

Jahresbericht 2020

Für eine sichere Zukunft:
Resilienz durch Innovation

#WeKnowHow

Die Fraunhofer-Gesellschaft

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 75 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 29 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen 2,4 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich 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.

Hoch motivierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf dem Stand der aktuellen Spitzenforschung stellen für uns als Wissenschaftsorganisation den wichtigsten Erfolgsfaktor dar. Fraunhofer bietet daher die Möglichkeit zum selbstständigen, gestaltenden und zugleich zielorientierten Arbeiten und somit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung, die zu anspruchsvollen Positionen in den Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft befähigt. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und des frühzeitigen Kontakts mit Auftraggebern hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

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

Stand der Zahlen: Januar 2021
www.fraunhofer.de

Jahresbericht 2020

Für eine sichere Zukunft:
Resilienz durch Innovation



Grußwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

das Jahr 2020 war geprägt von den großen Anstrengungen, die COVID-19-Pandemie zu bewältigen. Fraunhofer stellte sich den Herausforderungen mit Engagement, Kreativität und Beharrlichkeit – in dem Bewusstsein, dass wir mit unserer Arbeit einen erheblichen Beitrag zum erneuten Hochfahren, zur Neuausrichtung und zum Ausbau der Widerstandsfähigkeit der Wirtschaft in den kommenden Jahren leisten werden.

Im vergangenen Jahr konnte die Fraunhofer-Gesellschaft mit vereinten Kräften und mit Unterstützung durch Bund, Länder und Europäische Union ihre Funktion als führende Organisation der angewandten Forschung behaupten und festigen. Mit einem Finanzvolumen von rund 2,8 Milliarden Euro wurde eine stabile und kompetenzerhaltende Entwicklung erzielt. Der Umfang der Vertragsforschung lag bei 2,4 Milliarden Euro. Rund 600 Patente wurden durch Fraunhofer angemeldet und mehr als 20 Spin-off-Unternehmen gegründet – weitere Belege für unseren anhaltenden Erfolg auch in schwieriger Zeit.

Kompetenz, Kapazität und die Arbeitsfähigkeit von Instituten und Zentrale blieben während der Pandemie erhalten. Die Basis für diese Stabilität bilden die rund 29000 Mitarbeitenden und Führungskräfte, die hoch motiviert und mit beeindruckender Entschlossenheit wissenschaftlich, organisatorisch und administrativ jeden Tag mit vollem Einsatz dafür arbeiten. Ich darf mich bei dem Kollegium im Namen des gesamten Vorstands für den exzellenten Beitrag ganz herzlich bedanken!

Die Pandemie ist für uns nach wie vor eine Bewährungsprobe, denn um unsere Rolle als Garant für die Technologieführerschaft und Technologiesouveränität Deutschlands und Europas in vollem Umfang wahrzunehmen, müssen wir auch selbst ein hohes Maß an Resilienz aufweisen. Resilienz bedeutet Widerstandskraft, verbunden mit der Fähigkeit zur Erholung und zur Nutzung einer Krise zur Weiterentwicklung durch Innovation. Dies ist von großer Bedeutung für das Wohlergehen aller Menschen in einem Unternehmen, für die Unternehmen selbst, für Regionen, Nationen und die ganze Gesellschaft. Wir räumen dem Thema Resilienz als entscheidendem Faktor im internationalen Wettbewerb daher in unserer Arbeit hohe Priorität ein und haben ihm in diesem Jahresbericht einen ausführlichen Bericht gewidmet.

Um die Leistungsfähigkeit der Fraunhofer-Gesellschaft auf Dauer zu erhalten und weiter auszubauen, folgen wir den Empfehlungen der vom Vorstand eingesetzten Zukunftskommission zu strategischen Weichenstellungen. Dazu gehört die Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Exzellenz durch kompetenzorientierte Verbünde ebenso wie die Definition systemrelevanter Forschungsschwerpunkte in Gestalt der Fraunhofer Strategischen Forschungsfelder (FSF). Mit leitmarktorientierten Allianzen verfolgen wir zudem das Ziel, Branchen mit hoher Relevanz für die Innovationskraft Deutschlands und Europas direkt zu adressieren und Systemlösungen anzubieten.

Wir stehen im Wissenschaftssystem weiterhin für Exzellenz in der Forschung und im Transfer der Ergebnisse in die Praxis mit dem Ziel einer nachhaltigen, an Kreislaufwirtschaft, Ressourceneffizienz und Bioökonomie orientierten

Industriegesellschaft. Zu den wichtigsten Zielen unserer Arbeit gehört auch eine für alle bezahlbare Gesundheitsversorgung. Und wir tragen Erhebliches zur Vollendung der Energiewende bei – drei Ziele, die wir verstärkt mithilfe von drei einschlägig orientierten neuen Fraunhofer-Verbünden verfolgen. Bei den für die Neuorientierung der Energieversorgung nötigen Wasserstofftechnologien ist Fraunhofer ausgewiesener Kompetenzträger und betreibt intensiv die Weiterentwicklung und Umsetzung in Anwendungsfelder.

Das Ziel einer gesteigerten digitalen Wertschöpfung verfolgen wir in dem Wissen, dass Datensicherheit und die damit verbundene Datensouveränität unbedingte Voraussetzung für eine breite Akzeptanz dieser Technologien sind. Ebenso wichtig ist Digitaltechnik natürlich auch für die erwähnte Resilienz und die Sicherheit der gesamten Gesellschaft, da praktisch alle relevanten Infrastrukturen heute funktionell auf digitalen Techniken basieren.

Mit New-Work-Elementen gestalten wir zudem ein flexibles, kooperatives, partizipatives und kundenorientiertes Arbeits- und Forschungsumfeld für selbstbestimmte Mitarbeitende – in dem Wissen, dass unsere Attraktivität auf dem Markt für hoch qualifizierte Arbeitskräfte ebenso wie die gleichbleibend hohe Motivation der ganzen Belegschaft entscheidende Erfolgs- und Stabilitätsfaktoren für uns sind.

Wir bedanken uns für das in der Krisenzeit konstante Vertrauen unserer Partner aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft und freuen uns über eine weiterhin auf gemeinsamen Werten und Zielen beruhende, fruchtbare Zusammenarbeit.

Ihr



Reimund Neugebauer
Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft

Inhalt

Bericht des Vorstands	6
Der Vorstand	8
Lagebericht 2020	10
Bericht des Senats zum Geschäftsjahr 2020	34
Im Fraunhofer-Senat	36
Aus der Fraunhofer-Forschung	48
Resilienz von komplexen Systemen – ein Fraunhofer-Konzept für die Anwendung	50
Neue Initiativen und Infrastrukturen	58
Projekte und Ergebnisse 2020	82
Auszeichnungen 2020	108
Menschen in der Forschung	116
Unternehmen im Fraunhofer-Umfeld	130
Finanzen	134
Bilanz zum 31. Dezember 2020	136
Gewinn- und Verlustrechnung für das Geschäftsjahr 2020	138
Zusammenhang zwischen Gewinn- und Verlustrechnung, Leistungsrechnung und Einnahmen- und Ausgabenrechnung	140
Leistungsrechnung der Fraunhofer-Einrichtungen	142
Auszüge aus dem Anhang 2020	147
Wiedergabe des Bestätigungsvermerks des Abschlussprüfers	149
Service	152
Struktur der Fraunhofer-Gesellschaft	154
Mitglieder, Organe, Gremien	156
Weitere Initiativen und Forschungsstrukturen	158
Fraunhofer Deutschland	162
Fraunhofer International	164
Impressum	166



An aerial photograph of a woman lying on her back in a vast field of tall, golden-brown grass. She is wearing a red jacket and blue shorts. Her arms are raised, and she appears to be resting or enjoying the view. The field is dense and textured, with the grass blades creating a complex, organic pattern. The lighting is soft, suggesting a late afternoon or early morning setting.

Resilienz durch gesicherte
Grundbedürfnisse: qualitativ
hochwertige und nachhaltig
produzierte Lebensmittel nach
neuesten wissenschaftlichen
Erkenntnissen.

Resilienz für komplexe Strukturen:
Innovative Konzepte stellen die
Leistungsfähigkeit unserer Infra-
strukturen sicher.





Bericht des Vorstands

Der Vorstand	8
Lagebericht 2020	10
Bericht des Senats zum Geschäftsjahr 2020	34
Im Fraunhofer-Senat	36

Der Vorstand



Reimund Neugebauer

Reimund Neugebauer ist Professor für Werkzeugmaschinen an der TU Chemnitz. Nach leitender Tätigkeit in der Maschinenbauindustrie gründete er 1991 das heutige Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, das er 21 Jahre leitete und zu einem internationalen Zentrum der Produktionstechnik ausbaute. Seit 2012 ist er Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft.

Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult.
Dr. h. c. mult.

Reimund Neugebauer
Präsident



Andreas Meuer

Andreas Meuer ist seit 1992 in verschiedenen leitenden Positionen in der Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft tätig, zuletzt als Direktor für Finanzen, Rechnungswesen und Wirtschaftsplan. Seit Anfang 2018 ist er Mitglied des Fraunhofer-Vorstands.

Dipl.-Kfm.

Andreas Meuer
Vorstand für Finanzen und Digitalisierung



Alexander Kurz

Alexander Kurz arbeitete nach seiner juristischen Ausbildung als Rechtsanwalt und in Management- und Vorstandspositionen für große Forschungsorganisationen wie das CERN in Genf und das Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Seit 2011 ist er als Fraunhofer-Vorstand tätig.

Prof. Dr. rer. publ. ass. iur.

Alexander Kurz
Vorstand für Personal, Recht und Verwertung

Lagebericht 2020

Strategie und Rahmenbedingungen

Profil der Fraunhofer-Gesellschaft	12
Chancen aus Strategischen Initiativen	12
Wissenschaftspolitische Rahmenbedingungen	14

Wirtschaftliche Entwicklung

Finanzvolumen	16
Vertragsforschung	16
Zusätzliche Forschungsförderung	19
Ausbauinvestitionen	19
Vermögens- und Finanzlage	19
Beteiligungen und Ausgründungen	20
Internationales	21
Schutzrechtsverwertung	22

Aspekte der Corporate Responsibility

Verantwortung der Fraunhofer-Gesellschaft	23
Forschung zum Nachhaltigkeitsmanagement	24
Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter	24
Diversity	26
Ressourcen – Mobilität und Abfallaufkommen	28

Risiken und Ausblick

Risikomanagement und Risiken	29
Ausblick	32

Eckdaten: Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft 2020 in Mio €

	2019	2020	Veränderung	
Finanzvolumen	2760	2832	+72	+3 %
Vertragsforschung	2295	2398	+103	+4 %
Zusätzliche Forschungsförderung	159	164	+5	+3 %
Ausbauinvestitionen	306	270	-36	-12 %
Finanzvolumen nach Haushalt	2760	2832	+72	+3 %
Betriebshaushalt	2279	2357	+78	+3 %
Investitionen ¹	481	475	-6	-1 %
Projekterträge	1756	1716	-40	-2 %
Vertragsforschung	1549	1553	+4	+0 %
darin Wirtschaftserträge	724	658	-66	-9 %
darin Öffentliche Erträge ²	825	895	+70	+8 %
Zusätzliche Forschungsförderung	79	76	-3	-4 %
Ausbauinvestitionen	128	87	-41	-32 %
Ausländische Projektvolumina³	296	276	-20	-7 %

1 Laufende Investitionen in der Vertragsforschung und zusätzlichen Forschungsförderung sowie Ausbauinvestitionen.

2 Beinhaltet Bund, Länder, EU und sonstige Erträge.

3 Ohne Lizenzerträge und ohne Erträge der selbstständigen Auslandsgesellschaften mit Dritten (2020: 24 Mio €).

Strategie und Rahmenbedingungen

Profil der Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. wurde 1949 gegründet und betreibt als gemeinnütziger Verein anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Die **Forschungsfelder** richten sich nach den Bedürfnissen der Menschen: Gesundheit, Sicherheit, Kommunikation, Mobilität, Energie und Umwelt.

In deutschlandweit 75 Fraunhofer-Instituten und -Einrichtungen erarbeiten rund 29 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ein jährliches Finanzvolumen von 2,8 Mrd €. Davon entsteht mit 2,4 Mrd € ein Großteil im Kernbereich **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.

Auf Ebene der Gesamtorganisation identifiziert Fraunhofer innovative Geschäftsfelder und Technologietrends mit großem Marktpotenzial sowie hoher gesellschaftlicher Relevanz und entwickelt sie über **interne Forschungsprogramme** weiter.

Die **einzelnen Fraunhofer-Institute** entwickeln ihre Geschäftsfelder und Kernkompetenzen auf Basis ihres unmittelbaren Marktkontakts und ihrer Vernetzung mit der wissenschaftlichen Fachwelt. Sie werden betriebswirtschaftlich als Profitcenter geführt, sind rechtlich aber nicht selbstständig.

Zur Abstimmung institutsübergreifender FuE-Strategien organisierten sich fachlich verwandte Fraunhofer-Institute in der Vertragsforschung bis zum Bilanzstichtag in sieben **Fraunhofer-Verbänden**:

- Innovationsforschung – INNOVATION
- IUK-Technologie
- Life Sciences
- Light & Surfaces
- Mikroelektronik
- Produktion
- Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS

Zur Schärfung des Fraunhofer-Kompetenzprofils und Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit wurde die Verbundstruktur zum 1. Januar 2021 angepasst (vgl. Abschnitt »Chancen aus Strategischen Initiativen« und Abschnitt »Ausblick«).

Darüber hinaus kooperieren Institute oder Abteilungen von Instituten mit unterschiedlichen Kompetenzen in Fraunhofer-Allianzen, um ein bestimmtes Geschäftsfeld gemeinsam zu bearbeiten und zu vermarkten.

Chancen aus Strategischen Initiativen

Ende 2019 hat die Fraunhofer-Zukunftskommission, bestehend aus dem Vorstand, 12 Institutsleitungen und Führungskräften aus der Zentrale, ihre Empfehlungen für Anpassungen des Managements und der Strukturen von Fraunhofer vorgelegt. Ausgehend davon beschloss der Fraunhofer-Vorstand im Januar 2020 strategische Weichenstellungen, um die Zukunftsfähigkeit von Fraunhofer zu sichern.

Das Wachstum von Fraunhofer und die damit einhergehende dynamische Erweiterung des FuE-Portfolios in Breite und Tiefe erfordert dessen Weiterentwicklung sowohl auf der Corporate- als auch der Verbundebene. Den Verbänden kommt dabei künftig die Aufgabe zu, sowohl die Kohärenz der über die Institute verteilten Forschungsaktivitäten zu sichern als auch die wissenschaftliche Exzellenz der Fraunhofer-Gesellschaft nach außen darzustellen. Im Jahr 2020 hatte das Projekt **»Kompetenzorientierte Verbünde«** das Ziel, die aktuellen Kompetenzen der Verbünde gleichartig darzustellen und ein umfassendes Fraunhofer-Kompetenzportfolio zu generieren. Durch Profilschärfung und Neuzuschnitt der Verbundstrukturen sowie weitere Verbundgründungen wird eine strategische Stärkung im Hinblick auf die Zukunftsfelder erwartet. Unter anderem wird der Verbund »Life Sciences« in den drei neuen Verbänden »Energietechnologien und Klimaschutz«, »Ressourcentechnologien und Bioökonomie« und »Gesundheit« aufgehen.

Seit über 15 Jahren führen die Fraunhofer-Institute regelmäßig **standardisierte Strategieprozesse** zur Anpassung ihrer Forschungsfelder und Stärkung ihrer Ausrichtung durch. Diese Prozesse wurden 2020 modifiziert, um übergreifende Kooperationen zu stärken, die Erwartungen der Stakeholder besser zu berücksichtigen und den nachfrageorientierten

Kompetenzaufbau qualitätszusichern. Der Fraunhofer-Strategieprozess ist durch eine schlanke und flexible Handhabung sowie eine iterative Planung zwischen Instituts- und Abteilungsleitungen bzw. zwischen den Hierarchieebenen gekennzeichnet. Die Verknüpfung unterschiedlicher Hierarchieebenen bietet dabei auch Chancen zur Strategieentwicklung über Institutsgrenzen hinaus.

Eine zentrale Transferstruktur bilden die **Leistungszentren**, die vor allem FuE-Angebote in technologischen Schlüsselfeldern für kleine und mittlere Unternehmen zur Verfügung stellen. 2020 bestanden noch 16 der ursprünglich 17 Leistungszentren, da das Leistungszentrum »Sicherheit und Datenschutz in der digitalen Welt« (Darmstadt) bereits 2019 in das Nationale Forschungszentrum für angewandte Cybersicherheit ATHENE überführt worden war.

Mit der Entwicklung der **Fraunhofer Strategischen Forschungsfelder (FSF)** strebt Fraunhofer insbesondere für zukunftsweisende Forschungsfelder mit hohem Verwertungspotenzial die Themenführerschaft an. Folgende Themen werden dabei verfolgt:

- Bioökonomie
- Intelligente Medizin
- Künstliche Intelligenz
- Next-Generation Computing
- Quantentechnologien
- Ressourceneffizienz und Klimatechnologien
- Wasserstofftechnologien

Grundlage für die Auswahl dieser 2020 etablierten FSF waren systematische Foresight- und Technology-Intelligence-Prozesse unter Einbeziehung von Analysen der Institute aus dem Verbund Innovationsforschung. Das Vorgehen umfasste u. a. Wettbewerbsanalysen, Crowd-Research-Aspekte und Data-Science-Methoden. Als Kriterien wurden vor allem die Relevanz für Wirtschaft (insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen, KMU) und Gesellschaft, wissenschaftliche Exzellenz und strategische Priorität herangezogen.

Um die anwendungsnahe Forschung im Quantencomputing voranzutreiben, wurde das zentral koordinierte **»Fraunhofer-Kompetenznetzwerk Quantencomputing«** gegründet. Herz des Netzwerks ist der Quantencomputer IBM Q System One, der in Ehningen in Baden-Württemberg installiert wird und exklusiv von der Fraunhofer-Gesellschaft und ihren Partnern genutzt werden kann. Der Quantencomputer ist seit Anfang 2021 in Betrieb und wird unter deutscher Gesetzgebung betrieben – im Hinblick auf Datenschutz und IP-Sicherung ein wichtiger Vorteil. Bereits seit April 2020 besteht Cloud-Zugriff auf IBM-Quantencomputer in den USA. Organisiert ist das Netzwerk in derzeit sieben regionalen Kompetenzzentren mit jeweils eigenen

Forschungsschwerpunkten. Diese Regionalzentren arbeiten eng mit Partnern und Kunden aus Forschung und Industrie zusammen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft forciert mit der Innovationsplattform **»Sustainable Subsea Solutions ISSS«** die prominente Positionierung des Themas auf europäischer Ebene. Die Vision von ISSS ist die nachhaltige Nutzung der Weltmeere, um die Nahrungsmittel- und Ressourcensouveränität Deutschlands und der EU zu gewährleisten und gleichzeitig die Ozeane als zentrales Element des globalen Ökosystems zu schützen. ISSS fokussiert insbesondere auf Aquakulturen für Nahrungsmittel, Tierfutter, Pharmazeutika und Kosmetika sowie auf maritime Offshore-Energiegewinnung. Auch die Bereinigung der Meere sowohl von Mikro- und Makroplastik als auch von Munitionsaltlasten sind Ziele der ISSS. Dazu werden zuverlässige und digitale Unterwassertechnologien als Enabler-Technologien für die maritime Wirtschaft entwickelt. Das ISSS-Konsortium umfasst aktuell neben Fraunhofer sieben weitere anwendungsnahe europäische Forschungseinrichtungen.

Die Bundesregierung hat im Zukunftspakt ihres Eckpunktepapiers **»Corona-Folgen bekämpfen, Wohlstand sichern, Zukunftsfähigkeit stärken«** als Reaktion auf die aktuelle Krise beschlossen, die außeruniversitären Forschungseinrichtungen zu unterstützen, um den Abbruch laufender Forschungsarbeiten zu verhindern. Dazu hat der Fraunhofer-Vorstand im Mai 2020 das **»Fraunhofer-Innovationsprogramm«** initiiert. Dieses soll innovative Vorhaben institutsübergreifend strukturieren, Kompetenzen adressieren, die aufgrund der aktuellen wirtschaftlichen Krise besonders betroffen sind und einen Mehrwert zur Zukunftssicherung der Institute sowie zur Unterstützung des Wiederanfahrens der Wirtschaft leisten. Innerhalb weniger Wochen wurden Konsortien aufgesetzt, die gemeinsame Initiativen mit hohem Synergiepotenzial in Forschungsfeldern wie etwa Green ICT, Trusted Electronics oder Digitale Pharmaproduktion gestartet haben. Die Mittel wurden in zwei Tranchen an 13 Projekte vergeben. Zukunftstechnologien zum Aufbau und Erhalt der technologischen Souveränität in global verflochtenen Liefer- und Wertschöpfungsketten stehen dabei ebenso im Fokus wie Technologien im Bereich von Klimaneutralität und Ressourcenkreisläufen.

Insgesamt ist die Anzahl der Institutsleitungen und weiteren Führungskräfte von Fraunhofer mit einer **Anbindung an eine Universität oder Fachhochschule** seit 2016 von 221 auf 263 im Jahr 2020 gestiegen. Dabei wurden durch das Fraunhofer-Personal Lehrtätigkeiten von rund 9200 Semesterwochenstunden erbracht. Hierdurch leistet die Fraunhofer-Gesellschaft einerseits einen wichtigen Beitrag zur Qualifikation im tertiären Bildungsbereich und transferiert andererseits aktuelles Wissen aus der anwendungsorientierten Forschung zu den Studierenden.

Wissenschaftspolitische Rahmenbedingungen

Fraunhofer ist über ihren Präsidenten in den beiden wichtigsten Beratergremien der Bundesregierung zu Forschung und Innovation vertreten: im Hightech-Forum und im Innovationsdialog.

