S. 58-59 Tobias Vollmer  
S. 61 Foxy burrow/Shutterstock.com  
S. 63 Bundeswehr  
S. 78 Tobias Vollmer

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

© Fraunhofer-Gesellschaft, Euskirchen 2022

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