Das in Co-Vorsitz von Prof. Dr. Reimund Neugebauer und BMBF-Staatssekretär Christian Luft geleitete **Hightech-Forum** berät mit Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft die Bundesregierung bei der Umsetzung der Hightech-Strategie 2025. Die 2020 veröffentlichten Empfehlungspapiere beraten die Bundesregierung zu den Themen »Agilität im Innovationssystem – der Staat als Akteur«, »Zukunft der Wertschöpfung«, »Nachhaltigkeit im Innovationssystem«, »Innovation und Qualifikation«, »Offene Wissenschaft und Innovation« und »Bio-IT-Innovationen«. In seinen Anfang Juni 2020 veröffentlichten »Sieben Leitlinien für neues Wachstum nach der Corona-Krise« weist das Hightech-Forum außerdem auf die historische Chance hin, mit dem Konjunktur- und Zukunftspaket der Bundesregierung eine grundlegende Transformation in Richtung eines neuen und qualitativen Wachstums anzustoßen.

Bei der Vorstellung und Diskussion der Empfehlungspapiere in der Runde der Staatssekretärinnen und Staatssekretäre aller Bundesressorts sowie bei parlamentarischen Veranstaltungen mit Mitgliedern des Deutschen Bundestags kamen die Mitglieder des Beratungsgremiums ins Gespräch mit der politischen Exekutive und Legislative.

Im April 2021 wird das Hightech-Forum seine abschließenden Empfehlungen für eine Weiterentwicklung der aktuellen Hightech-Strategie in der kommenden Legislaturperiode an Bundesministerin Anja Karliczek überreichen. In einer interaktiven Konferenz im Stil eines TV-Magazins werden die Themen Resilienz und Offenheit, die Förderung innovativer Kräfte in Deutschland sowie Ko-Kreation für eine nachhaltige Innovationsstrategie breit diskutiert.

Der **Innovationsdialog** unter Leitung der Bundeskanzlerin dient der Bundesregierung als unabhängiges, vertrauliches Beratungsgremium zu innovationspolitischen Zukunftsfragen. Im Juni 2020 trafen Bundeskanzlerin Angela Merkel und weitere Kabinettsmitglieder in virtueller Runde mit dem Steuerkreis zusammen, dem auch Professor Neugebauer angehört. Auf dem Programm standen »Innovationen für einen europäischen Green Deal«. Die Dialogrunde fokussierte grüne Innovationen als Treiber für die Transformation der Industrie sowie Instrumente für nachhaltige Investitionen und unternehmerisches Handeln. Zentrale Fraunhofer-Themenfelder waren dabei die biologische Transformation und Wasserstoff als Schlüsselemente für die nachhaltige Umgestaltung des Wirtschaftssystems im Sinne eines Green Deal.

Hauptthema des jüngsten Spitzentreffens im Januar 2021 war die »Resilienz von Lieferketten und Wertschöpfungsnetzwerken«. Die Teilnehmenden der Dialogrunde berieten sich vor dem Hintergrund der SARS-CoV-2-Pandemie zur Resilienz wirtschaftlicher Strukturen, um Wertschöpfung und Beschäftigung langfristig abzusichern und um die Handlungsfähigkeit Deutschlands und der EU in Krisen zu garantieren. Darüber hinaus standen die Kernelemente der Quantencomputing-Roadmap im Mittelpunkt der innovationspolitischen Debatte. Zur Abschlussitzung der 19. Legislaturperiode, die voraussichtlich im Juli 2021 stattfinden wird, richtet sich der Blick nach vorn – auf Weiterentwicklungsperspektiven für das deutsche Innovationssystem sowie auf die Überführung exzellenter Ideen aus Forschung und Entwicklung in tragfähige und international wettbewerbsfähige Geschäftsmodelle.

Am 3. Juni 2020 wurde zur Überwindung der Corona-Krise ein umfangreiches **Konjunktur- und Zukunftspaket der Bundesregierung** mit insgesamt 130 Mrd € auf den Weg gebracht. Im Zuständigkeitsbereich des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gelten insbesondere die Wasserstofftechnologie mit 7 Mrd €, die Quantentechnologie mit 2 Mrd € und die Künstliche Intelligenz (KI) mit zusätzlichen 2 Mrd € als die großen Zukunftsfelder. Zusätzlich werden forschende Unternehmen durch eine Verdopplung der förderfähigen Aufwendungen bei der steuerlichen Forschungsförderung gestärkt. Maximal können die Unternehmen nun 1 Mio € für Forschungsaufwendungen pro Jahr steuerlich geltend machen.

Im Rahmen des Konjunktur- und Zukunftspaketes erfolgte durch einen zweiten Nachtragshaushalt, der Anfang Juli 2020 im Deutschen Bundestag und Bundesrat gebilligt wurde, eine Unterstützung der außeruniversitären Forschungseinrichtungen mithilfe eines Fonds in Höhe von 1 Mrd € zur Aufrechterhaltung und Stärkung der Forschungsk Kooperationen mit der Wirtschaft. Mit diesen Maßnahmen wird das Ziel einer schnellen konjunkturellen Wirkung für die technologieintensive und innovationsorientierte Wirtschaft, insbesondere für KMU, verfolgt. Für die außeruniversitäre Forschung standen im Jahr 2020 Mittel im Umfang von 400 Mio € aus dem Haushalt des BMBF bereit. Dabei konnten sowohl Finanzierungsausfälle bis zur Höhe des wegfallenden Unternehmensfinanzierungsanteils gewährt als auch ein Kompetenzerhalt der außeruniversitären Forschungseinrichtungen ermöglicht werden.

Mit dem klaren Fokus auf den Kompetenz- und Kapazitätserhalt beantragte die Fraunhofer-Gesellschaft am 30. September 2020 beim Bund im Rahmen des BMBF-Fördertitels 3004/68501 Ziffer 2.1 »Unterstützung anwendungsorientierte Forschung für außeruniversitäre Forschungseinrichtungen« eine zusätzliche Zuwendung für den durch die Corona-Pandemie und dadurch verringerte Wirtschaftserträge entstandenen

Fehlbedarf in Höhe von 206 Mio €. Im November und Dezember 2020 bewilligte das BMBF in zwei Schritten eine Zuwendung von insgesamt knapp 195 Mio €.

In den Nachverhandlungen des Haushalts durch den Deutschen Bundestag im November 2020 wurden **drei neue Fraunhofer-Initiativen** bewilligt. Mit einer Gesamtfinanzierung von 80 Mio € kann das Fraunhofer-Zentrum für Biogene Wertschöpfung und Smart Farming die Forschung von fünf Fraunhofer-Instituten vereinen und Technologien für eine nachhaltige, hoch individualisierte und automatisierte Landwirtschaft vorantreiben. Ebenso wird mit 175,5 Mio € ein Fraunhofer Cluster zur Stärkung der Immunforschung mit Technologien für die Prävention, Diagnostik und Therapie von Immun- und Infektionserkrankungen entstehen. Zuletzt konnte ein Fraunhofer-Zentrum für Öffentliche Sicherheit mit 71,1 Mio € überzeugen. Hier sollen Technologien für Polizei und Behörden mit Sicherheitsaufgaben zur Wahrung der öffentlichen Sicherheit in Deutschland erforscht und entwickelt werden.

Wirtschaftliche Entwicklung

Finanzvolumen

Die Fraunhofer-Gesellschaft hat die Auswirkungen der Corona-Pandemie im Jahr 2020 mit großem Einsatz aller Beteiligten erfolgreich bewältigt. Das Finanzvolumen lag gegenüber dem Vorjahr stabil bei 2,8 Mrd € und bestätigt einen gelungenen Kompetenz- und Kapazitätserhalt. Mit einem Anteil von 85 Prozent bzw. 2,4 Mrd € umfasst die Vertragsforschung die Kerntätigkeiten von Fraunhofer, die zu rund einem Drittel von Bund und Ländern grundfinanziert werden. Dauerhaft angelegte Forschungsleistungen außerhalb dieser regulären Grundfinanzierung werden als Zusätzliche Forschungsförderung zusammengefasst, die ein Volumen von 164 Mio € erreichte. Die Ausbauinvestitionen lagen bei 270 Mio €. Die drei Bereiche werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

Das Finanzvolumen basiert auf der Leistungsrechnung, die den Anforderungen der Zuwendungsgeber entspricht. Der Betriebshaushalt beinhaltet den Personal- und Sachaufwand im kaufmännischen Sinn sowie die Veränderung des Sonderpostens »Rücklage aus Lizenzerträgen für satzungsgemäße Zwecke«. Die Investitionen werden in Höhe der Ausgaben zum Anschaffungszeitpunkt erfasst, sodass kaufmännische Abschreibungen in der Leistungsrechnung nicht enthalten sind. Im Jahr 2020 investierte Fraunhofer insgesamt 475 Mio € mit einem Anteil von 17 Prozent am Finanzvolumen. Der Personalaufwand stieg auf 1565 Mio €. Neben einem Tarifanstieg zum 1. März 2020 um 1,0 Prozent erhöhte sich auch die Mitarbeiteranzahl, wobei der Personalaufwuchs mit Vorstandsbeschluss zum 15. April 2020 eingefroren und nur in Einzelfällen bei strategisch notwendigen bzw. bei extern vorgegebenen Maßnahmen zugelassen wurde. Der Sachaufwand lag mit 792 Mio € leicht über dem Vorjahr. Während coronabedingt deutliche Einsparungen beispielsweise bei den Reisekosten erzielt wurden, kam zusätzlicher Sachaufwand für das neue »Fraunhofer-Kompetenznetzwerk Quantencomputing« hinzu. Die Rücklage blieb 2020 im Saldo unverändert, wurde unterjährig jedoch zur Deckung von Liquiditätsbedarfen eingesetzt.

Vertragsforschung

Die Vertragsforschung umfasst die Kerntätigkeiten von Fraunhofer und basiert gemäß dem **Fraunhofer-Modell** auf drei Säulen, die je rund ein Drittel zur Finanzierung beitragen:

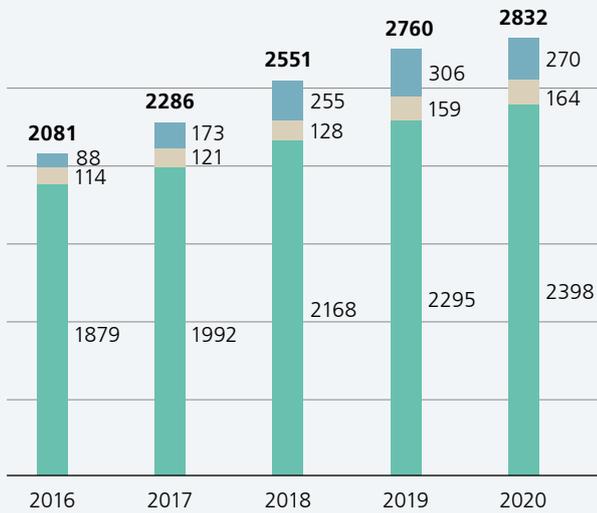
- Auftragsforschung für die Wirtschaft
- öffentlich finanzierte Förderprojekte
- grundfinanzierte Vorlaufforschung

Der Zuwendungsbedarf aus der Grundfinanzierung erhöhte sich 2020 coronabedingt um 13 Prozent auf 845 Mio €. Die Grundfinanzierung wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und den Ländern im Verhältnis 90:10 bereitgestellt. Zusätzliche Fördermittel des Bundes zur Unterstützung der anwendungsorientierten Forschung für außeruniversitäre Forschungseinrichtungen in Höhe von 195 Mio € ermöglichten im Rahmen des Kompetenzerhalts u. a. interne Förderprogramme für wertvolle Forschungsbeiträge zur Bewältigung der Corona-Pandemie. Einen deutlichen Rückgang gab es bei den Wirtschaftserträgen. Sie sanken krisenbedingt um 9 Prozent auf 658 Mio €. Dabei sanken die Erträge aus Aufträgen der Industrie um 9 Prozent auf 559 Mio € und die Lizenzerträge um 7 Prozent auf 99 Mio €.

Demgegenüber stiegen die **öffentlichen Projekterträge** deutlich an und waren eine wichtige Stütze in Krisenzeiten. Insbesondere die Projektförderung der Länder verzeichnete einen starken Aufwuchs um 22 Prozent auf 196 Mio €. Die Projektförderung des Bundes wuchs um 6 Prozent auf 485 Mio €. Die EU-Erträge nahmen hingegen leicht ab auf 92 Mio €. Mit der Beteiligung am Rahmenprogramm »Horizont 2020« gestaltet Fraunhofer den europäischen Wirtschafts- und Forschungsraum aktiv mit und nimmt in der Rangliste der Förderung der FuE-Einrichtungen kontinuierlich eine der vorderen Positionen – derzeit den 3. Platz – ein. Die sonstigen Erträge stiegen um 8 Prozent auf 122 Mio € und beinhalten u.a. Erträge von Stiftungen, Universitäten und anderen Einrichtungen der Forschungsförderung.

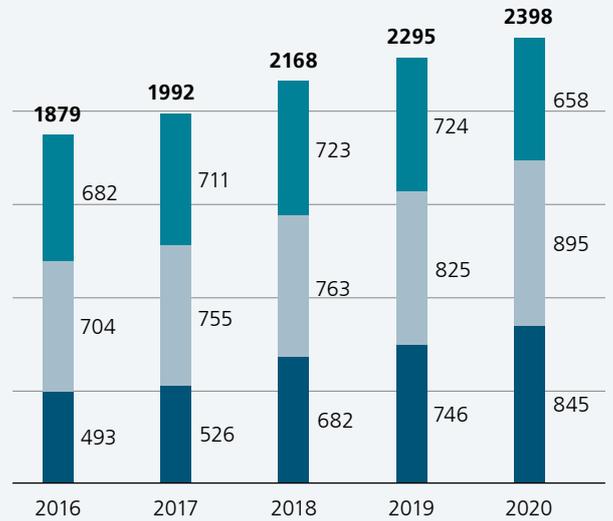
Der hohe **Finanzierungsanteil** extern eingeworbener Projekterträge ist ein Erfolgskriterium der Fraunhofer-Institute und ein Alleinstellungsmerkmal der Fraunhofer-Gesellschaft. Der Projektfinanzierungsanteil ist daher eine wichtige Steuerungskennzahl und ein Indikator für einen ausgewogenen Finanzierungsmix in der Vertragsforschung. Er wird berechnet als Anteil der Projekterträge am Betriebshaushalt inkl. kalkulatorische Abschreibungen auf Investitionen (ohne anschubfinanzierte Einrichtungen und ohne Rücklagenveränderung). Das Wachstum der Nachfrage nach Fraunhofer-Leistungen und damit der externen Erträge war lange Zeit höher als die mögliche Steigerung der Grundfinanzierung. Durch eine einmalige und verstetigte Erhöhung der Grundfinanzierung 2017 gingen

Finanzvolumen Fraunhofer gesamt in Mio €



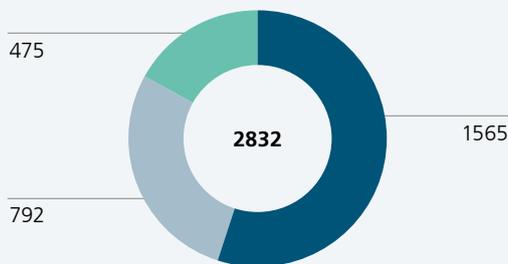
- Ausbauinvestitionen
- Zusätzliche Forschungsförderung
- Vertragsforschung

Erträge in der Vertragsforschung in Mio €



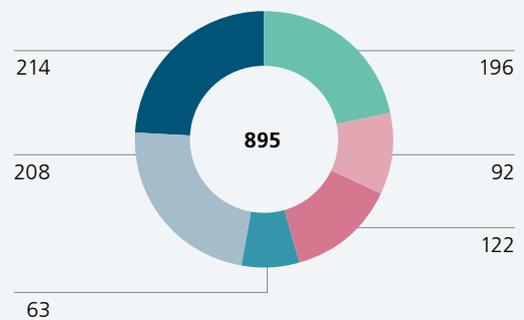
- Wirtschaftserträge
- Öffentliche Projekterträge
- Grundfinanzierung

Finanzvolumen 2020 nach Haushalt in Mio €



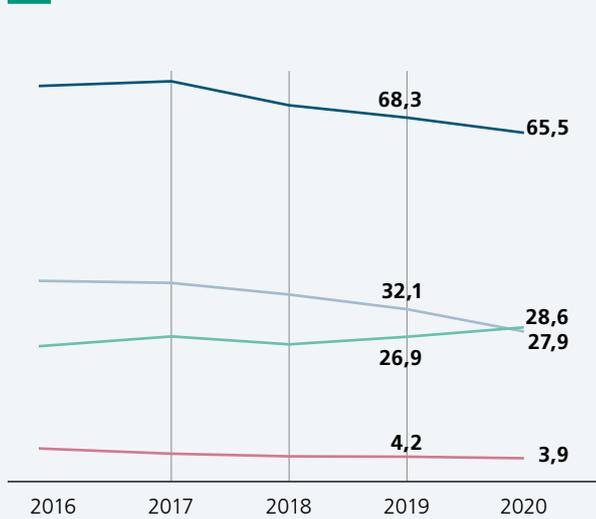
- Personalaufwand
- Sachaufwand
- Investitionen

Öffentliche Projekterträge 2020 in Mio €



- BMBF
- BMWi
- Sonstige Bundesressorts
- Länder
- EU
- Sonstige

Finanzierungsanteile in %



- Projekterträge gesamt¹
- Wirtschaft
- Bund und Länder
- EU

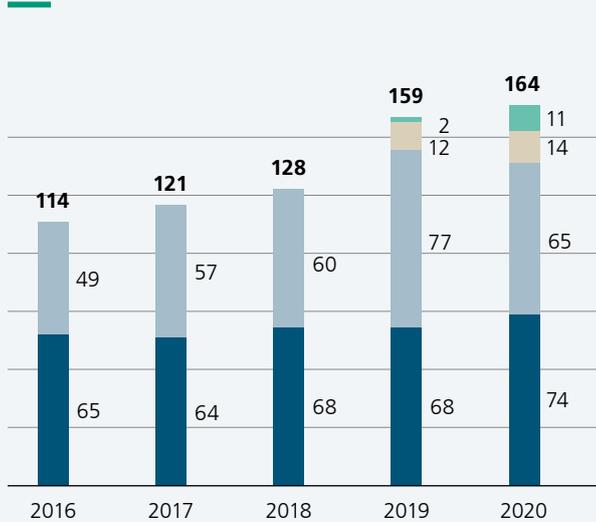
¹ Darin Finanzierungsanteil der Sonstigen Erträge, 2020: 5,1 %.

Ausländische Projektvolumina in Mio €



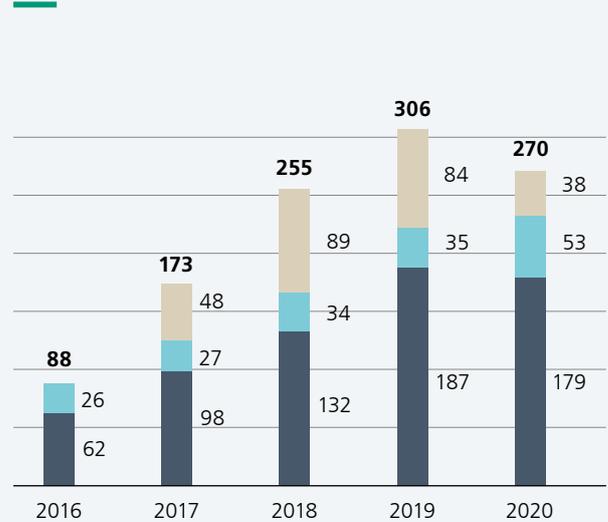
- Kunden und Partner außerhalb Europas
- Kunden und Partner in Europa
- Projektförderung EU

Zusätzliche Forschungsförderung in Mio €



- Projektförderung FFB (BMBF)
- Grundfinanzierung ATHENE (BMBF und Hessen)
- Projektförderung BMVg
- Grundfinanzierung BMVg

Ausbauinvestitionen in Mio €



- Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)
- Erstausrüstung
- Baumaßnahmen (Groß- und Kleinbau)

die Finanzierungsanteile in den darauffolgenden Jahren planmäßig zurück und lagen 2018 und 2019 wieder im Rahmen des Fraunhofer-Modells. Im Jahr 2020 ging der Projektfinanzierungsanteil aufgrund der Corona-Pandemie weiter zurück auf 65,5 Prozent. Durch den starken Anstieg der Erträge von Bund und Ländern erhöhte sich deren Finanzierungsanteil auf 28,6 Prozent. Der Anteil der Wirtschaftserträge sank dagegen krisenbedingt auf 27,9 Prozent.

Die **ausländischen Projektvolumina** nahmen coronabedingt erstmals seit einigen Jahren um 7 Prozent auf 276 Mio € (ohne Lizenzerträge) ab. Ihr Anteil an den gesamten Projekterträgen in der Vertragsforschung ging mit 18 Prozent gegenüber dem Vorjahr leicht zurück. 33 Prozent der ausländischen Projektvolumina stammten aus EU-Fördermitteln, 40 Prozent von Kunden und Partnern in Europa und 27 Prozent wurden mit Kunden und Partnern außerhalb Europas generiert. Die in Europa erwirtschafteten Projektvolumina sanken um 7 Prozent auf 109 Mio €. Die Projektvolumina außerhalb Europas gingen um 11 Prozent auf 75 Mio € zurück. Die Schweiz blieb mit 29 Mio € der größte ausländische Markt, gefolgt von den USA mit 26 Mio € und Japan mit 17 Mio €.

Zusätzliche Forschungsförderung

In der Zusätzlichen Forschungsförderung werden dauerhaft angelegte Forschungsleistungen außerhalb der regulären Grundfinanzierung zusammengefasst. Neben der etablierten Verteidigungsforschung zählen dazu das Nationale Forschungszentrum für angewandte Cybersicherheit **ATHENE** und die **Forschungsfertigung Batteriezelle FFB**.

In **ATHENE** forschen das Fraunhofer SIT und das Fraunhofer IGD mit der Technischen Universität Darmstadt und der Hochschule Darmstadt am Schutz kritischer Infrastrukturen wie Strom und Verkehr sowie der Absicherung von IT-Systemen. Neben Informatik und Technik werden interdisziplinäre Fragestellungen aus Rechts- und Wirtschaftswissenschaften, Psychologie und Ethik eingebunden. ATHENE wird vom BMBF und Hessen im Verhältnis 70:30 gefördert und wies 2020 einen leicht gestiegenen Haushalt von 14 Mio € auf.

Für den **Aufbau der FFB** entstanden 2020 Ausgaben in Höhe von 11 Mio €, die in den kommenden Jahren deutlich ansteigen werden. Der Aufbau der FFB ist ein wegweisendes Großprojekt von nationaler Bedeutung und wird in den nächsten Jahren vom BMBF mit rund 500 Mio € projektfinitanziiert. Weitere rund 200 Mio € stellt Nordrhein-Westfalen für ein Gebäude in Münster bereit.

In der **Verteidigungsforschung** sind die Tätigkeiten in Forschung und Entwicklung (FuE) von sieben Fraunhofer-Instituten zusammengefasst, die vom Bundesministerium der

Verteidigung (BMVg) eine Grundfinanzierung und kontinuierliche Projektförderung erhalten. Ziel der FuE-Tätigkeiten ist es, Menschen, Infrastrukturen und Umwelt bestmöglich vor potenziellen militärischen, technischen, terroristischen, natürlichen und kriminellen Sicherheitsbedrohungen zu schützen. Während die Grundfinanzierung des BMVg um 6 Mio € auf 74 Mio € zunahm, ging die Projektförderung des BMVg um 12 Mio € auf 65 Mio € zurück. Grund dafür waren Verzögerungen einiger Projektbewilligungen, die bis Jahresende nicht aufgeholt werden konnten. Entsprechend nahm die Verteidigungsforschung 2020 insgesamt um 4 Prozent auf 139 Mio € ab.

Ausbauinvestitionen

In den Ausbauinvestitionen sind Baumaßnahmen sowie die Erstausrüstungen mit wissenschaftlichen Geräten und Mobilien erfasst. Darüber hinaus sind auch die Investitionen in die **Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)** enthalten. Nach großen Steigerungen in den letzten Jahren sind die Ausbauinvestitionen 2020 auf 270 Mio € zurückgegangen.

Hauptgrund ist die planmäßige Fertigstellung der **FMD** und der Rückgang der Investitionen in deren Erstausrüstung auf 38 Mio €. Das BMBF stellt für die FMD insgesamt 350 Mio € bereit, von denen auf Fraunhofer 280 Mio € und auf die beiden beteiligten Leibniz-Institute 70 Mio € entfallen. Die FMD stärkt mit der Mikroelektronik-Forschung eine deutsche Schlüsselindustrie und erneuert deren Geräteinfrastruktur.

Die Investitionen in **Bau und Erstausrüstung** stiegen insgesamt um 5 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Während die Baumaßnahmen um 8 Mio € auf 179 Mio € zurückgingen, wovon 153 Mio € auf Großbauprojekte und 26 Mio € auf den Kleinbau entfielen, stiegen die Investitionen in die Erstausrüstung um 18 Mio € auf 53 Mio €. Großbauten und Erstausrüstung werden von Bund und Ländern im Verhältnis 50:50 sonderfinanziert. Häufig stellen die Länder zusätzliche Fördermittel aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) bereit, die den Zuwendungsbedarf für Bund und Land gleichermaßen verringern. Die Kleinbaumaßnahmen werden aus der gemeinsamen Grundfinanzierung im Verhältnis 90:10 finanziert. In Summe betrug der Zuwendungsbedarf für Bund und Länder 183 Mio €. Bei den Projekterträgen entfielen 45 Mio € auf EFRE-Mittel der Länder und 4 Mio € auf sonstige Erträge.

Vermögens- und Finanzlage

Zum 31. Dezember 2020 belief sich die Bilanzsumme auf 3943 Mio € und lag 6 Prozent bzw. 235 Mio € über dem Vorjahr. Die Bilanzsumme entfällt zu 99,6 Prozent auf das in der ordentlichen Rechnung geführte Vermögen und zu 0,4 Prozent auf das Vereinsvermögen.

Das **Anlagevermögen** macht 63 Prozent der Aktiva aus und erhöhte sich um 154 Mio € auf 2473 Mio €. Die Erhöhung ist vor allem dadurch bedingt, weil die Investitionen in die Sachanlagen die darauf entfallenden Abschreibungen überstiegen. Das Sachanlagevermögen stieg um 158 Mio € auf 2408 Mio €.

Das **Umlaufvermögen** macht 35 Prozent der Aktiva aus und erhöhte sich um 75 Mio € auf 1384 Mio €. Neben gestiegener Ausgleichsansprüche und Forderungen an Bund und Länder aus Projektabrechnungen (einschließlich Aufträgen) um 23 Mio € auf 227 Mio € gab es zudem einen Anstieg von 10 Mio € bei den Forderungen gegenüber verbundenen Unternehmen. Der Kassenbestand erhöhte sich um 9 Mio € auf 100 Mio € (einschließlich Bankguthaben). Der Bestand an Wertpapieren erhöhte sich um 25 Mio € auf 441 Mio €. Davon entsprechen 416 Mio € der Rücklage aus Lizenzerträgen und 25 Mio € dem Sonderposten zur Finanzierung von Restrukturierungen.

Das **Eigenkapital** erhöhte sich leicht und setzt sich zusammen aus dem nicht zuwendungsfinanzierten Vereinskaptal in Höhe von 15 Mio € und den Rücklagen für satzungsgemäße Zwecke in Höhe von 18825 €. Zum wirtschaftlichen Eigenkapital zählen darüber hinaus vier bilanzielle Sonderposten: Der Sonderposten Zuwendungen zum Anlagevermögen erhöhte sich um 155 Mio € auf 2461 Mio €. Der Sonderposten Rücklage aus Lizenzerträgen für satzungsgemäße Zwecke beläuft sich unverändert zum Vorjahr auf 416 Mio €. Der Sonderposten für den Barwert der Teilzahlungen aus einem Patentverkauf betrug 54 Mio €. Ihm stehen bei den Aktiva sonstige Forderungen in gleicher Höhe gegenüber.

Für eine notwendige Restrukturierung der Reinrauminfrastruktur wurde 2020 erstmalig ein Sonderposten in Höhe von 25 Mio € gebildet, dem auf der Aktivseite Wertpapiere in gleicher Höhe gegenüberstehen. Die Mittelverwendung folgt einem Restrukturierungsplan und dient der Bildung von Haupt- und Fokusstandorten. Damit sollen zum einen die Fixkosten gesenkt und zum anderen die Zusammenarbeit und die Qualität der Angebote gesteigert werden.

Der Sonderposten »Zur Finanzierung des Umlaufvermögens verwendete Zuwendungen« zählt wirtschaftlich nicht zum Eigenkapital und ist ein Abgrenzungsposten für die zum Bilanzstichtag noch nicht einzahlungswirksamen Erträge abzüglich der noch nicht auszahlungswirksamen Aufwendungen. Im Wesentlichen entspricht dies der Vorfinanzierung von Projekten, die sich zum Bilanzstichtag auf 325 Mio € belief.

Die **Rückstellungen** stiegen um 2 Mio € auf 199 Mio €, wovon 49 Mio € auf Rückstellungen mit Laufzeiten von mehr als einem Jahr entfielen. Für Pensions- und Urlaubsrückstellungen in Höhe von 85 Mio € wurden auf der Aktivseite Ausgleichsansprüche gegenüber Bund und Ländern angesetzt.

Die **Verbindlichkeiten** erhöhten sich um 4 Mio € auf 445 Mio €. Neben einem Anstieg der noch zu verwendenden Zuschüsse von Bund und Ländern aus institutioneller Förderung und aus Projektabrechnung von 19 Mio € sanken die Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen und die Sonstigen Verbindlichkeiten um gesamt 14 Mio €. Die Sonstigen Verbindlichkeiten enthalten Steuern in Höhe von 9 Mio €. Verbindlichkeiten mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr bestehen nicht.

Die Fraunhofer-Gesellschaft als Zuwendungsempfängerin hat aus haushaltsrechtlichen Gründen nicht die Möglichkeit, sich des Kapitalmarkts zu bedienen oder Kreditlinien zu unterhalten. Die **Liquidität** ist dennoch durch regelmäßige Geldabrufe von den Zuwendungsgebern im Rahmen der institutionellen Förderung und den bedarfsgerechten Einsatz der Rücklage jederzeit gewährleistet. Das Fraunhofer-Finanzierungsmodell steht auch in Krisenzeiten auf solidem Fundament.

Beteiligungen und Ausgründungen

Die Fraunhofer-Gesellschaft war zum Bilanzstichtag an insgesamt **86 Unternehmen** aus den unterschiedlichsten Branchen beteiligt. Bei 61 Unternehmen des Beteiligungsportfolios steht der Technologietransfer in die Wirtschaft im Fokus. Weitere 19 Beteiligungen sind strategischer Natur. Daneben existieren noch 6 verbundene Unternehmen. Im Jahr 2020 gab es eine geringere Dynamik im Beteiligungsportfolio. Insgesamt investierte die Fraunhofer-Gesellschaft 1,9 Mio € ins Eigenkapital der Beteiligungen. Es kamen 3 Unternehmen hinzu, bei denen sich die Fraunhofer-Gesellschaft am Grund- bzw. Stammkapital beteiligt. Demgegenüber wurde bei 7 Unternehmen ein Exit vollzogen. Der Buchwert aller Beteiligungen erhöhte sich auf 9,1 Mio € (inkl. Anteilen an verbundenen Unternehmen, Vorjahr: 8,6 Mio €). Die Exit-Erlöse aus dem Abgang von Beteiligungen beliefen sich auf 1,3 Mio €.

Ausgründungen sind ein integraler Bestandteil der Verwertungsaktivitäten bei Fraunhofer. Typischerweise unterstützt die Fraunhofer-Gesellschaft über die Abteilung Fraunhofer Venture die Gründerinnen und Gründer bei der Vorbereitung einer Ausgründung. Im Einzelfall übernimmt Fraunhofer im Rahmen des Technologietransfers eine gesellschaftsrechtliche Minderheitsbeteiligung. Im Jahr 2020 unterstützte Fraunhofer Venture 64 neue Ausgründungsprojekte; es gingen 26 Spin-offs aus der Fraunhofer-Gesellschaft hervor. Fraunhofer hat sich zum Ziel gesetzt, sowohl die Anzahl der Ausgründungen als auch den Anteil des Wirtschaftsertrags mit Spin-offs am Gesamtwirtschaftsertrag zu steigern. Unterstützt wird dieses Ziel umfangreich mit zielgerichteten Maßnahmen und Programmen, die im Rahmen eines integralen Ansatzes, »AHEAD«, inhaltlich gebündelt wurden.

Internationales

Die Grundsätze der Internationalisierungsstrategie der Fraunhofer-Gesellschaft sind die wissenschaftliche Wertschöpfung für Fraunhofer und positive Effekte sowohl für Deutschland und Europa als auch das jeweilige Partnerland. Durch die Kooperation mit den weltweit Besten gelingt es Fraunhofer, den globalen Herausforderungen mit zukunftsfähigen Lösungen zu begegnen. Für die Generierung exzellenter wissenschaftlicher Inhalte und die Zusammenarbeit mit attraktiven Partnern im Ausland, hat Fraunhofer diverse Formate entwickelt.

Die am stärksten institutionalisierte Form sind die acht rechtlich selbstständigen **Fraunhofer-Auslandsgesellschaften**:

- Fraunhofer USA, Inc.
- Fraunhofer Austria Research GmbH
- Fraunhofer Italia Research Konsortial-GmbH
- Fraunhofer UK Research Ltd
- Fundación Fraunhofer Chile Research
- Associação Fraunhofer Portugal Research
- Stiftelsen Fraunhofer Chalmers Centrum för Industrimatematik (in Schweden)
- Fraunhofer Singapore Research Ltd.

Die Auslandsgesellschaften fungieren als Rechtsträger für zum Bilanzstichtag 15 Forschungszentren im Ausland. Dies sind langfristig angelegte, institutionalisierte Fraunhofer-Kooperationen mit örtlichen Universitäten, die eine dauerhafte Forschungstätigkeit im Ausland ermöglichen. Die Auslandsgesellschaften arbeiten nicht gewinnorientiert, sondern gemeinnützig und erhalten im Regelfall Grundfinanzierung vom Sitzland. Die Finanzierung erfolgt analog zum Fraunhofer-Modell. Im Rahmen der Fortschreibung der Internationalisierungsstrategie bekommen die selbstständigen Fraunhofer-Auslandsgesellschaften eine neue strategische Ausrichtung. Zukünftig steht der verstärkte wissenschaftliche Austausch zwischen den Centern der Auslandsgesellschaften und den deutschen Fraunhofer-Instituten im Vordergrund. Neben den ausländischen Projektvolumina der Fraunhofer-Gesellschaft erzielten die Fraunhofer-Auslandsgesellschaften 2020 Projektvolumina mit Dritten in Höhe von umgerechnet 24 Mio €. Davon entfallen allein 8 Mio € auf Fraunhofer USA. Dahinter folgen das Stiftelsen Fraunhofer Chalmers Centrum für Industrimatematik in Schweden und Fraunhofer Austria mit jeweils 4 Mio €. Die Forschungsaktivitäten der Fraunhofer-Auslandsgesellschaften hatten 2020 insgesamt ein Volumen von knapp 60 Mio €. Das Forschungsspektrum der Fraunhofer-Auslandszentren ist weitreichend und umfasst die Quantentechnologie ebenso wie Informationstechnologien, Künstliche Intelligenz, Wirtschaftsmathematik, Produktions- und Logistikthemen, Biotechnologie oder Solare Energietechnik.

In den **Fraunhofer Innovation Platforms** (FIP; ehemals Project Center, FPC) kooperieren Fraunhofer-Institute zu einem bestimmten Thema temporär mit einer ausländischen Forschungseinrichtung. Der jeweilige Partner etabliert die FIP unter eigener rechtlicher Hoheit und kooperiert in einem bestimmten Themenfeld eng mit einem Fraunhofer-Institut in Deutschland. Die Zusammenarbeit zielt auf gemeinsame Forschung, gemeinsame Projekte für Kunden und die Beteiligung an öffentlich geförderten Projekten. Im Jahr 2020 wurde die »Fraunhofer Innovation Platform for the Water-Energy-Food Nexus« (FIP-WEF@SU) etabliert, eine Kooperation der Universität Stellenbosch in Südafrika mit den Instituten Fraunhofer IGB, IST, ISE und IOSB. Die FIP-WEF@SU widmet sich der Forschung und Technologieentwicklung in den Sektoren Wasser, Energie und Ernährung.

Das interne Programm **ICON (International Cooperation and Networking)** ermöglicht die strategische Zusammenarbeit mit exzellenten ausländischen Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen auf Projektbasis. Über dieses Programm konnte 2020 die neue Kooperation PACIFIC (Scale-up of Plasma Coating Processes for Programmable Thin Film Coatings) zwischen Fraunhofer IFAM und der Stanford University (USA) etabliert werden, die zum Ziel hat, den ökologischen Fußabdruck geklebter Produkte zu verbessern.

Neben den etablierten Kooperationsformaten sind 2020 vier neue internationale Projekte mit exzellenten Partnern entstanden, zwei davon mit der niederländischen Organisation für Angewandte Wissenschaften TNO. Einmal das Projekt »Value-oriented Design and Enforcement for Responsible Automated Decision Making«, hier werden Ansätze entwickelt, Künstliche Intelligenzen (KI) aus rechtlicher, ethischer und technischer Perspektive verlässlicher zu machen. Kooperationspartner der TNO ist das Fraunhofer IOSB. Das zweite Projekt ist eine Kooperation zwischen TNO und dem Fraunhofer Cluster of Excellence Integrated Energy Systems CINES, hier werden neue intelligente Infrastrukturen für die Umsetzung der Energiewende erforscht.

Zwei weitere Projekte wurden in Südafrika und Italien aufgesetzt: ReCarbo zwischen Fraunhofer IWU, Nelson Mandela University und Aerosud Aviation Ltd. (Südafrika) beschäftigt sich mit Reparaturtechnologien für kohlefaserverstärkte Luftfahrt-Strukturen (Repair Technologies for Carbon Fiber Reinforced Aircraft Structures – ReCarbo). Gemeinsam mit der italienischen Università degli Studi di Napoli Federico II arbeitet das Fraunhofer IWU daran, Ansätze der Softrobotik mit kognitiven Funktionen zu kombinieren und weiterzuentwickeln.

Das **Fraunhofer International Mobility Program (FIM)** fördert die internationale Mobilität und Vernetzung der Fraunhofer-Mitarbeitenden und unterstützt den

Wissenstransfer. Das Programm wurde 2020 erweitert: neben Aufenthalten an den internationalen Standorten des weltweiten Fraunhofer-Netzwerks sind nun auch Aufenthalte an ausländischen Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen möglich. Die Möglichkeit eines Auslandsaufenthalts besteht für Fraunhofer-Mitarbeitende aus allen Arbeitsbereichen und Karrierestufen für die Dauer von acht Wochen bis zu fünfenehalb Monaten. Durch FIM kann die Zusammenarbeit zwischen deutschen Fraunhofer-Instituten und Fraunhofers internationalem Netzwerk intensiviert werden. Aufenthalte, die bedingt durch die Corona-Pandemie nicht umsetzbar waren, werden so bald wie möglich nachgeholt.

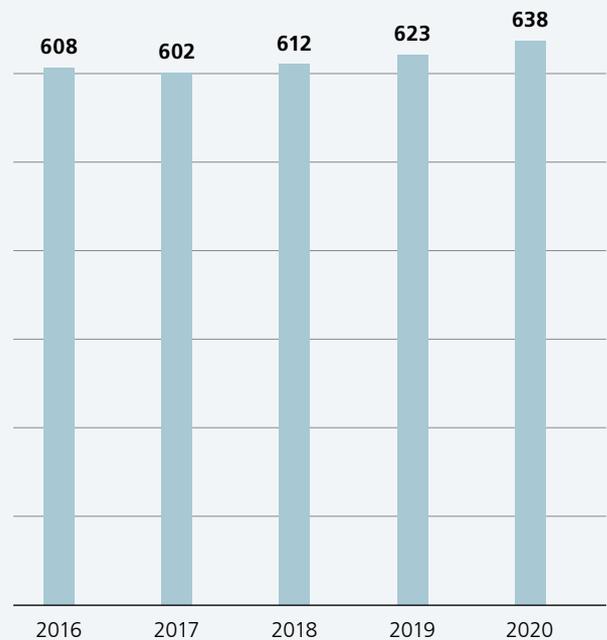
Als Knotenpunkt für Vernetzung und Marketing fungieren die **internationalen Fraunhofer-Repräsentanzen** in China, Brasilien, Indien, Japan und Korea. Sie unterstützen vor Ort alle Fraunhofer-Institute bei der Anbahnung und Ausgestaltung ihrer Kooperationen mit landesspezifischen Forschungspartnern. Dies umfasst neben Industrieprojekten auch öffentlich geförderte Projekte. Mit ihrem Wissen um die lokale Forschungslandschaft schaffen die Repräsentanzen Impulse für die Erweiterung des Fraunhofer-Forschungsportfolios. In Irland, Italien, Ungarn, Israel, Südafrika und Malaysia sind Senior Advisors mit einem vergleichbaren Aufgabenschwerpunkt im Einsatz.

Schutzrechtsverwertung

Unter den Forschungseinrichtungen in Deutschland ist Fraunhofer nach wie vor **Spitzenreiter** bei der Anzahl der Erfindungen, der neu angemeldeten Patente und der Gesamtanzahl der gewerblichen Schutzrechte. Auch im Vergleich zu Industrieunternehmen belegt die Fraunhofer-Gesellschaft eine hervorragende Stellung. In den letzten zehn Jahren gehörte sie stets zu den 10 bis 20 größten Patentanmeldern beim Deutschen Patent- und Markenamt. Auch beim Europäischen Patentamt zählt Fraunhofer zu den aktivsten Patentanmeldern. Im Jahr 2020 meldeten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Fraunhofer-Gesellschaft 753 Erfindungen an. Es wurden 638 prioritätsbegründende Patentanmeldungen bei den Patentämtern eingereicht; das entspricht mehr als zwei Patentanmeldungen pro Arbeitstag. Der Bestand an aktiven Patentfamilien, die jeweils alle Schutzrechte in unterschiedlichen Ländern beinhalten, erhöhte sich auf 7667. Um die Verwertung von Schutzrechten kontinuierlich voranzutreiben, werden verstärkt institutsübergreifende Patentportfolios gestaltet und ausgewählten Unternehmen angeboten. Daraus ergeben sich zusätzliche Einnahmemechanen in Form von Lizenzen und FuE-Projekten.

Die **Verwertung des Intellectual Property (IP)** erfolgt in der Regel durch den Abschluss von Lizenzverträgen. Daneben

Prioritätsbegründende Patentanmeldungen



kann IP auch in Patent-Pools eingebracht werden. Die erfolgreichsten Patent-Pools beinhalten Patente der Audio- und Video-Codierung. Gemeinsam mit weiteren Inhabern standardrelevanter Patente aus verschiedenen Ländern werden im Rahmen unterschiedlicher Patent-Pools gemeinsam weltweit Lizenzen erteilt. Die Verwertung erfolgt dadurch in deutlich mehr als 100 Ländern. Diese Einnahmen werden in die Vorlauforschung reinvestiert und stärken damit nachhaltig den Forschungsstandort Deutschland. Im Jahr 2020 schloss Fraunhofer 352 neue Verwertungsverträge ab, die Gesamtanzahl lag Ende 2020 bei 2924 aktiven Verträgen. Die Lizenzerträge sind gegenüber dem hohen Vorjahresniveau erneut zurückgegangen und lagen 2020 wegen des Auslaufens einiger lizenzierter Patente bei 99 Mio €.

Aspekte der Corporate Responsibility

Verantwortung der Fraunhofer-Gesellschaft

Unter Corporate Responsibility (CR) versteht Fraunhofer die **umfassende Verantwortung** im Hinblick auf ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Belange. Der Umgang mit Kunden und Kooperationspartnern, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, Auftragnehmern und Lieferanten ist bei Fraunhofer ebenso wie die Ausrichtung auf Forschung für das Wohl der Gesellschaft und zur Stärkung der deutschen und europäischen Wirtschaft vom »Prinzip der Verantwortung« geleitet.

Diese Verantwortungsübernahme zeigte sich 2020 sehr deutlich im Umgang mit der weltweiten Corona-Pandemie, die auch die Fraunhofer-Gesellschaft vor besondere Herausforderungen stellte. Neben umfangreichen Maßnahmen zum Schutz der eigenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, wie die sofortige Umsetzung umfassender Schutz- und Hygienemaßnahmen und die Ermöglichung des flexiblen Arbeitens auch im Homeoffice, stand auch die Fraunhofer-Forschung im Zeichen der Pandemiebekämpfung. Unter dem Slogan »**Fraunhofer vs. Corona**« richtete Fraunhofer im April/Mai 2020 das interne Sofortprogramm »Anti-Corona« ein, das die Förderung von Projekten im Bereich Medizin- und Gesundheit vorsah, um zeitnahe Problemlösungen im Zusammenhang mit der pandemischen Ausbreitung des Coronavirus SARS CoV-2 zu generieren. Als Beispiele können Projekte für die akute Unterstützung in Laboren, die Unterstützung in der Impfstoff- und Medikamentenentwicklung oder der Einsatz von IT-Kapazitäten für die Information von Bevölkerung und Behörden genannt werden.

Als weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung trägt die Fraunhofer-Gesellschaft darüber hinaus mit nachhaltigen Lösungen zur Zukunftsfähigkeit der Gesellschaft bei. Um diese Beiträge auch langfristig sicherzustellen, wurde die Implementierung einer zukunftsfähigen Struktur für Fraunhofer zur Erreichung der folgenden fünf gesamtgesellschaftlichen Zielen vorangebracht: 1. bezahlbare Gesundheit, 2. vollendete Energiewende, 3. digitalisierte Wertschöpfung, 4. ganzheitliche Kreislaufwirtschaft und 5. Sicherheit und resiliente Gesellschaft. Diese Ziele beschreiben gesellschaftlich und branchenübergreifend relevante Herausforderungen, zu denen Fraunhofer signifikante Lösungen beisteuert. Als wesentliche Strukturelemente wurden dafür **7 neue Fraunhofer Strategische Forschungsfelder (FSF)** initiiert,

darunter das FSF Bioökonomie mit dem Ziel, wegweisende Innovationen für eine nachhaltige, biobasierte Wirtschaft zu entwickeln. Das FSF Wasserstofftechnologien treibt die Umsetzung der Technologien rund um den Wasserstoff in die Praxis voran und unterstützt so maßgeblich die nötige Transformation des Energiesystems und der Industrie in Richtung einer nachhaltigen Wertschöpfung. Im Rahmen des FSF Ressourceneffizienz und Klimatechnologien erforschen die Fraunhofer-Expertinnen und -Experten Lösungen, die zur Entwicklung nachhaltiger Wirtschaftssysteme wie Green Economy, Kreislaufwirtschaft oder Bioökonomie beitragen und zu tiefgreifenden gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Veränderungsprozessen führen.

Um ihrer ökologischen Verantwortung umfänglich gerecht zu werden, hat die Fraunhofer-Gesellschaft 2020 zudem das interne Projekt »**Fraunhofer KlimaAktiv**« zur Erfassung des eigenen CO₂-Äquivalent-Fußabdrucks durchgeführt. Ziel dieses Projekts war es, über eine erstmalige Bestandsaufnahme der Treibhausgasemissionen der Fraunhofer-Gesellschaft relevante Ansatzpunkte zu deren Reduktion zu ermitteln. Neben umfangreichen Abfragen zur Datenermittlung wurden zahlreiche Interviews mit Mitarbeitenden und den Leitungen verschiedenster Institute und Standorte geführt, um Einblicke über bereits umgesetzte, angedachte oder geplante Maßnahmen zur Energie- und CO₂-Reduktion zu erhalten. Dabei wurden Energieeffizienzmaßnahmen wie z. B. Betriebsoptimierungen von Anlagen und die Nutzung energiesparender Beleuchtungstechnik, Abwärmenutzung, die Erhöhung der Eigenstromerzeugung sowie der vollständige Bezug von erneuerbar erzeugtem Strom als erste Ansätze auf dem Weg zur Erreichung der Klimaneutralität identifiziert. Auch die Reduktion von dienstlichen Flugreisen ist hierfür ein wichtiger Faktor (siehe Abschnitt »Ressourcen«). Auf Grundlage des Projekts ist es nun möglich, den Fraunhofer-Beitrag zum politischen Ziel der Klimaneutralität über die eigentlichen Forschungsaktivitäten hinaus zu bewerten und maßgeblich zu erhöhen. Zentrale Ergebnisse des Projekts werden aktuell in eine Klimastrategie für Fraunhofer überführt und sollen im Rahmen »**Fraunhofer Klimaneutral 2030**« nachverfolgt werden. Die Vorstellung der Projektergebnisse und ermittelten Zahlen ist mit der Veröffentlichung des nächsten Corporate-Responsibility-Fortschrittsberichts im Jahr 2021 vorgesehen.

Daneben entwickelt sich das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderte Forschungs- und

Infrastrukturprojekt zu Elektromobilität »LamA – Laden am Arbeitsplatz« weiter. Fast die Hälfte der knapp 500 geplanten Ladepunkte ist bereits errichtet (www.lama.zone). Je nach Standort soll die Ladeinfrastruktur unterschiedlichen Nutzergruppen zur Verfügung stehen und von eigenen Dienstfahrzeugen, Privatfahrzeugen von Fraunhofer-Mitarbeitenden oder Dritten genutzt werden können und somit einen wichtigen Beitrag zur klimafreundlichen Mobilität in Deutschland liefern.

Im Jahr 2020 schärfte auch die **Fraunhofer-Zukunftsstiftung** ihr Profil im Sinne der Nachhaltigkeit. Gefördert werden seither ausschließlich Projekte, die einen substanziellen Beitrag zur Erreichung der Sustainable Development Goals (SDGs) der UN leisten. Bei einem jährlichen Fördervolumen von 5 Mio € liegt der Fokus künftig auf einer wertorientierten Wertschöpfung mit dem Anspruch, absehbar Impact in Gesellschaft und Wirtschaft zu erzeugen. Über das Projektportfolio soll einerseits unmittelbar ein Rückfluss an die Stiftung generiert werden und andererseits eine Basis für die Fundraising-Aktivitäten der Stiftung geschaffen werden. Erstmals sind auch rein gemeinwohlorientierte Forschungsprojekte förderfähig.

Darüber hinaus hat sich Fraunhofer mit der Einreichung eines Communication on Engagement (CoE) und der verlängerten Mitgliedschaft beim **UN Global Compact** im Dezember 2020 erneut zur Unterstützung und Umsetzung der zehn Nachhaltigkeitsprinzipien dieses internationalen Netzwerks bekannt.

Forschung zum Nachhaltigkeitsmanagement

Die Umsetzung der Nachhaltigkeitsprinzipien wird bei Fraunhofer spätestens seit Beendigung des vom BMBF geförderten Verbundprojekts LeNa – »Leitfaden Nachhaltigkeit für außeruniversitäre Forschungsorganisationen« im Jahr 2016 kontinuierlich vorangetrieben. Ein zentrales Ergebnis dieser Zusammenarbeit war die Handreichung »Nachhaltigkeitsmanagement für außeruniversitäre Forschungseinrichtungen«. Das hier entwickelte Portfolio bildet das Fundament für die mehrstufige Implementierung eines »Nachhaltigkeitsmanagements« (LeNa-Prozess) in den Organisationen. Während im Bereich Infrastrukturprozesse bereits maßgebliche Veränderungen angestoßen wurden, zeigte sich weiterer Forschungsbedarf insbesondere im Bereich Wissenschaft und Forschung selbst. Die Umsetzung des Prinzips »Forschen in gesellschaftlicher Verantwortung« auf Ebene der handelnden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Forschungsalltag gestaltet sich aufgrund noch fehlender Methoden, Wirkungsabschätzungen und Praxisbeispiele schwierig. Um die Bedingungen für eine Verankerung von Nachhaltigkeit in der Forschung, ihre Operationalisierung und die Wirkung veränderter Forschungsprozesse auf die Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen systematisch zu erforschen, erarbeitete die Fraunhofer-Gesellschaft

gemeinsam mit Helmholtz, der Leibniz-Gemeinschaft und der Max-Planck-Gesellschaft 2020 einen Antrag für ein fortführendes BMBF-Projekt. Das Projekt LeNa Shape soll 2021 starten und wichtige Erkenntnisse und Hilfestellungen für die weitere Verankerung von Nachhaltigkeit in den Forschungsorganisationen liefern.

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Ein Hauptanliegen der Fraunhofer-Gesellschaft ist die Verantwortung gegenüber ihren Mitarbeitenden: Die Arbeitgeberattraktivität wird kontinuierlich weiterentwickelt. Förderung, Motivation, Chancengleichheit und Schutz der Mitarbeitenden stehen dabei an erster Stelle.

Zum Jahresende 2020 waren bei Fraunhofer 29 069 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt, davon 20 701 wissenschaftliche, technische und administrative Beschäftigte (WTA-Personal), 7827 Studierende sowie 541 Auszubildende. Die Personalzahlen bestätigen das zu Beginn der Krise mit den Zuwendungsgebern besprochene Ziel des Kapazitäts- und Kompetenzerhalts und zeigen, dass Fraunhofer auch unter veränderten Rahmenbedingungen voll arbeitsfähig bleibt.

Das Ziel des seit 2018 laufenden Projekts **New Work@ Fraunhofer** ist, ein flexibles, kooperatives, partizipatives, kundenorientiertes Arbeits- und Forschungsumfeld für selbstbestimmte Mitarbeitende zu schaffen. Den Projektauftrag bildete eine Online-Befragung von 1500 Mitarbeitenden und 500 Führungskräften sowie eine Vollbefragung aller Institutsleitungen, Personalverantwortlichen, Verwaltungsleitungen und Betriebsratsvorsitzenden. Die Ergebnisse der Befragung wurden ergänzt durch Benchmarking mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus dem In- und Ausland. Dies war die Basis, um die Schwerpunkte für die Entwicklung eines New-Work-Ansatzes für Fraunhofer zu definieren.

Entsprechend wurden die vier zentralen Stoßrichtungen von New Work

- **Arbeitserbringung** (Zeit- und ortflexibles Arbeiten realisieren)
- **Organisation** (agiles Denken und kundenorientierte, kooperative Organisationsformen weiterentwickeln)
- **Führung und Selbstorganisation** (Führung neu denken und Verantwortung übergeben)
- **Kooperation** (Wissen und Menschen sinnvoll selbstorganisierend vernetzen)

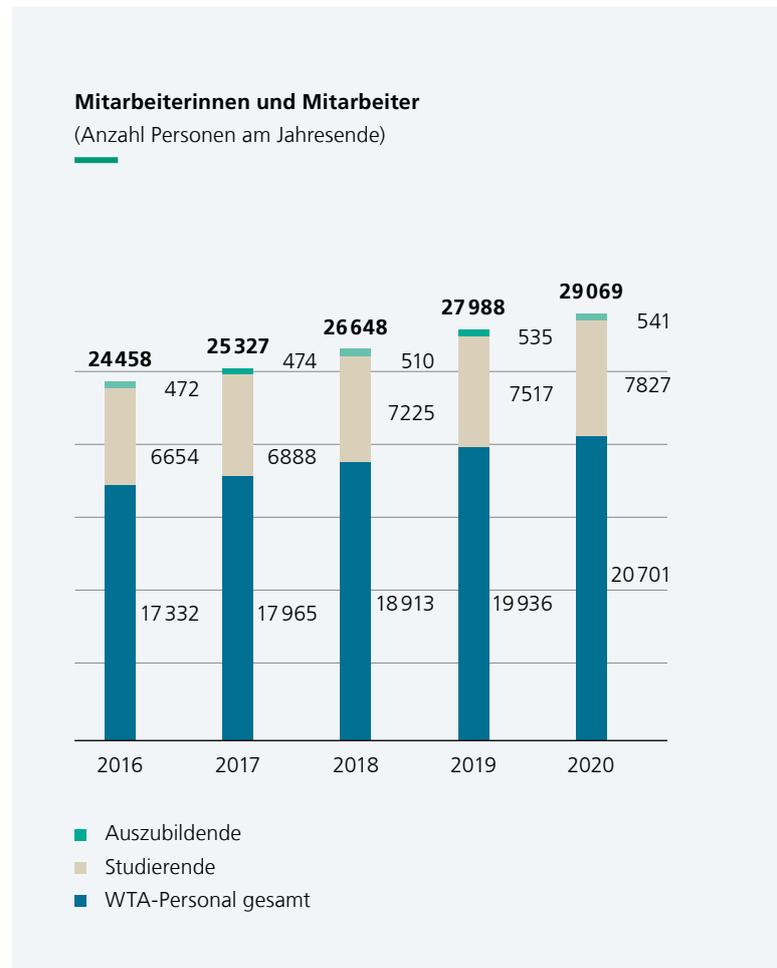
aufgegriffen, pilothaft an drei Fraunhofer-Instituten und einem Cluster.

Das Fazit aus der Pilotphase ist positiv. Die Ergebnisse zeigen, dass die Einführung flexibler Arbeitsformen die Attraktivität von Fraunhofer als Arbeitgeber erhöhen und die Wahrnehmung als moderner Partner für Kunden verbessern kann. Im Ergebnis stehen nach der Pilotierung praxisorientierte Lösungsansätze zur Verfügung, die über Instituts-/Verwaltungsleitungen und Personalverantwortliche in die Institute zurücktransferiert werden. Allein bis Frühjahr 2021 nutzen schon über 30 Institute die Zugangswege EINSTEIGEN, SYSTEMATISIEREN und ENTWICKELN, um sich auf die New-Work-Implementierung vorzubereiten. Das Modul EINSTEIGEN widmet sich der Bilanzierung und der Bestandsaufnahme der in der Corona-Zeit gemachten Erfahrungen. Die Modulreihe SYSTEMATISIEREN unterstützt die Umsetzung von orts- und zeitflexiblem Arbeiten inkl. der damit verbundenen rechtlichen Aspekte. Die Themen Führung, Agilität und Kooperation bilden die Schwerpunkte des modularen Angebots ENTWICKELN.

Über den geplanten New Work Roll-out hinaus hat die Corona-Pandemie außergewöhnliche Arbeitssituationen und noch nie da gewesene Herausforderungen für die Fraunhofer-Institute und die Zentrale geschaffen. Im »large scale home office« bestimmen virtuelle und digitale Arbeitsformen den Alltag und haben den Bedarf nach modernen Formaten der Zusammenarbeit so dringlich gemacht wie nie zuvor. Auf Basis dieser neuen Ausgangslage wurden thematisch vielfältige Modulreihen und Handlungshilfen erarbeitet, um die Gestaltung und Umsetzung des »New Normal« an den Instituten zu begleiten und zu unterstützen.

Die Weiterentwicklung des Mitarbeitergesprächs zum »**Entwicklungsgespräch**« wurde 2020 fortgesetzt. Ein weiterer wesentlicher Baustein im Rahmen der Unterstützung der Entwicklungsplanung war die Ausweitung des Mitarbeitergesprächs auf die Zielgruppe Auszubildende und dual Studierende.

Fraunhofer hat zum 1. Januar 2020 den Code of Conduct »**Promovieren mit Fraunhofer**« verbindlich eingeführt, der zuvor in einem breit angelegten Diskussionsprozess gemeinsam mit Promovierenden, Betreuenden, Institutsleitungen sowie den Gremien wie Wissenschaftlich-Technischer Rat und Gesamtbetriebsrat entwickelt wurde. Der Code of Conduct formuliert einen verbindlichen Qualitätsstandard der Promovierendenbetreuung bei Fraunhofer und stellt auf dieser Basis qualitätsgesicherte Rahmenbedingungen der Promovierendenbetreuung und damit die Erhaltung bzw. Steigerung der wissenschaftlichen Exzellenz bei Fraunhofer sicher. Der Code of Conduct wird von einer vom jeweiligen Fraunhofer-Institut auszustellenden Qualifizierungsvereinbarung konkretisiert, die wesentliche Rahmenbedingungen für das jeweilige Promotionsvorhaben regelt. Zur verpflichtenden Umsetzung des Code of Conduct wurden 2020 die wesentlichen Handlungsfelder identifiziert und die Beteiligten mit einem



umfangreichen Angebot an Erfahrungsaustausch, Workshops und Handlungshilfen unterstützt.

Im Jahr 2020 wurden ab Mitte März aufgrund der **Pandemie-Situation** alle Personalentwicklungs-Veranstaltungen und -Programme sowie die zentralen Veranstaltungen in virtuelle Formate geändert: Nach kurzfristigen Konzeptarbeiten mit dem Netzwerk der externen Trainerinnen und Trainer konnte ein umfangreiches Online-Angebot an Seminaren sichergestellt werden. Zudem wurde das Angebot für die Mitarbeitenden bereits ab Mitte März um einen Informationsbereich zum Thema »Mobiles Arbeiten« im Fraunhofer-Intranet ergänzt, der rechtliche Aspekte, virtuelle Tools zur Zusammenarbeit, allgemeine Handlungshilfen zum mobilen Arbeiten sowie Tipps für Führungskräfte im Hinblick auf die Besonderheiten des Themas Führung in dieser Situation aufbereitet.

Diversity

Diversity Management ermöglicht, Vielfalt produktiv zu nutzen: Gemischte Teams punkten durch hohe Kreativität, Innovationsfähigkeit sowie eine höhere Problemlösefähigkeit und können unterschiedliche Bedarfe und Anwendungskontexte in Forschung und Entwicklung besser berücksichtigen. Zielsetzung von Diversity Management ist ein Arbeitsumfeld, an dem alle Mitarbeitenden gleichberechtigt teilhaben können – ungeachtet von ethnischer Herkunft, Geschlecht, Religion und Weltanschauung, Behinderung, Alter oder sexueller Identität.

Ein zentrales Ergebnis der Fraunhofer-internen Kulturstudie war, dass Gender Biases einen negativen Einfluss auf Chancengerechtigkeit haben. Unbewusste Vorannahmen – **Unconscious Bias** – beeinflussen Verhalten und Entscheidungen, beispielsweise bei der Einstellung und Auswahl von Mitarbeitenden und Führungskräften, aber auch in unserem alltäglichen Miteinander am Arbeitsplatz. Das Thema »Unconscious Bias« war aufgrund seiner hohen Relevanz ein Topthema im Jahr 2020. So wurden verschiedene Maßnahmen umgesetzt, wie z. B. eine Pressekampagne in der

»Quersumme – Die Zeitung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter«, Workshopangebote für Mitarbeitende und Führungskräfte sowie die Erarbeitung von Handlungshilfen für eine gendergerechte Personal- und Führungskräfteauswahl.

Das **Förderprogramm Diversity** bietet finanzielle Unterstützung für die Fraunhofer-Institute, die Maßnahmen zur Förderung von Diversity initiieren und implementieren. 2020 wurden insgesamt 27 Anträge aus 23 Instituten eingereicht. Für alle Förderbereiche wurde die Finanzierung von verschiedenen Maßnahmen zur Förderung von Rahmenbedingungen und Schulungen, wie z. B. von Diversity-Trainings, einer Schulungsreihe zum Thema Unconscious Bias und eines institutseigenen Mentoringprogramms für Wissenschaftlerinnen zur Verfügung gestellt. Vor dem Hintergrund der Pandemie wurden erstmals auch Anträge für virtuelle Kinderbetreuung gefördert.

Zum Bilanzstichtag lag die Quote der **Schwerbehinderten** bei 2,8 Prozent (Vorjahr: 3,0 Prozent). Der Schwerpunkt zum Thema Inklusion lag 2020 darauf, die aufgesetzten Maßnahmen wie das Förderprogramm Diversity weiter bei Fraunhofer zu verankern. Gefördert wurden 2020 ein Onboardingpaket für blinde oder sehbehinderte Menschen zur Nutzung von

Konzept »Unconscious Bias bei Fraunhofer«

	Maßnahme	Beginn	Zielgruppe
Sensibilisierung	<ul style="list-style-type: none"> Erklärfilme und Studien Beantragen und Durchführen von Forschungsprojekten Publikationen Teilnahme an Konferenzen und in Gremien 	03/2020	<ul style="list-style-type: none"> Instituts- und Verwaltungsleitung Führungskräfte Mitarbeitende Funktionsträgerinnen, Funktionsträger Personalentwicklung
Training	<ul style="list-style-type: none"> Schulungsmodule UB-Online-Schulung Beratung und Vermittlung Diversity- und UB-Trainings 	<ul style="list-style-type: none"> 09/2020 01/2020 	
Standardisierung	<ul style="list-style-type: none"> Prozessoptimierung Personalprozesse Erarbeitung Standards Umsetzung an Instituten 	<ul style="list-style-type: none"> 09/2020 10/2020 2021 	

Microsoft Teams und Microsoft 365 sowie eine Kurzanleitung, worauf Sehende bei der Zusammenarbeit mit blinden oder sehbehinderten Kolleginnen und Kollegen achten sollten. Zudem wird auch das Thema Inklusion in den Aktivitäten rund um die Verminderung von Unconscious Bias aufgegriffen.

Im Rahmen des Fraunhofer-weiten Rahmenvertrags mit dem **pme Familienservice** konnten 2020 alle Beschäftigten der Fraunhofer-Gesellschaft kostenfrei das gesamte digitale Veranstaltungsangebot des pme Familienservice nutzen. In der pme Akademie können Online-Vorträge und Seminare zu Themen der Kinderbetreuung, Pflege und Betreuung sowie psychosozialen Herausforderungen besucht werden.

Angesichts der COVID-19-Pandemie wurde die Zertifizierungsmöglichkeit für das **Fraunhofer FamilienLogo**, die ursprünglich für 2020 vorgesehen war, auf das Jahr 2021 verschoben. Für die bereits ausgezeichneten Institute wird die Gültigkeit des Logos entsprechend verlängert. Institute, die sich für die Erstzertifizierung interessieren, konnten eine Beratung in Anspruch nehmen, um sich auf den Zertifizierungsprozess 2021 vorzubereiten.

Das **Executive Search Team** der Rekrutierungskommission hat einen Sourcing-Prozess aufgesetzt mit dem Ziel, diesen Prozess noch weiter bei laufenden und künftigen Berufungsverfahren zu etablieren. Mit diesem Prozess sind die beiden Sourcerinnen derzeit bei 13 Berufungsverfahren aktiv. Durch die gezielte Suche und direkte Ansprache geeigneter Kandidatinnen erreichen sie vor allem auch passive Kandidatinnen und machen diese auf die Stellenausschreibungen aufmerksam. Durch diesen Ansatz konnte der Anteil an Bewerbungen von weiblichen Top Talenten, auch aus dem internationalen Umfeld, bereits maßgeblich erhöht werden.

Der Pool **interner Kandidatinnen für eine W2-/W3-Professur** hat sich weiter konsolidiert. Die Verschränkung mit der Förderung über TALENTA *excellence* erweist sich als zielführend; in der Auswahlrunde im Herbst 2020 wurden zwei weitere Kandidatinnen aus dem W2-/W3-Pool aufgenommen. Insgesamt vier Wissenschaftlerinnen verhandeln derzeit mit Universitäten über ihre Berufung. Bei zwei von ihnen zeichnet sich der Karriereweg in die Wissenschaft ab – für Fraunhofer ein gelungener Transfer durch Köpfe.

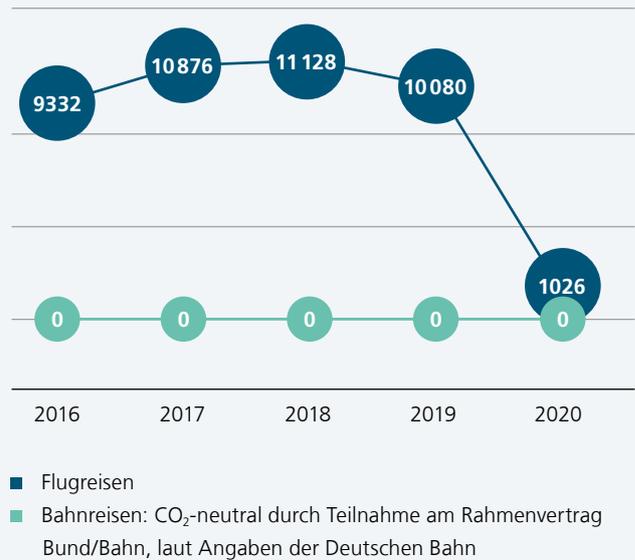
Darüber hinaus strebt Fraunhofer an, den Anteil von Frauen in **wissenschaftlichen Gremien und Aufsichtsgremien** zu erhöhen. Der Frauenanteil in den Kuratorien lag Ende 2020 bei 22,3 Prozent (Vorjahr: 19,5 Prozent). Im Fraunhofer-Senat, dem höchsten Lenkungs-gremium, lag der Anteil der Senatorinnen an den gewählten Senatsmitgliedern bei 47 Prozent (Vorjahr: 39 Prozent).

Ressourcen – Mobilität und Abfallaufkommen

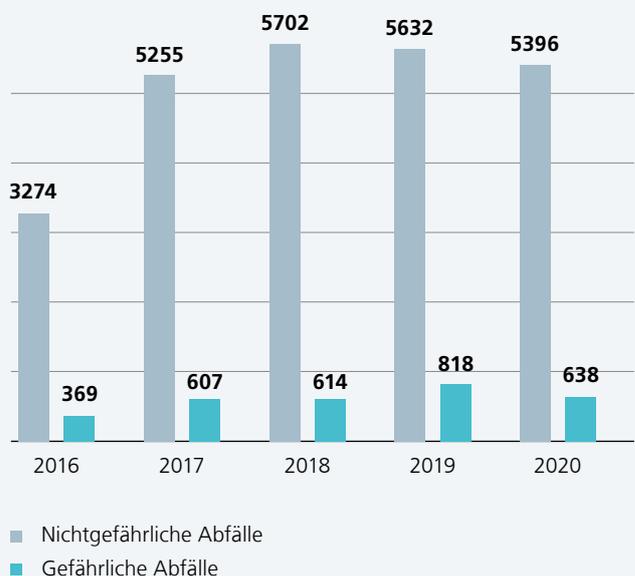
Auch die Dienstreisen im In- und Ausland der Mitarbeitenden wurden durch die Corona-Pandemie stark eingeschränkt. Viele Veranstaltungen und Messen wurden abgesagt und durch virtuelle Formate ersetzt. Das führte zu einem regelrechten Einbruch der Dienstreisen, insbesondere der Dienstflüge, und zeigt sich in den vergleichsweise niedrigen CO₂-Emissionen aus dem Flugverkehr, die 2020 nur noch 1026 Tonnen ausmachten. Dies entspricht einem Rückgang um 90 Prozent. Ebenfalls stark rückläufig war die mit der Bahn zurückgelegte Strecke: Hier gab es einen Rückgang um etwa 80 Prozent auf nur noch 8 Millionen Personenkilometer im Jahr 2020. Da Bahnfahrten durch die Nutzung des Rahmenvertrags Bund/Bahn für Fraunhofer als CO₂-neutral ausgewiesen werden, ist eine Änderung in den CO₂-Emissionen nicht zu verzeichnen. Für die Flugemissionen 2020 wird laut Beschluss aus dem Jahr 2019 erstmalig eine Kompensation vorgenommen. Die Ausschreibung hierfür ist in Vorbereitung und für das Frühjahr 2021 vorgesehen.

Für das betriebliche Abfallmanagement und die Dokumentation in Form eines Abfallregisters und jährlichen Berichts sind an den Fraunhofer-Instituten Beauftragte für das betriebliche Abfallmanagement bestellt worden. Aktuelle Gesamtabfallzahlen sind lediglich für das Jahr 2019 verfügbar. Gemäß diesen fielen im Jahr 2019 an den Fraunhofer-Instituten 5396 Tonnen nichtgefährliche und 638 Tonnen gefährliche Abfälle an. Dies bedeutet einen Rückgang um 236 Tonnen für nichtgefährliche sowie ein Rückgang um 180 Tonnen für gefährliche Abfälle im Vergleich zum Vorjahr. Die Reduktionen im Bereich nichtgefährliche Abfälle gehen auf die Bemühungen der Institute zurück. Die Schwankungen im Bereich gefährliche Abfälle sind zu großen Teilen durch Forschungsprojekte zu erklären: Die meisten Abfälle fallen projektbezogen an und sind nicht direkt steuerbar.

CO₂-Emissionen bei Dienstreisen der Fraunhofer-Beschäftigten in Tonnen



Abfallaufkommen der Fraunhofer-Institute in Tonnen



Risiken und Ausblick

Risikomanagement und Risiken

Auch die Fraunhofer-Gesellschaft wird durch die Folgen der Corona-Krise belastet, wodurch eine Verschlechterung der Risikosituation resultierte. In der Gesamtsicht besteht jedoch keine nachhaltige Gefährdung der Fraunhofer-Gesellschaft.

Da der Umfang der Auswirkungen des Coronavirus u.a. aufgrund der steigenden Anzahl an Mutationen nicht genau vorhersehbar ist, hat der Fraunhofer-Vorstand Szenarien mit entsprechenden Maßnahmen entwickelt, um schnell auf zukünftige Entwicklungen reagieren zu können. Unter anderem wurde vom Zuwendungsgeber ein Mehrbedarf an Zuwendung genehmigt, um Fraunhofer den Erhalt ihrer zur Krisenbewältigung in Deutschland und Europa so wichtigen Kompetenzen und Kapazitäten zu ermöglichen. Die Veränderung der Lage wird weiterhin durch den Corona-Krisenstab intensiv beobachtet und analysiert, um Maßnahmen laufend an eine sich verändernde Situation anzupassen.

Unter dem Begriff **Risiko** versteht Fraunhofer alle internen und externen Ereignisse und Entwicklungen, die den Erfolg der Gesellschaft gefährden können. Hierzu zählen sowohl direkt monetär ermittelbare als auch qualitative Risiken.

Das **Risikomanagement** bei Fraunhofer verfolgt das Ziel, vorhandene und potenzielle Risiken frühzeitig zu identifizieren und durch geeignete Maßnahmen so zu steuern, dass der Risikoeintritt entweder abgewendet werden kann oder keine Folgen entfaltet, welche die Erfüllung des satzungsgemäßen Auftrags bzw. den Erfolg der Fraunhofer-Gesellschaft gefährden. Um dieses Ziel zu erreichen, ist ein Risikomanagementsystem etabliert, das die Anforderungen und die Struktur der Fraunhofer-Gesellschaft berücksichtigt, fortlaufend weiterentwickelt und vom Wirtschaftsprüfer der Fraunhofer-Gesellschaft als geeignet und ausreichend bewertet wurde.

Der Regelkreis des Risikomanagements beinhaltet eine jährliche systematische und standardisierte Risikoerhebung mit den Risikoexperten in den Fachabteilungen. Die dabei erhobenen Einzelrisiken inkl. der Maßnahmen werden im Anschluss für die jährliche Berichterstattung an den Vorstand zu den entsprechenden Risikothemen zusammengefasst und priorisiert, wodurch gleichartige Einzelrisiken gesamthaft bewertet werden.

Daneben informieren die Fachabteilungen den Vorstand im Rahmen bestehender Berichtswege regelmäßig bzw. anlassbezogen über relevante Risikoentwicklungen.

Das Fraunhofer-spezifische Risikokategorisierungsmodell bildet den Rahmen für die jährliche Risikoerhebung und den darauf aufbauenden Risikobericht an den Vorstand. Es besteht in der ersten Ebene aus vier Risikofeldern (Geschäftsmodell, Finanzen, Ressourcen und Operatives Geschäft). Auf der zweiten Ebene wurden diesen vier Risikofeldern bisher 19 Fraunhofer-spezifische Risikothemen zugeordnet.

Das **Risikofeld Geschäftsmodell** umfasst Risikothemen, welche die Fortführung und Weiterentwicklung des Fraunhofer-Geschäftsmodells gefährden können. Dies betrifft sowohl wichtige externe Rahmenbedingungen als auch Risiken hinsichtlich der internen Ausgestaltung des Geschäftsmodells.

Durch die COVID-19-Pandemie ist vorübergehend in bestimmten Bereichen des **Forschungsportfolios** mit Auswirkungen zu rechnen. Fraunhofer intensiviert entsprechend die bereits laufenden Aktivitäten in der strategischen Portfoliosteuerung.

Aus Haftungs- und Leistungsrisiken der **selbstständigen Auslandsgesellschaften** können mittelbar finanzielle Risiken für die Fraunhofer-Gesellschaft erwachsen. So steht derzeit die Auslandsgesellschaft Fraunhofer USA, Inc. in einem Rechtsstreit mit einem US-Unternehmen.

Im **Risikofeld Finanzen** stehen Risikothemen im Fokus, die die Finanzierung der Forschungstätigkeit bzw. die Zahlungsfähigkeit bedrohen können.

Die institutionelle Förderung durch Bund und Länder stellt für die Fraunhofer-Gesellschaft eine der **drei wesentlichen Finanzierungssäulen** dar und ermöglicht insbesondere den qualitätsgesicherten Aufbau neuer Forschungsfelder und -themen. Als anwendungsorientierte Forschungsorganisation stellen die Wirtschaftserträge eine weitere der drei wesentlichen Finanzierungssäulen dar, welche als Folge der COVID-19-Pandemie einen Einbruch erlitten hat. Dies wird durch die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung zusätzlich genehmigte Zuwendung ausgeglichen, mit der Fraunhofer ihre zur Krisenbewältigung in Deutschland und Europa wichtigen Kompetenzen und Kapazitäten erhalten kann.

Um den Anteil der institutionellen Förderung an der Gesamtfinanzierung nachhaltig zu sichern, betreibt Fraunhofer ein vorausschauendes Wachstumsmanagement und wirbt für eine missionsgerechte, erfolgsbasierte institutionelle Förderung von Bund und Ländern sowie forschungsgerechte Bewirtschaftungsbedingungen. Die derzeit geltenden Bewirtschaftungsgrundsätze erlauben es Fraunhofer, flexibel, effizient und eigenverantwortlich zu agieren. Eine Einschränkung dieser Möglichkeit hätte die Folge, dass die Risiko- und **Liquiditätsvorsorge** und die Anpassungsfähigkeit begrenzt werden.

Von Bund, Ländern und der EU als Co-Finanzierer (EFRE) finanzierte **Bau- und Erstausrüstungsvorhaben** unterliegen Vorgaben hinsichtlich der zeitlichen Mittelverwendung. Deutliche Verzögerungen im Projektfortschritt können zu einem verspäteten Mittelabfluss bis hin zum Verfall der bereitgestellten Mittel führen. Durch das bei Fraunhofer etablierte Baucontrolling wird der Projektfortschritt von Bau- und Erstausrüstungsvorhaben zeitnah überwacht und laufend Möglichkeiten für eine Beschleunigung der Projektabwicklung untersucht. Des Weiteren setzt sich Fraunhofer für einheitliche und flexible Zuwendungsbedingungen bei Bauvorhaben ein.

Das **Risikofeld Ressourcen** umfasst Risiken, die eine Bedrohung der materiellen und immateriellen Ressourcen für eine erfolgreiche Forschungstätigkeit darstellen können.

Die Mitarbeitenden sind der wesentliche Erfolgsfaktor für eine erfolgreiche Forschungstätigkeit. Aufgrund der aktuellen Pandemie wurden umfangreiche Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Geschäftsprozesse und zum Schutz vor Ansteckung unserer Mitarbeitenden und Kunden ergriffen. Diese werden laufend überprüft und an die aktuelle Rahmenlage angepasst.

Die Sicherung der **Intellectual-Property(IP)-Basis** (Gesetze, Richtlinien und andere Regularien) zum Schutz des geistigen Eigentums stellt für Fraunhofer einen kritischen Erfolgsfaktor dar und ist Voraussetzung für die Verwertung der Forschungsergebnisse. Dies betrifft auch mögliche Änderungen der IP Policies von Standardisierungsgremien (SDO) für standardessenzielle Patente. Daher beobachtet und bewertet Fraunhofer Initiativen aus dem regulativen Umfeld im Hinblick auf nachteilige Änderungen der Rahmenbedingungen für die Sicherung und Verwertung von IP.

Moderne leistungsfähige IT-Systeme unterstützen die effiziente Gestaltung der Geschäftsprozesse im Forschungsmanagement. Potenzielle organisatorische Herausforderungen durch die Umstellung auf ein **neues ERP-System** begegnet Fraunhofer u.a. durch temporäre personelle Aufstockung der Fachabteilungen sowie einem strukturierten Projektmanagement und -controlling inkl. einer regelmäßigen Überprüfung der Projektplanung.

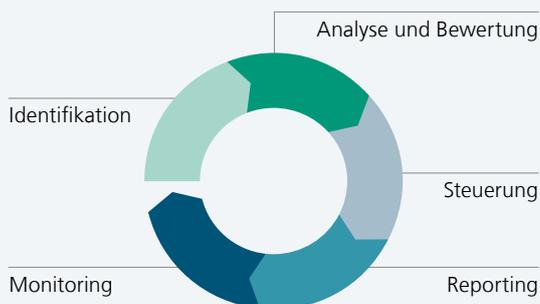
Aus der renditeorientierten Anlage des Vereins- und Rücklagevermögens können **Kapitalmarktrisiken** resultieren. Die Anlagen der Fraunhofer-Gesellschaft sind über einen nach deutschem Recht aufgelegten Wertpapierspezialfonds und Kommanditbeteiligungen gebündelt. Im Rahmen einer breit diversifizierten Anlagepolitik steht die Risikolage wegen der unsicheren Entwicklung an den Geld- und Kapitalmärkten unter ständiger Beobachtung.

Im **Risikofeld Operatives Geschäft** sind Risiken zusammengefasst, die aus den Prozessen in Forschung und Verwaltung bzw. der Durchführung von konkreten Forschungsvorhaben erwachsen können.

In Projekten aus der Auftragsforschung mit in- und ausländischen Geschäftspartnern ist Fraunhofer Haftungs- und Leistungsrisiken sowie Risiken durch Produkthaftung und Gewährleistung ausgesetzt. Bei ausländischen Geschäftspartnern ist Fraunhofer zudem mit der Herausforderung der **ausländischen Rechtsordnung** konfrontiert. Diese Themen werden durch geeignete Haftungsbeschränkungen in den allgemeinen Geschäftsbedingungen bzw. Musterverträgen, die Einbindung von spezialisierten Juristen sowie durch ein abgestuftes Genehmigungsverfahren auf Basis kompetenter juristischer Begutachtungen gesteuert.

Der sichere Umgang mit Informationen stellt für die nachhaltige Geschäftstätigkeit einer wissensbasierten Forschungsgesellschaft eine elementare Voraussetzung dar. Der Anstieg möglicher Risiken im Bereich **Informationssicherheit** wird durch gezielte und fortlaufend weiterentwickelte Maßnahmen begrenzt, die in einem verbindlichen Informationssicherheitshandbuch beschrieben werden.

Regelkreis des Risikomanagements



Verbesserungs-/Weiterentwicklungsprozess

Fraunhofer-Risikokategorisierungsmodell

Risikofelder

Geschäftsmodell

Finanzen

Ressourcen

Operatives Geschäft

Risikothemen

▶ Beihilferecht

Gemeinnützigkeit, Steuern

Verwertung, Ausgründungen

Unternehmensstrategie, Portfoliosteuerung

Internationale Aktivitäten

▶ Grundfinanzierung

Öffentliche Erträge

Wirtschaftserträge

Aufwand Betrieb/Investitionen/Bau

Liquidität, Vorfinanzierung, sonstige finanzielle Risiken

▶ Personal

IP, Know-how

Infrastruktur

Finanzvermögen, Reserve

Reputation, Marke

▶ Leistungserbringung, vertragliche Risiken

Rechtliche Risiken

Informationssicherheit

Ordnungsmäßigkeit, interne Kontrollsysteme

Ausblick

Für das Jahr 2021 zeichnet sich zum Ende des ersten Quartals eine positive Entwicklung für Fraunhofer ab. Planmäßig rechnet Fraunhofer damit, dass Kompetenzen und Kapazitäten weiterhin mit angemessener Unterstützung der Zuwendungsgeber erhalten werden können. Das Erreichen der gesteckten Ertragsziele bleibt jedoch weiterhin risikobehaftet, da mit anhaltenden Lockdown-Maßnahmen und den daraus resultierenden negativen Auswirkungen auf die konjunkturelle Entwicklung gerechnet werden muss. Fraunhofer ist dennoch zuversichtlich, dass das FuE-Portfolio auch aufgrund vieler interessanter Kompetenzen zur Krisenbewältigung sowie durch verstärkte Akquise bei der Wirtschaft sehr nachgefragt sein wird. Das Fraunhofer-Finanzierungsmodell steht selbst bei anhaltender Krisenlage auf einem soliden Fundament.

Im Rahmen der **SAP-Einführung** hat Fraunhofer wichtige Teilschritte wie geplant abgeschlossen. Die Corona-Pandemie verlangte ad hoc eine schnelle Umorganisation der täglichen Zusammenarbeit und führte zur Verlagerung aller Besprechungen und Events auf digitale Kanäle. Es ist gelungen, ein komplexes System aus 40 SAP-Einzelanwendungen und 20 Cloudlösungen mit eigenen Rollen und Berechtigungen aufzusetzen, in Grundfunktionalitäten zu testen und die Qualifizierung der Mitarbeitenden zu konzipieren und zu beginnen. Vor dem Hintergrund, dass das Jahr 2021 ähnliche Herausforderungen mit sich bringen wird, ist es notwendig sicherzustellen, dass Fraunhofer in diesen Krisenzeiten handlungsfähig bleibt und seine Kompetenz und Leistungsfähigkeit den Kunden und Partnern ohne Einschränkung vollumfänglich und dauerhaft zur Verfügung stellt. Deshalb hat der Vorstand nach dem sogenannten User Acceptance Test Ende November 2020 entschieden, die Einführung von SAP um ein Jahr auf Anfang 2022 zu verschieben.

Mit den **leitmarktorientierten Allianzen** plant Fraunhofer eine zentrale neue Transferstruktur. Diese definieren sich als kooperative Transferplattformen mehrerer Fraunhofer-Institute für sogenannte Leitmärkte, d. h. Branchen mit besonderer Relevanz für die Innovationskraft in Deutschland und Europa. Über »One-Stop-Shops« erhalten Industriekunden einen optimalen Zugang zu institutsübergreifenden Forschungsangeboten und systemischen Lösungen mehrerer Institute. Im Jahr 2021 starten zunächst die Leitmärkte »Anlagen- und Maschinenbau«, »Bauwirtschaft«, »Energiewirtschaft« und »Mobilitätswirtschaft«. Da die Leitmärkte »Digitalwirtschaft« und »Gesundheitswirtschaft« in der Pandemie ein besonders dynamisches Wachstum aufweisen, wird ihr Aufbau ebenfalls 2021 umgesetzt werden. Der Aufbau der Leitmärkte »Chemische Industrie« und »Ernährungswirtschaft« ist nachfolgend vorgesehen.

Die **neue Verbundstruktur** wird den Anforderungen der internen Portfoliostrukturierung und der externen Kompetenzdarstellung gerechter und wird zu einer Zunahme von Synergien führen. Ab 2021 gibt es nunmehr folgende neun Institutsverbünde, die unverzüglich ihre interne Abstimmung und externe Kooperation organisieren werden:

- Energietechnologien und Klimaschutz
- Gesundheit
- Innovationsforschung
- IUK-Technologie
- Light & Surfaces
- Mikroelektronik
- Produktion
- Ressourcentechnologien und Bioökonomie
- Werkstoffe, Bauteile – Materials

Für 2021 ist die weitere konsequente Umsetzung der durch die Zukunftskommission initiierten Strukturoptimierungen vorgesehen. Dazu gehören: die noch fokussiertere Kompetenzentwicklung durch die Verbünde, die auf Corporate-Ebene unterstützte Ausbildung von leitmarktorientierten Allianzen und die federführende Initiative auf sieben Fraunhofer Strategischen Forschungsfeldern. Damit ist Fraunhofer für dynamische Anpassungen in der Zukunft sehr gut aufgestellt.

Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn, Vorstand für Technologie-marketing und Geschäftsmodelle, verlässt die Fraunhofer-Gesellschaft auf eigenen Wunsch und beendet seine Tätigkeit als Vorstand zum 31. März 2021. Der Vorstand und das Präsidium danken Herrn Prof. Wehrspohn für die geleistete Arbeit.

Der Vorstand dankt den Mitgliedern, Förderern, Freunden und insbesondere den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Fraunhofer-Gesellschaft für ihre Unterstützung und ihren engagierten Einsatz im Jahr 2020.

Fraunhofer-Gesellschaft
zur Förderung der angewandten Forschung e. V.

Der Vorstand
Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer
Prof. Dr. rer. publ. ass. iur. Alexander Kurz
Dipl.-Kfm. Andreas Meuer
Prof. Dr. rer. nat. Ralf B. Wehrspohn

#WeKnowHow

Bericht des Senats zum Geschäftsjahr 2020



Prof. Dr.-Ing. Heinz Jörg Fuhrmann

Das Jahr 2020 war für die Fraunhofer-Gesellschaft von großen Herausforderungen insbesondere aufgrund der SARS-CoV-2-Pandemie geprägt. Dazu zählt allen voran der signifikante Rückgang in der Vergabe von Industrieforschungsaufträgen durch die von der Krise betroffenen Branchen und nicht zuletzt auch die Veränderung des Arbeits- und Forschungsalltags. Dank des großen Einsatzes aller Mitarbeitenden sowie der Unterstützung der Bundesregierung und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung konnten diese erfolgreich bewältigt werden.

Mit einem Finanzvolumen von rund 2,8 Milliarden Euro wurde eine stabile und kompetenzerhaltende Entwicklung erzielt. So war es der Fraunhofer-Gesellschaft möglich, ihrer Aufgabe als treibende Kraft für Innovation und Wertschöpfung in Wirtschaft und Gesellschaft weiterhin in vollem Umfang nachzukommen. Dies belegen eigene Forschungsinitiativen für technologische Entwicklungen zur Bekämpfung der Pandemie im Zuge des »Anti-Corona-Programms« und das »Fraunhofer-Innovationsprogramm« für den Innovationspush in die Wirtschaft sowie für den eigenen Kapazitätserhalt und die Kompetenzentwicklung.

Unbeschadet der notwendigen Vorsorge-maßnahmen zum Gesundheitsschutz und den damit verbundenen organisatorischen Herausforderungen hat die Fraunhofer-Gesellschaft ihre eigene zukunftsorientierte Aufstellung systematisch weiter vorangebracht. Hierzu zählen z. B. die erfolgreiche Umsetzung der Fraunhofer Strategischen Forschungsfelder und der Fraunhofer-Leitmärkte sowie die Weiterentwicklung der Verbundstruktur.

Die solide Bilanz der Fraunhofer-Gesellschaft hat im vergangenen Jahr erneut den uneingeschränkten Bestätigungsvermerk der beauftragten Wirtschaftsprüfungsgesellschaft erhalten.

Der Senat nahm im Jahr 2020 die ihm nach der Satzung der Fraunhofer-Gesellschaft obliegenden Aufgaben wahr. Er tagte im Geschäftsjahr 2020 zwei Mal: am 12. Mai und am 8. Oktober. Beide Sitzungen fanden aufgrund der SARS-CoV-2-Pandemie im digitalen Sitzungsformat statt. Die Beschlüsse wurden im schriftlichen Umlaufverfahren gefasst.

Wesentliche satzungsgemäße Beschlüsse betrafen die Struktur und Vorstandsangelegenheiten der Fraunhofer-Gesellschaft:

- Der Senat stellte gemäß § 12 Abs. 2 Buchstabe e) der Fraunhofer-Satzung den vom Vorstand aufgestellten Wirtschaftsplan 2021 (Eckwerte) fest.
- Die Ausgliederung der beiden Standorte Frankfurt und Hamburg des Fraunhofer-Instituts für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME in ein selbstständiges Fraunhofer-Institut für Translationale Medizin und Pharmakologie ITMP unter Leitung von Herrn Prof. Dr. Dr. Gerd Geißlinger wurde zum 1. Januar 2021 im Senat beschlossen.
- Der Senat beschloss einstimmig, der Mitgliederversammlung Herrn Ministerpräsidenten Dr. Markus Söder als

Ehrenmitglied zur Wahl in die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. vorzuschlagen. Der Vorstand hatte dem Senat Herrn Ministerpräsidenten Dr. Markus Söder in Anerkennung seines herausragenden politischen Engagements zugunsten der angewandten Forschung in Bayern und darüber hinaus, insbesondere im Bereich der zukunftsweisenden Themen KI und Quantencomputing, für die Ehrenmitgliedschaft in der Fraunhofer-Gesellschaft vorgeschlagen. Die Wahl durch die Mitgliederversammlung erfolgte am 9. Oktober 2020.

- Der Senat wählte den vom »Senatsausschuss zur Neu- und Wiederberufung von Vorstandsmitgliedern« zur Wiederwahl vorgeschlagenen Prof. Dr. rer. publ. ass. iur. Alexander Kurz zum Vorstandsmitglied für den Bereich »Personal, Recht und Verwertung« für die Zeit vom 1. Juni 2021 bis zum 31. Mai 2026.

Der Senat dankt dem Vorstand sowie allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Fraunhofer-Gesellschaft für ihr herausragendes Engagement und die erfolgreiche Arbeit unter den erschwerten Bedingungen einer Pandemie im Geschäftsjahr 2020.

Prof. Dr.-Ing.

Heinz Jörg Fuhrmann

Vorsitzender des Senats der
Fraunhofer-Gesellschaft

Im Fraunhofer-Senat



Gerade in Zeiten hoher Volatilität und strikter Regulierung wollen wir Innovationstreiber bleiben und weit in die Zukunft blicken. Wir haben heute die Chance und die Verantwortung, die Luftfahrt in eine neue Ära zu führen – als ein Schlüsselement für nachhaltige Mobilität.«

Grazia Vittadini
Airbus Chief Technology
Officer & Mitglied des
Airbus Executive Committee

Grazia Vittadini

Grazia Vittadini wurde 2018 als Chief Technology Officer in den Konzernvorstand von Airbus berufen und zum Mitglied des Executive Committee ernannt. Ab Januar 2017 war sie Executive Vice President Head of Engineering und Mitglied des Executive Committee von Airbus Defence and Space. Auf vielen ihrer Karrierepositionen war sie die erste Frau. Seit Jahren engagiert sich Airbus für Vielfalt und Inklusion in Unternehmen der Luft- und Raumfahrt sowie des Maschinenbaus. Auch unter den Airbus-Beschäftigten erhöht sich sukzessive der Frauenanteil, der gegenwärtig bei rund 18 Prozent liegt.

Airbus ist ein weltweit führendes Unternehmen im Bereich von Luft- und Raumfahrt sowie dazu gehörenden Dienstleistungen. Im Geschäftsjahr 2019 beschäftigte die Unternehmensgruppe rund 135 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Airbus ist Europas Marktführer bei militärischen Tank-, Kampf-, Transport- und Missionsflugzeugen und eines der größten Raumfahrtunternehmen der Welt. Als global führender Hersteller von kommerziellen Flugzeugen hat der Konzern zudem den Anspruch, Technologievorreiter bei der Abkehr von fossilen Brennstoffen und der Dekarbonisierung der Luftfahrt zu sein. Bis 2035 will Airbus ein Passagierflugzeug auf den Markt bringen, das komplett CO₂-neutral fliegt.

In Deutschland befindet sich der Hauptsitz des von Grazia Vittadini weltweit angesiedelten und agierenden Teams. An den insgesamt 27 deutschen Airbus-Standorten arbeitet zudem knapp die Hälfte aller Beschäftigten der gesamten deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie. Neben dem Verkehrsflugzeug- und Hubschraubergeschäft entwickelt Airbus in Deutschland modernste Technologien und maßgeschneiderte Produkte zur Stärkung der nationalen Sicherheit – darunter Militärhubschrauber, Satellitenprogramme für eine sichere militärische Kommunikation und den Eurofighter.

Grazia Vittadini leitete stets internationale Teams an verschiedenen Standorten und war u. a. Chief Engineer für die Ausrüstung der Auftriebshilfe für die A380 in Bremen. Die gebürtige Mailänderin startete ihre berufliche Laufbahn auf der italienischen Seite des Eurofighter-Konsortiums. 2002 kam sie zu Airbus Operations nach Deutschland und war dort schnell in Führungspositionen tätig, u. a. als Cheffingenieurin und Leiterin des Corporate Audit. Grazia Vittadini hat einen Abschluss in Luftfahrttechnik mit Schwerpunkt Aerodynamik der Polytechnischen Universität Mailand (Politecnico di Milano).

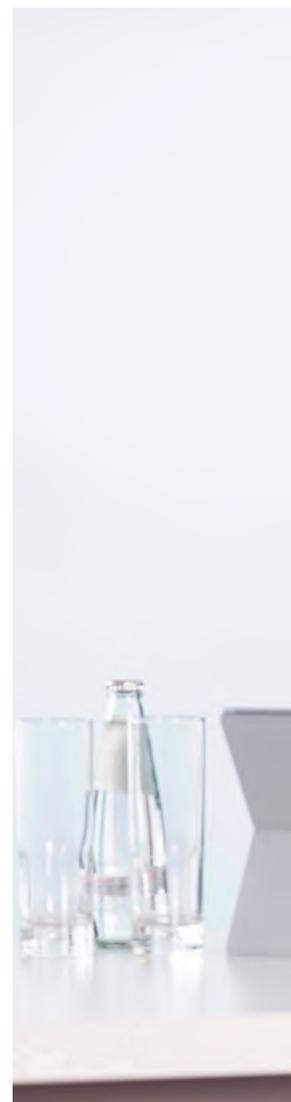
Dr. Karl Tragl

Dr. Karl Tragl war bis 2020 Sprecher des Vorstands der Diehl-Gruppe und ist nach wie vor beratend für die Unternehmensgruppe tätig. Tragl verbindet umfangreiche unternehmerische Erfahrungen in verschiedenen Branchen mit breit gefächerten, international unter Beweis gestellter Kenntnis moderner Produktionssysteme und innovativer Methoden aus den Bereichen Industrie 4.0, Automatisierungstechnik und 3D-Druck.

Nach dem Studium der Physik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg promovierte Karl Tragl beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Oberpfaffenhofen. Seine berufliche Laufbahn begann er 1991 bei der späteren Siemens Management Consulting als Unternehmensberater für Restrukturierungs-, Wachstums- und Innovationsprojekte. Anschließend übernahm er das globale Geschäft für Siemens Frequenzumrichter mit Sitz in England.

Im Jahr 2000 folgte der Wechsel zum Maschinenbauer Bosch Rexroth AG, bei dem Karl Tragl 16 Jahre tätig war und nach verschiedenen Führungspositionen ab 2010 als Vorstandsvorsitzender die Gesamtverantwortung trug. Danach war er in den USA als Group President bei der Aluminum Company of America und nach der Aufspaltung des Unternehmens in zwei unabhängige börsennotierte Unternehmen bei Arconic verantwortlich für den Bereich Engineered Products & Solutions.

Zuletzt war Karl Tragl von 2018 bis 2020 Sprecher des Vorstands der Diehl-Gruppe. Diehl ist ein global operierendes Familienunternehmen mit Stammsitz in Nürnberg und 60 Tochterunternehmen bzw. Joint Ventures weltweit. Gegliedert in die Unternehmenseinheiten Metall, Controls, Defence, Aviation und Metering erzielte die Diehl-Gruppe 2019 einen Umsatz von 3,6 Milliarden Euro mit rund 17 500 Mitarbeitenden.





Wir müssen mit Mut und Neugier den Wandel in Wirtschaft und Gesellschaft aktiv gestalten. Globale Offenheit, Vielfalt, Sicherheit und Nachhaltigkeit sind dafür wichtige Werte. Der Schlüssel für unsere Zukunft ist technologischer Fortschritt in Digitalisierung, Künstlicher Intelligenz und neuen Materialien.«

Dr. Karl Tragl
ehem. Sprecher des
Vorstands der Diehl-Gruppe



Innovative, nachhaltige Wertschöpfung schafft attraktive Beschäftigung und sichert den Wohlstand unserer Gesellschaft. Daher ist es auch eine gemeinsame Aufgabe von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, in diesem Sinne leidenschaftlich für eine gute Zukunft zu kämpfen. Kooperation und Wettbewerb sind dabei kein Widerspruch – es braucht beides für den gemeinsamen Erfolg.«

Dr.-Ing. Anna-Katharina Wittenstein
Vorstandsmitglied der
Wittenstein SE

Dr.-Ing. Anna-Katharina Wittenstein

Dr.-Ing. Anna-Katharina Wittenstein ist seit 2016 Vorstandsmitglied der Wittenstein SE.

Das Familienunternehmen ist ein Hightech-Betrieb, dessen Kernkompetenz im Bereich der mechatronischen Antriebstechnik liegt. Am Firmensitz in Igersheim und an 25 Standorten in mehr als 45 Ländern dreht sich alles um kundenspezifische Systeme und Lösungen für hochdynamische Bewegung, präzise Positionierung und intelligente Vernetzung. Produkte des Unternehmens kommen beispielsweise in Robotern, Werkzeugmaschinen, in der Medizintechnik, der Luft- und Raumfahrt und sogar in der Formel 1 zum Einsatz. 2018 war ein Mitarbeiterteam der Wittenstein SE mit einem neuartigen Getriebe unter den Finalisten des Deutschen Zukunftspreises.

Die gebürtige Würzburgerin Anna-Katharina Wittenstein studierte an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg und an der Universität Mannheim Betriebswirtschaftslehre. Von 2002 bis 2006 war sie zunächst als Beraterin und wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart tätig. Nach ihrer Promotion an der Universität Stuttgart begleitete sie als operative Geschäftsführerin den Aufbau eines Produktionsstandorts des Familienunternehmens in der Schweiz, später bereitete sie sich als Chairwoman of the Board in den USA auf ihre Vorstandsrolle im Familienunternehmen vor. Mittlerweile ist der Generationenwechsel vollzogen und Vater Dr.-Ing. Manfred Wittenstein Vorsitzender des Aufsichtsrats.

Bereits seit 2018 ist Anna-Katharina Wittenstein Mitglied des Kuratoriums des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, außerdem ist sie Mitglied des Innovationsdialogs zwischen der Bundesregierung, Wirtschaft und Wissenschaft.

Bernard Meyer

Bernard Meyer ist Geschäftsführer der Meyer Werft. Das Unternehmen mit Sitz im niedersächsischen Papenburg hat sich seit Mitte der 1980er-Jahre vor allem durch den Bau von Kreuzfahrtschiffen einen Namen gemacht und ist einer der Weltmarktführer in diesem Segment. Die Meyer Werft wurde im Jahr 1795 von Willm Rolf Meyer gegründet, Bernard Meyer führt das Familienunternehmen in mittlerweile sechster Generation.

Als einer der größten Arbeitgeber der Region Emsland/Ostfriesland baut die Werft Kreuzfahrtschiffe, Fähren und Gastanker für Kunden aus aller Welt. Bernard Meyer selbst war es, der in den 80er-Jahren den Einstieg in den Bau von Kreuzfahrtschiffen in die Wege leitete. Seither haben mehr als 50 dieser Ozeanriesen das überdachte Baudock in Papenburg verlassen – eines der größten weltweit.

In Anbetracht der zunehmenden Relevanz von Nachhaltigkeit und Klimaschutz im Tourismussektor und auf den Weltmeeren hat die Meyer Werft 2018 mit der AIDAnova das sauberste Kreuzfahrtschiff der Welt gebaut. Als weltweit erster Ozeanriesen fährt das Schiff mit Flüssigerdgas (LNG). So lässt sich der Ausstoß von Feinstaub und Schwefeloxiden vollständig vermeiden; Stickoxide und Kohlendioxid werden deutlich reduziert.

Bernard Meyer wurde 1948 in Papenburg geboren. Nach seinem Studium zum Diplom-Ingenieur Schiffbau in Hannover und Hamburg stieg er 1973 in das Familienunternehmen ein und übernahm 1982 die Geschäftsführung. Durch die Übernahme der Neptun Werft 1997 und der finnischen Werft Meyer Turku 2014 wurde die Gruppe deutlich größer und international bekannt. Meyer ist Mitglied des Präsidiums des Verbands für Schiffbau und Meerestechnik (VSM), der wirtschaftlichen Interessenvertretung der deutschen maritimen Industrie. Auch auf internationaler Ebene ist er seit vielen Jahren im Vorstand beim europäischen Schiffbauverband SEA Europe aktiv. Eine besondere Ehrung wurde ihm 2009 durch die Verleihung des Werner-von-Siemens-Rings zuteil. Der Preis gilt als eine der höchsten deutschen Auszeichnungen für Naturwissenschaft und Technik.



Die Entwicklung und der Bau nachhaltiger und klimaneutraler Kreuzfahrtschiffe ist unser Ziel. Wir sind auf dem Weg dorthin und haben mit dem emissionsarmen LNG-Antrieb bereits einige neue Schritte gemacht. Wir forschen an Brennstoffzellen, regenerativem Methanol als Treibstoff und anderen Technologien, um das Ziel schnell zu erreichen. Wir sind sicher, mit viel Pioniergeist, Know-how und unserer Erfahrung schaffen wir das.«

Bernard Meyer
Geschäftsführer der
Meyer Werft



Forschung und Innovation können uns helfen – in der Corona-Pandemie mit Impfstoffen, Therapien und Strategien zur Eindämmung. Das gibt uns die berechtigte Hoffnung, immer mehr Menschen zu schützen und immer besser mit diesem Virus leben zu können. Erfolge einer engen Verbindung von Exzellenz in der Forschung und dem Transfer in die Produktentwicklung sind hier deutlich sichtbar. Forschung – das zeigt sich hier – hilft, gesellschaftliche Herausforderungen zu bewältigen.«

Bärbel Bas
stellvertretende Vorsitzende
der SPD-Bundestagsfraktion

Bärbel Bas



Bärbel Bas ist seit Oktober 2009 Mitglied des Deutschen Bundestags und in ihrer Funktion als stellvertretende Vorsitzende der SPD-Bundestagsfraktion zuständig für die Bereiche Gesundheit, Bildung und Forschung, Petitionen sowie für die Enquete-Kommission »Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt«. Als Bundestagsabgeordnete vertritt sie den Wahlkreis 115 Duisburg I.

Bärbel Bas wurde 1968 geboren und wuchs zusammen mit fünf Geschwistern in Duisburg auf. Nach der Fachoberschulreife begann sie eine Ausbildung bei der Duisburger Verkehrsgesellschaft (DVG). Bereits in dieser Zeit engagierte sie sich als gewählte Jugend- und Auszubildendenvertreterin für bessere Ausbildungsbedingungen. Getreu dem Motto »lebenslanges Lernen« qualifizierte sie sich kontinuierlich weiter. So folgten ein Studium zur Krankenkassenbetriebswirtin sowie ein Studium zur Personalmanagement-Ökonomin. Sie übernahm verschiedene Führungspositionen bei der BKK futur, die mittlerweile in die BKK VBU übergegangen ist.

SPD-Mitglied ist Bärbel Bas seit 1988; neun Jahre lang war sie Juso-Vorsitzende der SPD Duisburg. Von 1994 bis 2002 war sie Mitglied im Rat der Stadt Duisburg, Themenschwerpunkte setzte sie vor allem in der Jugend- und der Gesundheitspolitik. 2009 wurde sie als Direktkandidatin für ihren Wahlkreis in den 17. Deutschen Bundestag gewählt. Von 2013 bis 2019 war sie Parlamentarische Geschäftsführerin der SPD-Bundestagsfraktion und seit 2019 ist sie stellvertretende Fraktionsvorsitzende mit den Aufgabenbereichen Gesundheit, Bildung und Forschung sowie Petitionen.



Dr. Markus Söder
Ministerpräsident des
Freistaates Bayern

Dr. Markus Söder, Ehrenmitglied der Fraunhofer-Gesellschaft

Auf der virtuell durchgeführten Fraunhofer-Jahrestagung im Herbst 2020 hat die Mitgliederversammlung in Anerkennung seines politischen Engagements zugunsten der Forschung in Bayern und darüber hinaus Dr. Markus Söder zum Ehrenmitglied der Fraunhofer-Gesellschaft gewählt.

Der gebürtige Franke ist seit März 2018 Ministerpräsident des Freistaats Bayern und seit Januar 2019 Vorsitzender der Christlich-Sozialen Union. Unter Söders Führung wurde 2018 zunächst die Hightech Agenda gestartet, eine Technologieoffensive zur Förderung der Forschung im Freistaat. Dadurch sollen die Entwicklung neuester Technologien und ihre Umsetzung in die konkrete Praxis vorangebracht werden. Die Hightech Agenda Plus ergänzt diese Maßnahmen noch einmal, so soll beispielsweise mit dem Munich Quantum Valley ein Technologiepark von Weltrang entstehen.

Markus Söder trat mit 16 Jahren in die CSU ein. Nach Abitur und Grundwehrdienst folgte ein Studium der Rechtswissenschaften an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Gefördert wurde er durch ein Stipendium der Konrad-Adenauer-Stiftung. Im Anschluss an sein Studium war Söder zunächst wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Staats-, Verwaltungs- und Kirchenrecht und absolvierte dann ein Volontariat beim Bayerischen Rundfunk. Söder ist seit 1994 Mitglied des Bayerischen Landtags und war viele Jahre Landesvorsitzender der Jungen Union Bayern sowie Mitglied im CSU-Präsidium. Von 2003 bis 2007 war Söder CSU-Generalsekretär; zwischen 2007 und 2018 bekleidete er verschiedene Ministerämter in der Staatsregierung. Im März 2018 wurde Markus Söder vom Landtag zum Bayerischen Ministerpräsidenten gewählt und nach der Landtagswahl im Oktober 2018 im Amt bestätigt.

Markus Söder ist verheiratet, hat vier Kinder und lebt in Nürnberg und München.



Fraunhofer und Bayern – das ist eine tolle Allianz, die wir auch in Zukunft intensiv fortführen werden. Es geht darum, die Welt mit moderner Technologie besser zu machen und einen offenen Geist für Veränderungen zu haben. Wir müssen die Herausforderungen von heute und morgen angehen und auf den wichtigen Zukunftsfeldern wie Künstlicher Intelligenz, Digitalisierung, Quantentechnologien und Mobilität die Innovationsfähigkeit nicht nur des Freistaats, sondern von Deutschland insgesamt unter Beweis stellen.«

Resilient durch Gesundheits-
forschung: kostenintelligente
Präzisionsmedizin zum Wohle
der Patientinnen und Patienten.





Aus der Fraunhofer- Forschung

Resilienz von komplexen Systemen – ein Fraunhofer-Konzept für die Anwendung	50
Neue Initiativen und Infrastrukturen	58
Projekte und Ergebnisse 2020	82
Auszeichnungen 2020	108
Menschen in der Forschung	116
Unternehmen im Fraunhofer-Umfeld	130

Resilienz von komplexen Systemen – ein Fraunhofer-Konzept für die Anwendung



Technische Infrastrukturen müssen auch heftigen Schocks widerstehen können.

Das Jahr 2020 hat mit der COVID-19-Pandemie den Fokus der Öffentlichkeit auf das Thema Resilienz gerichtet. Politik, Wirtschaft, Forschung und Gesellschaft diskutieren intensiv darüber, wie man die Widerstandskraft von Organisationen, Infrastrukturen und anderen komplexen technischen und soziotechnischen Systemen bestimmen, vor allem aber mit welchen Maßnahmen man sie stärken kann. Welche Eigenschaften entscheiden, ob etwa ein Unternehmen oder eine ganze Wertschöpfungskette bereits bei kleineren Störungen ihre Leistungsfähigkeit verlieren können oder aber in der Lage sind, auch schwere Schocks zu absorbieren? Mit welchen organisatorischen, technischen oder personellen Maßnahmen können Entscheidungsträger sicherstellen, dass bei zukünftigen Krisen die Systeme sich rasch erholen oder gar gestärkt aus ihnen hervorgehen?

Unser Verständnis von Resilienz

Resilienz bezeichnet die Fähigkeit technischer oder soziotechnischer Systeme, Schocks und Störereignisse zu absorbieren und Kernfunktionalitäten aufrechtzuerhalten bzw. schnell wiederherzustellen sowie aus Erfahrungen zu lernen und sich an veränderte Umweltbedingungen anzupassen.

Komplexität erfordert Systemkompetenz

Zahlreiche Fraunhofer-Institute forschen seit vielen Jahren mit unterschiedlichen methodischen Ansätzen an Konzepten und Lösungen, die zu einer Steigerung der Resilienz beitragen können. Bereits 2014 entstand in einem gemeinsamen Projekt mit der acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften eine Empfehlung an die Politik, wie und durch welche Maßnahmen man dem Ziel einer resilienteren Wirtschaft und Gesellschaft näherkommt. Die Fraunhofer-Gesellschaft vereint dabei ein breites Spektrum an Expertise, um basierend auf unterschiedlichsten technologischen, gesellschaftswissenschaftlichen und ökonomischen Methoden das Forschungsfeld Resilienz voranzubringen. Mit ihrer einzigartigen Kompetenz und Erfahrung in der angewandten Forschung möchte Fraunhofer einen Beitrag zum besseren Verständnis jener Faktoren leisten, die Systeme widerstandsfähig und anpassungsfähig machen.

Damit möchten wir Lösungswege aufzeigen, die Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft dabei unterstützen können, auf künftige Schocks und Krisen bestmöglich vorbereitet zu sein. Anhand konkreter Projektbeispiele und Initiativen machen wir deutlich, dass das vielseitige Zusammenwirken der verschiedenen wissenschaftlich-technischen Kompetenzen bereits heute die Grundlage bietet für mehr Resilienz von Gesellschaft, Staat und Wirtschaft.

Der neue Imperativ der Resilienz

Auch unabhängig von den Herausforderungen infolge von COVID-19 wird es in den kommenden Jahren immer wichtiger werden, ein vertieftes Verständnis für die Resilienz unserer Systeme zu entwickeln und in resilienzsteigernde Maßnahmen zu investieren. Absehbar ist, dass verschiedene globale Veränderungsprozesse wie der Klimawandel, die Energie- und Mobilitätswende oder auch geopolitische Dynamiken unmittelbare und häufig disruptive Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft haben werden. Zugleich werden mit der Digitalisierung die Wirtschafts- und

Produktionssysteme immer komplexer, was zu neuen Verwundbarkeiten gegenüber Schocks führen kann. Durch Kaskadeneffekte können bereits lokale Störereignisse zu einer systemischen Herausforderung werden.

Ein fundiertes und ganzheitliches Verständnis der Resilienzeigenschaften unserer Systeme, verbunden mit der strategischen Förderung zur Steigerung der Resilienz, kann dabei helfen, diesen komplexen Herausforderungen zu begegnen und auch in unsicheren Zeiten langfristig erfolgreich zu sein. Dabei bedeutet eine Erhöhung der Resilienz keineswegs zwingend eine Einbuße an Effizienz. Kluge Investitionen in die Stärkung systemischer Resilienz können langfristig sogar zu einer Effizienzsteigerung, aus wirtschaftlicher Sicht gar zu Standortvorteilen gegenüber Wettbewerbern beitragen. Insbesondere bei der Gestaltung zentraler Transformationsprozesse wie der Dekarbonisierung, der Energiewende oder der Digitalisierung, die ja von unerwarteten Brüchen und unplanbaren Dynamiken gekennzeichnet sind, ist ein hohes Maß an Resilienz ein entscheidender Erfolgsfaktor.

Drei Kernfähigkeiten sind entscheidend für Resilienz

Entsprechend der Mission von Fraunhofer ist es unser Anspruch, die Randbedingungen klar zu definieren, die wir bei der Anwendung unseres Resilienzansatzes zugrunde legen. Demnach basiert unser Verständnis von Resilienz auf dem nachfolgend beschriebenen Fundament.

In einer komplexen, von Unsicherheit geprägten Welt lassen sich nicht alle Risiken frühzeitig identifizieren, infolgedessen sind Schocks unvermeidbar. Resiliente Systeme sind jedoch in der Lage, solche Ereignisse zu absorbieren, dabei ihre Kernfunktionalitäten aufrechtzuerhalten bzw. schnell wiederherzustellen und darüber hinaus aus Erfahrungen zu lernen sowie sich an veränderte Umweltbedingungen anzupassen. Dies gilt sowohl für technische Systeme, etwa Infrastrukturen, als auch für soziotechnische Systeme, z. B. Organisationen und Lieferketten. Entsprechend stehen drei Kernfähigkeiten im Zentrum unseres Ansatzes:

1. Resiliente Systeme besitzen die Fähigkeit, in sehr unterschiedlichen Schocksituationen schnell und flexibel zu reagieren, um die Auswirkungen zu minimieren. Ungeachtet der Ursache einer Störung oder eines Schocks stehen ausreichende Redundanzen zur Verfügung, um Ausfälle zu kompensieren und Kaskadeneffekte zu vermeiden.
2. Darüber hinaus verfügen resiliente Systeme über Kapazitäten, um schleichende Stressfaktoren und Belastungen frühzeitig zu erkennen und proaktiv Maßnahmen einleiten zu können. Damit dies gelingt, bedarf es nach unserer Auffassung stets einer Kombination aus technischen, organisatorischen und ökonomischen Instrumenten. Dadurch sind resiliente Systeme nicht nur widerstandsfähig gegenüber unerwarteten Schocks, sondern besitzen auch die Fähigkeit, sich fortlaufend an eine sich wandelnde Systemumgebung anzupassen.
3. Nach unserer Überzeugung umfasst systemische Resilienz mehr als die Fähigkeit, nach einem Schockereignis »zurückzufedern« im Sinne eines »bounce back«. Vielmehr verfügen resiliente Systeme über die dynamische Fähigkeit, vor, während und nach einem Schockereignis proaktiv zu agieren und aus Schocks zu lernen, sich kontinuierlich weiterzuentwickeln sowie, falls nötig, auch transformative Veränderungen erfolgreich zu meistern. Eine wichtige Voraussetzung hierfür ist ein hohes Maß an Innovationsfähigkeit.

Aufgrund der systemischen Komplexität lässt sich die strategische Stärkung dieser Kernfähigkeiten nicht durch isolierte Einzelmaßnahmen erzielen, sondern macht einen ganzheitlichen Ansatz notwendig. Das heißt, sowohl für die Resilienzanalyse als auch für die darauf aufbauende Entwicklung von Resilienzfördernden Maßnahmen müssen sehr unterschiedliche Perspektiven und Kompetenzen zusammengeführt werden.

Bedingungen für erfolgreiche Resilienzstrategien

Mittlerweile erweitern verschiedene Beratungsunternehmen ihr Angebotsportfolio



oben:
Mit dem Aktionsprogramm »Anti Corona« fördert Fraunhofer die Überwindung der medizinischen Krise, um Impact und Innovationskraft zu erhalten.

unten:
Mitarbeitende des Fraunhofer ITEM realisierten eine neue Produktionsstrategie für Antikörper.

Resilienz
wird nicht als
Zementierung
eines Zustands
definiert,
sondern als
Kernelement
dynamischer
Transformationsprozesse.

auch um den Aspekt der Resilienzberatung. Methodisch verbergen sich dahinter in vielen Fällen altbekannte Konzepte aus dem Risikomanagement. Notorische Schwäche dieser Ansätze ist jedoch in der Regel, dass insbesondere seltene und schwerwiegende Störungen häufig nicht frühzeitig erkannt werden und die betroffenen Systeme weitgehend unvorbereitet auf die kritischsten Schocks verbleiben und dass die Krisenbewältigung nur wenig adressiert wird. Zudem konzentrieren sich solche Ansätze auf die Sicherung etablierter Funktionen von Systemen und geben keine Hilfestellung für notwendige Anpassungsprozesse nach Krisen. Resilienzstrategien können hier einen großen Mehrwert bringen, erfordern jedoch eine grundlegend andere Herangehensweise.

Was häufig unterschätzt wird: Die Fähigkeit, die Resilienz einer Organisation oder Infrastruktur zu erhöhen, setzt ein tief gehendes Verständnis des eigenen Systems, der Kritikalität einzelner Komponenten innerhalb des Systems sowie der wechselseitigen Abhängigkeiten gegenüber externen Stakeholdern und anderen Faktoren voraus. Für die Entwicklung umfassender Resilienzstrategien sind daher fünf zentrale Ansätze notwendig:

1. Zugänge verschiedener Disziplinen aus der angewandten Forschung müssen integriert, zielgerichtet umgesetzt und in passfähige Angebote an die Wirtschaft und die Politik übersetzt werden. Während die ingenieurwissenschaftlichen Resilienzmodelle dabei helfen, die Widerstandsfähigkeit von technischen Systemen (z. B. Infrastrukturen) zu verbessern, beschäftigen sich sozialwissenschaftliche Resilienzansätze u. a. mit der Frage, wie Organisationen und andere soziale Systeme aus Krisen und Schocks lernen können und auf welche Weise deren Anpassungsfähigkeit gesteigert werden kann. In der Realität haben wir es aber zumeist mit soziotechnischen Systemen zu tun. So hängt beispielsweise die Resilienz des IT-Systems eines Unternehmens nicht nur von der eingesetzten Hard- und Software, sondern mindestens in gleichem Maß von den Kompetenzen der Mitarbeitenden in deren Handhabung ab. Entsprechend erfordert die Entwicklung von ganzheitlichen Resilienzstrategien eine integrierte Betrachtungsweise.
2. Die Methodenkompetenz einerseits und die Technologie-, Branchen- bzw. Domänenkompetenz andererseits aus sämtlichen Wirtschaftszweigen müssen miteinander verknüpft und das jeweils vorhandene Wissen für die »Systemkompetenz Resilienz« muss nutzbar gemacht werden. Vor dem Hintergrund zunehmend globalisierter Wertschöpfungsketten und komplexer internationaler regulatorischer Rahmenbedingungen ist hierfür ein enger Wissensaustausch mit internationalen Partnern entscheidend. Zu diesem Zweck hat Fraunhofer im Jahr 2018 gemeinsam mit Partnern aus über 20 Staaten weltweit das Global Resilience Research Network gegründet.
3. Resilienz ist nicht als statischer Zustand zu betrachten, sondern als Eigenschaft eines sich dynamisch verändernden Systems, das die Aspekte Flexibilität, Anpassungsfähigkeit und Robustheit miteinander verknüpft. Resilienz wird also nicht als das Zementieren eines Zustands definiert, sondern als Kernelement dynamischer Transformationsprozesse. Dies ermöglicht nicht nur eine erfolgreiche Bewältigung von unerwarteten Krisen und Schocks, sondern schafft auch die Grundvoraussetzung für eine proaktive Gestaltung globaler Dynamiken und Herausforderungen des 21. Jahrhunderts wie den Klimawandel, die Digitalisierung oder die Energie- und Mobilitätswende.
4. Die ökonomische Perspektive ist zu berücksichtigen. Insbesondere müssen der mittel- und langfristige Mehrwert von Investitionen in Resilienzmaßnahmen aufgezeigt werden. Hier gilt es, zwischen ökonomisch sinnvollen Weiterentwicklungen und unrentablen Maßnahmen zu unterscheiden, um bei Unternehmen und Politik die Akzeptanz in diese Investitionen sicherzustellen. So können ingenieurtechnische Modelle und Simulationen Unternehmerinnen und Unternehmern aufzeigen, wie kluge Investitionen in »preparedness« und »mitigation« die Kosten für die Bewältigung einer Krisensituation deutlich senken.
5. Wir müssen politischen und wirtschaftlichen Entscheidungsträgern strategische Planungs- und Handlungsoptionen zu mehr

Resilienz aufzeigen und ebenso kleinen und mittelständischen Betrieben praktische Tools an die Hand zu geben, um ihre Resilienz zu erfassen und zu steigern. Technische, organisatorische und finanzielle Maßnahmen, die zur Steigerung der Resilienz eines Unternehmens beitragen, müssen präzise identifiziert, quantifiziert und in ein wechselseitiges Beziehungsmodell gesetzt werden, sodass ein Entscheidungsträger diese auch operativ steuern kann.

Die Resilienzkompetenz bei Fraunhofer

Fraunhofer betreibt seit über zehn Jahren interdisziplinäre und stark angewandte Forschung für Technologien und Innovationen, die unsere lebenswichtigen Systeme resilienter machen können. Das Kompetenzprofil der Institute umfasst dabei etablierte Themenfelder wie den Bereich Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS), die Resilienz von Produktions- und Logistikprozessen, dezentrale

Energie- und Mobilitätskonzepte für die Energiewende sowie in jüngerer Zeit vermehrt digitale Technologien wie die Nutzung von Methoden der Künstlichen Intelligenz zur Erhöhung der Resilienz technischer Systeme.

Aufgrund seiner Multidisziplinarität einerseits sowie seiner querschnittlichen Relevanz für sämtliche Wirtschafts- und Industriezweige andererseits ist das Thema Resilienz bisher nicht explizit in einem Fachverbund der Fraunhofer-Gesellschaft verortet. Eine strategische Zusammenführung und Koordination der vielseitigen Resilienzkompetenzen in den Fraunhofer-Instituten ermöglicht ein in Deutschland absolut einmaliges Resilienzangebot, welches gemäß der Mission der Fraunhofer-Gesellschaft dem Wohle von Gesellschaft und Wirtschaft zur Verfügung gestellt werden kann.

Die Fraunhofer Strategischen Forschungsfelder tragen in vielen Anwendungen zur Stärkung von Resilienz bei.





Automatisierungstechniken beschleunigen die pharmazeutische Forschung und erhöhen damit das Innovationstempo.

Einblicke in die angewandte Resilienzforschung bei Fraunhofer

Im Folgenden werden beispielhaft Projekte und Tools vorgestellt, die verschiedene Fraunhofer-Teams zur Steigerung der Resilienz bereits auf den Weg gebracht haben.

Krisenmanagement und Resilienz – Corona (KResCo)

Seit mehr als einem Jahr stellt die COVID-19-Pandemie zahlreiche Bereiche des gesellschaftlichen Lebens vor große Herausforderungen. Hierbei lassen sich in den verschiedenen Ländern und Wirtschaftsräumen unterschiedlichste Entwicklungen beobachten, die auf variierende Voraussetzungen, Strukturen, Maßnahmen und Wirkungen zurückzuführen sind. Die vielfältigen Lösungsstrategien werden im Fraunhofer-Gemeinschaftsprojekt »Krisenmanagement und Resilienz – Corona« (KResCo) genauer betrachtet und analysiert. Das Projekt ist Teil des Aktionsprogramms »Fraunhofer vs. Corona«, mit dem Fraunhofer an vorderster Front bei der Bekämpfung der COVID-19-Pandemie mitwirkt – und Wirtschaft und Gesellschaft bei der Bewältigung direkter Auswirkungen und späterer Folgen unterstützt.

KResCo zielt darauf ab, politische Entscheidungen im Zusammenhang mit der COVID-19-Pandemie und deren Auswirkungen zu analysieren. So betrachtet das Projekt z. B. welche Faktoren die Anpassungs- und Innovationsfähigkeit von Organisationen in Krisensituationen beeinflussen, aber auch wie die Pandemie als Katalysator für digitale Transformationsprozesse wirken kann. Darauf basierend werden Handlungsempfehlungen für verschiedene gesellschaftliche Bereiche

erarbeitet, die hilfreich für den weiteren Verlauf dieser, aber auch zukünftiger Pandemien sind. Die Ergebnisse des Projekts können dabei zu einer erhöhten gesellschaftlichen Resilienz beitragen, in dem Entscheidungsträger ein besseres Verständnis der vielfältigen Auswirkungen von Entscheidungen entwickeln und dadurch das Krisenmanagement gestärkt wird. Ein weiteres, übergeordnetes Ziel von KResCo ist die Entwicklung von offen zugänglichen Datensätzen für weitere wissenschaftliche Arbeiten in Bezug auf Pandemiereaktionen.

Das Projekt wird über den Fraunhofer-Verbund Innovation organisiert und verbindet die unterschiedlichen Expertisen der Fraunhofer-Institute für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT, für System- und Innovationsforschung ISI und für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO sowie des Fraunhofer-Zentrums für Internationales Management und Wissensökonomie IMW und des Fraunhofer-Informationszentrums Raum und Bau IRB.

Der Fraunhofer-Resilienzevaluator (FRRE)

Resilienz ist der Schlüssel für Unternehmen, um Krisen erfolgreich zu bewältigen, und sie ist kein Zufall: Man kann sie strategisch planen und messbar machen. Das war die Prämisse am Beginn der Entwicklung eines Werkzeugs speziell für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), die das Thema strategisch angehen möchten. Die Wahrnehmung von Resilienz als Kerneigenschaft des eigenen Unternehmens oder der Organisation ist der wichtigste Schritt bei der strategischen Planung von Resilienz. Mithilfe eines webbasierten Tools in Form eines strukturierten Fragebogens können KMU ihren aktuellen Resilienzstatus erfassen sowie auswerten und visualisieren und darauf aufbauend konkrete

technische, organisatorische und ökonomische Maßnahmen entwickeln, um die Resilienz zu erhöhen. Dabei werden Themenfelder aus dem Bereich Infrastruktur und Technik, Organisation, Finanzen und Personal beleuchtet, am Ende ergibt das Zusammenwirken all dieser Faktoren den Ausschlag darüber, wie resilient ein Unternehmen ist.

Das Tool wurde im Rahmen des Fraunhofer-Programms »Fraunhofer vs. Corona« am Fraunhofer-Institut für Kurzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI so weiterentwickelt, dass es nun unterschiedlichen Branchen und Unternehmensgrößen zur Verfügung steht.

Reorganisations- und Gestaltungskonzepte zur Resilienzsteigerung in Liefer- und Produktionsnetzwerken (Fraunhofer RESYST)

Das Fraunhofer-Innovationsprogramm Resiliente Wertschöpfungssysteme (RESYST) fokussiert auf resiliente und dynamische Wertschöpfungssysteme bei gleichbleibend hoher Produktivität und Individualisierung. Ein interdisziplinäres Konsortium aus 17 Fraunhofer-Instituten erarbeitet konkrete Gestaltungs- und Handlungsempfehlungen für den Planungsprozess als auch die Betriebsphase von resilienten Produktions- und Logistiksystemen. Resiliente Lieferkonzepte sind eine zentrale Voraussetzung für eine sichere Versorgung. Aus diesem Grund wird Wissen zur Identifikation, Entwicklung und Strukturierung von Resilienzindikatoren zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor. Die Fraunhofer-Institute für Materialfluss und Logistik IML und für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF des Verbunds Produktion der Fraunhofer-Gesellschaft bündeln ihr Know-how zu Reorganisations- und Gestaltungskonzepten für Verkehrsinfrastrukturen sowie Liefer- und Produktionsnetzwerke innerhalb von RESYST.

Hierbei werden verschiedene Betrachtungsebenen einbezogen, sodass Resilienzindikatoren nicht nur für Liefer- und Logistiknetzwerke erhoben werden, sondern auch für Verkehrsinfrastrukturen der verschiedenen Verkehrsträger. Dabei werden Planung und Überwachung von widerstandsfähigen und belastbaren Lieferkonzepten und -prozessen auf Basis dieser Indikatoren durchgeführt, um nach dem Auftreten von Beeinträchtigungen die Auswirkungen auf die Logistik erkennen- und bewertbar zu machen.

Umfangreiche Daten für diese Analyse stehen im Zuge der Digitalisierung von Logistikprozessen durch den Technologieeinsatz auf Objektebene mit definierten Scanpunkten in den langen Logistikketten, z. B. bei Warenein- und -ausgängen, sowie durch Verkehrstelematik zunehmend zur Verfügung. Die echtzeitnahe Verfügbarkeit von Informationen zur Fracht als Logistikobjekt steigert die Reaktionsfähigkeit auf Anomalien in der Logistik deutlich, weil sie damit die wirtschaftliche Produktionsleistung des einzelnen Unternehmens erfasst – ein wesentlicher Beitrag zur Resilienzphase »Prevent«. Technische

Lösungen zum Frachtscan mit der Erfassung unterschiedlichster Frachtmerkmale bieten weiterhin Potenziale für die Resilienzphase »Recover« – z. B. im Falle eines Datenverlusts im IT-System.

Auf mikro-, meso- und makrologistischer Ebene ermöglicht die gemeinsame Diskussion von Bedrohungsszenarien für verschiedene Stakeholder wie Unternehmen, Branchen, Regionen und die Legislative die Ableitung von Maßnahmen. Nach Lokalisierung und Priorisierung von Handlungsfeldern zur Resilienzsteigerung im Unternehmen erfolgt die Erarbeitung von Handlungsoptionen und Maßnahmen zur Bewältigung des Zielkonflikts Resilienzsteigerung vs. Kostensenkung: Für die Akzeptanz ist eine optimale Balance von Resilienz und Kosten entscheidend.

Die generische Anpassungsfähigkeit und hohe Flexibilität logistischer Netze fördert die Entwicklung und Umsetzung neuer Produkte, Services und Geschäftsmodelle für resiliente logistische Dienstleistungen und Infrastrukturen, die damit die Leistungsfähigkeit von komplexen Produktionsnetzen absichern.

Die operative Absicherung von Wirtschaftsprozessen wird dabei immer auf der Verfügbarkeit von belastbaren Resilienzindikatoren und Echtzeit-Informationen am physischen Warenübergang aufbauen, dem Gefahrenübergang zwischen zwei Stakeholdern innerhalb eines Logistiknetzes.

Ausblick

Als unabhängiger, gemeinnützig orientierter Akteur kann Fraunhofer Partner aus Politik und Wirtschaft erfolgreich unterstützen, die Kernfähigkeiten aufzubauen, die für die Steigerung der Resilienz entscheidend sind. Wie die gezeigten Fallbeispiele deutlich machen, kann der integrative Ansatz von Fraunhofer die Förderung von Resilienz auf sehr unterschiedlichen Ebenen unterstützen. Diese reichen vom politisch-wirtschaftlichen Gesamtsystem über Wertschöpfungs- und Lieferketten bis hin zum einzelnen Unternehmen.

Prof. Dr. Jakob Edler, Dr. Florian Roth
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Prof. Dr.-Ing. Stefan Hiermaier, Daniel Hiller
Fraunhofer-Institut für Kurzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI

Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

Prof. Dr. Julia C. Arlinghaus
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Neue Initiativen und Infrastrukturen



Umsetzung der Empfehlungen der Fraunhofer-Zukunftskommission

Die Entwicklung und Implementierung einer zukunftsfähigen Struktur für Fraunhofer war das übergeordnete Ziel der vom Vorstand etablierten **Zukunftskommission**. Impact-Ziele und Fraunhofer Strategische Forschungsfelder wurden 2020 initiiert und gestartet. Als Strukturelemente starteten die kompetenzorientierten **Verbünde und leitmarktorientierten Allianzen**. **Leistungszentren, Cluster of Excellence, Forschungsfabriken und Leitprojekte** ergänzen als zum Teil virtuelle Plattformen weiterhin das Instrumentarium.

Impact-Ziele

Fünf Impact-Ziele beschreiben gesellschaftlich und branchenübergreifend relevante Herausforderungen, zu denen Fraunhofer signifikante Lösungen beisteuert. Sie zeichnen ein klares Profil für Politik, Industrie und Gesellschaft – und unterstreichen den Anspruch, den Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher an sich selbst und ihre Arbeit haben.

- Bezahlbare Gesundheit
- Vollendete Energiewende
- Digitalisierte Wertschöpfung
- Ganzheitliche Kreislaufwirtschaft
- Sicherheit und resiliente Gesellschaft

Kompetenzorientierte Verbünde

2020 wurde ein Strategieprozess bei den Verbänden durchgeführt, aus dem drei neue Verbünde, insbesondere aus dem bisherigen Zusammenschluss der Lebenswissenschaften (**Life Sciences**) hervorgehen.

Kompetenzorientierte Verbünde



Im Großlagerprüfstand BEAT6.1 werden beim Fraunhofer IWES Rotorblattlager mit bis zu 6 Meter Durchmesser für Offshore-Windenergieanlagen getestet.

Fraunhofer-Verbund Energietechnologien und Klimaschutz

Unter dem Motto »There is no Planet B« will der Fraunhofer-Verbund Energietechnologien und Klimaschutz mit seinen Aktivitäten dazu beitragen, die Energiewende zu vollenden und die Veränderung der Klimabedingungen durch die Vermeidung klimaschädlicher Emissionen zu mindern. Klimaneutralität technisch zu ermöglichen ist eines der wesentlichen Ziele des Verbunds. Erprobt wird dies auch im Innenraum der Fraunhofer-Gesellschaft. Für eine verantwortungsvolle Nutzung der Ressourcen entwickeln die Mitgliedsinstitute biotechnologische, verfahrenstechnische, zirkuläre und systemische Lösungen.

Politische Weichenstellungen wie der »New Green Deal« der Europäischen Union, die Reform des Emissionshandelssystems (ETS), das Klimapakett der Bundesregierung und die Anpassungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) erzeugen einen steigenden Innovationsdruck bei Unternehmen. An den bisherigen Erfolgen der Defossilisierung des Energiesystems – etwa die um 90 Prozent gefallenen Stromerzeugungskosten bei Photovoltaik – hat Fraunhofer bereits einen wesentlichen Anteil. Um weitere Kostensenkungen und eine höhere Zuverlässigkeit und Gebrauchsdauer bei allen relevanten Technologien von der Erzeugung über Verteilung und Speicherung bis hin zur Nutzung zu erreichen, sind noch große Anstrengungen in Forschung und Entwicklung nötig. Für die Energiewende gilt es zudem, die Systemintegration in allen Verbrauchssektoren einschließlich Gebäuden, Industrie und Verkehr umzusetzen. Daneben müssen Aspekte der Bioökonomie – die Produktion in geschlossenen Kreisläufen – sowie der Digitalisierung des Energiesystems in Kooperation mit anderen Fraunhofer-Verbänden berücksichtigt werden.

Der Verbund Energietechnologien und Klimaschutz stellt die Kompetenzen für den »Leitmarkt Energiewirtschaft« und die Fraunhofer Strategischen Forschungsfelder »Ressourceneffizienz und Klimatechnologien« sowie »Wasserstofftechnologien«. Er beherbergt das Fraunhofer-Wasserstoffnetzwerk, bei dem 28 Institute zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft in Deutschland und Europa beitragen. Die Fraunhofer-Wasserstoff-Roadmap ist bereits in die nationale Wasserstoffstrategie Deutschlands eingeflossen.

Adressiert werden Hersteller von Energieanlagen und Energieinfrastruktur, die Energiewirtschaft, die Bergbau- sowie die Explorations- und Produktionsindustrie und andere emissionsintensive Industriezweige mit angewandter Forschung. Mit dem Showroom ENIQ in Berlin-Schönefeld wird ab 2021 eine Interaktionsplattform entstehen, um die Ergebnisse der Energieforschung zu kommunizieren und so informierte Entscheidungen bei den Stakeholdern von Energiewende und Klimaschutz zu ermöglichen.

Mitglieder sind die Fraunhofer-Institute für Solare Energiesysteme ISE, für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE, für Windenergiesysteme IWES sowie die Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG.

Fraunhofer-Verbund Ressourcetechnologien und Bioökonomie

Eine nachhaltige Bewirtschaftung der globalen Ressourcen bei gleichzeitigem Erhalt des Wohlstands steht im Fokus der UN-Agenda 2030 mit ihren 17 Nachhaltigkeitszielen. Dafür müssen sich Volkswirtschaften nachhaltig mit Ressourcen versorgen können und ihre Produkte künftig umweltschonend produzieren. Gleichzeitig müssen Sozial- wie Umweltstandards weiterentwickelt und Gerechtigkeitsfragen beantwortet werden.

Um die gesellschaftlichen Ziele der Rohstoff- und Energieversorgung, des Klima- und Umweltschutzes sowie das Sicherstellen von Ernährung und Gesundheit zu erreichen, bündelt der Verbund biotechnologische, verfahrenstechnische und ingenieurwissenschaftliche Kompetenzen. Als Systeminnovator adressiert

er die Forschungsthemen Ressourceneffizienz, zirkuläres Wirtschaften, stofflicher Umweltschutz und Bioökonomie. Entwickelt und eingesetzt werden Produkte, Verfahren und Dienstleistungen nach den Prinzipien der Bioökonomie in verschiedenen Wirtschaftsbereichen. So entstehen beispielsweise neue Chemikalien, Werk- und Baustoffe oder Medikamente mit positivem Einfluss auf Umwelt und Klima. Ein wirtschaftlich bedeutender Sektor ist etwa die Produktion von Biopharmazeutika.

Die Mitgliedsinstitute adressieren das Management von Ressourcen in Geo-, Bio- und Technosphäre sowie chemische und biotechnologische Verfahren zur effizienten Umwandlung zu Produktvorstufen und Produkten inkl. deren Bewertung für die Umwelt- und Verbrauchersicherheit. Dies betrifft den Pfad vom Molekül über den Stoff zum Produkt (Produktentwicklung) genauso wie den Pfad von der Laboranlage zur Produktionsanlage (Scale-up verfahrenstechnischer Prozesse).

Der Verbund bedient mit seinem Know-how die Fraunhofer Strategischen Forschungsfelder »Ressourceneffizienz und Klimatechnologien«, »Wasserstofftechnologien«, »Bioökonomie« sowie »Künstliche Intelligenz«. Die Entwicklungen fließen in die Leitmärkte »Anlagen- und Maschinenbau«, »Bauwirtschaft«, »Energiewirtschaft«, »Chemische Industrie«, »Ernährungswirtschaft«, »Digitalwirtschaft« und »Gesundheitswirtschaft«.

Als Landmarke des zirkulären Wirtschaftens konnte bereits der Fraunhofer Cluster of Excellence Circular Plastics Economy CCPE® etabliert werden. Der Verbund beteiligt sich im Fraunhofer-Innovationsprogramm 2020 mit den gemeinschaftlichen Projekten »Souveräne Wertschöpfungszyklen – SVC« und »Evolutive Bioökonomische Prozesse – EVO-BIO C« sowie mit Verfahrensentwicklung in der automatisierten Pharmaproduktion.

Aufbauen kann der Verbund auf der internationalen Spitzenstellung Deutschlands in der Bioökonomie: Bereits 2010 wurde die ressortübergreifende »Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030« veröffentlicht, im Januar 2020 folgte die erweiterte »Nationale Bioökonomiestrategie«. Als Mitglied im

Bioökonomierat der Bundesregierung wurde Dr. Markus Wolperding berufen.

Mitglieder sind die Fraunhofer-Institute für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV sowie für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME.

Fraunhofer-Verbund Gesundheit

Das schnelle Wachstum der Weltbevölkerung und der demographische Wandel in den Industrieländern bilden wesentliche Determinanten des Gesundheitssektors. Um dem Kostendruck, der auf der Solidargemeinschaft lastet, zu begegnen, sind kostenintelligere Strategien sowie eine effizientere Entwicklung innovativer Therapien notwendig.

Im Fokus des Verbunds stehen die wirtschaftlich hoch relevanten medizinischen Fachgebiete Immunologie und Onkologie sowie metabolische, neurodegenerative und Infekt-Erkrankungen. Die Behandlung solcher immunmediierter Erkrankungen stellt eine besondere medizinische Herausforderung dar. Als vorrangige FuE-Trends werden die automatisierte Herstellung von Zell- und Gentherapeutika, die Genomeditierung sowie die Entwicklung neuartiger Klassen von Pharmaka wie Biomarkern abgeleitet. Dabei können die Mitgliedsinstitute auf gemeinsame Forschungsarbeiten aufbauen: Beispiele sind der Fraunhofer Cluster of Excellence Immune-Mediated Diseases sowie das EU-Projekt »imSAVAR« mit dem Ziel einer verbesserten Beurteilung von Wirksamkeit und Sicherheit bei immunmodulatorischen Therapien.

Ein weiterer Schwerpunkt des Verbunds liegt auf Lösungen zur integrierten Präzisionsmedizin in der digitalen Medizin. In Kooperation mit dem Fraunhofer-Verbund Information und Kommunikation spielen insbesondere die Datenanalyse und Künstliche Intelligenz eine Rolle. Im Fraunhofer-Leitprojekt MED²ICIN werden beispielsweise Gesundheits- und Krankheitsdaten zur langfristigen kostenintelligenten Patientenversorgung fusioniert. Weitere Ziele des Verbunds sind die Konzeption von Entwicklungs- und Herstellungsstätten



oben:
Flexible, transparente organische Solarmodule können neuartige Anwendungsfelder erschließen.

Mitte:
Der Altmarkt-Garten, ein Gewächshaus auf dem Dach des Oberhausener Jobcenters, dient dem Fraunhofer UMSICHT als Labor zur Erforschung der innerstädtischen Lebensmittelproduktion.

unten:
An einem innovativen Impfstoff gegen die rheumatoide Arthritis arbeitet das Team von Dr. Nadine Schneider (r.) am Fraunhofer ITMP.

für Zelltherapeutika oder andere innovative Arzneimittel, die Weiterentwicklung eines gemeinsamen Datenraums für die Medizin (Medical Data Space) und die Vertiefung der gemeinsamen Proof-of-Concept-Initiative mit der Helmholtz-Gemeinschaft und den Deutschen Universitätsklinika.

Der Gesundheitsmarkt gehört zu den größten und wichtigsten Märkten einer Volkswirtschaft, den Fraunhofer mit dem Leitmarkt »Gesundheitswirtschaft« adressiert. Den seit Jahren exponentiell steigenden FuE-Ausgaben der Pharmabranche steht eine stagnierende Anzahl neuer innovativer Arzneimittelzulassungen – und damit Einnahmen – gegenüber. Oft fehlen prädiktive Modelle zur Wirksamkeit und Verträglichkeit von Entwicklungssubstanzen. Therapieansätze könnten hier von einem umfassenden Verständnis der komplexen klinischen Grundlagen profitieren.

Deutschland hat weltweit eine Schlüsselstellung in der Gesundheitsforschung. 2018 beliefen sich die Forschungsausgaben der Bundesregierung auf 2,5 Mrd € – vor allen weiteren Ressorts. Bei der Anzahl industriefinanzierter klinischer Studien liegt Deutschland weltweit nach Großbritannien und den USA auf Platz drei. Die Bedeutung der Gesundheitsforschung in Deutschland zeigte sich eindrücklich auch in der COVID-19-Pandemie.

Mitglieder sind die Fraunhofer-Institute für Biomedizinische Technik IBMT, für Translationale Medizin und Pharmakologie ITMP, für Toxikologie und Experimentelle Medizin ITEM, für Immunologie und Zelltherapie IZI, Institutsteil Bioanalytik und Bioprozesse (IZI-BB), für Digitale Medizin MEVIS sowie die Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte Medizintechnik IMTE.

Die Fraunhofer-Verbünde Innovationsforschung, IUK-Technologie, Light & Surfaces, Mikroelektronik, Produktion sowie Werkstoffe, Bauteile – Materials bleiben bestehen.

Der frühere Verbund Life Sciences geht in den neu gegründeten Verbänden auf.

Neue Institute und Einrichtungen

Fraunhofer-Institut für Translationale Medizin und Pharmakologie ITMP

Der bisherige Institutsteil Translationale Medizin und Pharmakologie in Frankfurt am Main und der Standort Screening Port in Hamburg, bislang beide integriert in das Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME, wurden Anfang 2021 zum eigenständigen Fraunhofer-Institut für Translationale Medizin und Pharmakologie ITMP zusammengeführt. Zudem führt eine Kooperation auf dem Gebiet der »translationalen Neuroinflammation« mit der Universität Göttingen zu einer neuen, gleichnamigen Projektgruppe.

Forschungsschwerpunkte des neuen Fraunhofer ITMP sind die Suche nach neuen Wirkstoffen, hoch spezialisierte Modellentwicklungen in der präklinischen Forschung und Indikationen in der klinischen Forschung. Mit seinen Kompetenzen kann das Institut in wichtigen Indikationsgebieten der Immunerkrankungen für ein besseres Verständnis neuer therapeutischer und diagnostischer Ansätze sorgen. Damit trägt es wesentlich zum Fraunhofer-Impact-Ziel »Bezahlbare Gesundheit« sowie zum Fraunhofer Strategischen Forschungsfeld »Intelligente Medizin« bei.

Das Fraunhofer ITMP ist über seinen Hauptstandort in Frankfurt bereits in der Pharmaregion FrankfurtRheinMain verankert. Dieser Institutsteil zählt zu den Gründungsmitgliedern des »House of Pharma & Healthcare e. V.«. In enger Kooperation mit dem Universitätsklinikum Frankfurt am Main soll ein integriertes Versorgungs- (Unimedizin) und Forschungs- (Fraunhofer-)Zentrum für interdisziplinäre Entzündungsmedizin (4D-Klinik) entstehen. Dadurch soll der Ideen- und

Am neuen Fraunhofer-Institut für Translationale Medizin und Pharmakologie ITMP sollen Impfstoffe sowie Zell- und Gentherapeutika automatisiert produziert werden.



Technologietransfer z. B. für neuartige Diagnose- und Therapieoptionen sowie für Möglichkeiten zur Früherkennung und Prävention bei immunvermittelten und neurodegenerativen Entzündungskrankheiten beschleunigt werden.

2012 wurde der Standort Frankfurt am Main mit Mitteln der hessischen Landesinitiative für ökonomische und wissenschaftliche Exzellenz LOEWE gegründet. Der Standort Hamburg geht auf die Integration der Screening Port GmbH in die Fraunhofer-Gesellschaft 2014 zurück.

Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte Medizintechnik IMTE

Die bisherige Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik EMB wird um den Bereich Medizintechnik erweitert. Fragestellungen der Medizintechnik von der Grundlagenforschung bis zum Gerätebau und der Translation personalisierter Instrumentierung in Klinik und Wirtschaft können damit ganzheitlich bearbeitet werden. Individualisierte Medizintechnik ist die Antwort auf eine wachsende Nachfrage nach präziser Diagnostik, die patienten- und erkrankungs-spezifische Einflussfaktoren ermittelt und diese als Grundlage für hochwirksame und nebenwirkungsarme Präventions-, Diagnostik- oder Therapiemaßnahmen nimmt. Dabei sollen sich die neu hinzugekommenen Themengebiete synergistisch mit den bereits vorhandenen medizinischen Forschungsthemen verbinden. Alle weiteren Themengebiete der EMB aus den Bereichen Bioökonomie und Biotechnologie werden in dem ebenfalls neu gegründeten assoziierten Entwicklungszentrum für Marine und Zelluläre Biotechnologie (EMB) weitergeführt. Dadurch kann das in diesem Bereich bisher Erreichte ausgebaut und der bereits etablierte Name EMB fortgeführt werden.

In enger Kooperation mit Instituten der Universität zu Lübeck werden Abteilungen zu individualisierter Diagnostik und Therapie aufgebaut und die bereits vorhandene Zelltechnik wird weiterentwickelt. Hinzu kommen Querschnittsthemen wie individualisierte Additive Fertigung, Künstliche Intelligenz, Modellierung und Simulation, Regularien und eine Station für medizinische Studien. Mit der Erweiterung richtet die Einrichtung ihre Dienstleistungen und Entwicklungen in diesem Geschäftsfeld konsequent am Prozess der Zulassung und der Inverkehrbringung von Medizinprodukten aus und trägt so aktiv zur Translation in die Klinik und zur wirtschaftlichen Verwertung der personalisierten Medizintechnik bei. Neben der Gesunderhaltung der Patienten spielt aber auch eine gesunde Lebensweise sowie der Umwelt- und Klimaschutz eine nach wie vor wichtige Rolle bei der weiteren Entwicklung der Fraunhofer IMTE/EMB. Dadurch werden beide für ein gesundes Leben wichtigen Faktoren durch die Lübecker Fraunhofer-Einrichtung unter einem Dach zusammengefasst.

Die Lübecker Fraunhofer-Einrichtung ist Mitglied im Cluster Life-Science Nord (LSN) und unterhält mit der Biobank »Cryo-Brehm« des EMB eines der weltweit größten Archive für Zellkulturen aus Wild- und Nutztieren. Mit dem Schwerpunkt Marine Biotechnologie ist sie ein wichtiger Partner der Lebensmittelbranche, auch im Branchennetzwerk foodRegio.

Leitmarktorientierte Allianzen

Mit den **leitmarktorientierten Allianzen** hat Fraunhofer 2020 eine zentrale neue Transfer-Struktur aufgebaut. Sie definieren sich als kooperative Technologietransferplattformen für sogenannte Leitmärkte, d. h. Branchen mit besonderer Relevanz für die Innovationskraft in Deutschland und Europa. Ziel ist, durch Innovationen einen globalen Wettbewerbsvorteil für Deutschland zu erzielen, die Technologiesouveränität Deutschlands und Europas zu sichern sowie nachhaltige Wertschöpfung für die Gesellschaft zu generieren.

2020 wurden leitmarktorientierte Allianzen zur Adressierung der folgenden Leitmärkte aktiviert:

- Anlagen- und Maschinenbau
- Bauwirtschaft
- Energiewirtschaft
- Gesundheitswirtschaft
- Mobilitätswirtschaft
- Digitalwirtschaft
- Chemische Industrie

2021 startet die Allianz zur Adressierung des Leitmarkts Ernährungswirtschaft.

Die leitmarktorientierten Allianzen werden als »One Stop Shops« die gesamte Wertschöpfung ihrer Branche bedienen: Mit gebündelten Kompetenzen, übergreifenden Forschungsangeboten und passfähigen, agilen Projektkonsortien sollen sie neue Potenziale erschließen und Synergieeffekte nutzen. Dabei leisten sie auch als Plattformen für die gemeinsame Verbands- und Gremienarbeit einen Beitrag, ökonomischen und gesellschaftlichen Impact zu erzeugen.

Geplante neue Einrichtungen ab 2022



Stellten Pläne für eine neue Forschungseinrichtung für Immun-, Infektions- und Pandemieforschung in Penzberg, Hamburg, Potsdam und Berlin vor: (v.l.) Prof. Dr. Thomas Gudermann, LMU München; Fraunhofer-Präsident Prof. Dr. Reimund Neugebauer; Alexander Dobrindt, CSU; Penzbergs Erster Bürgermeister Stefan Korpan. Virtuell zugeschaltet: Claus Haberdas, Roche Diagnostics.

Zur Bewältigung der Corona-Pandemie legte die Bundesregierung ein mutiges Konjunkturpaket auf, um die medizinischen Herausforderungen ebenso wie die gesellschaftliche und wirtschaftliche Krise zu meistern. Der Haushaltsausschuss beschloss im November 2020 ein Budget von 1,2 Mrd € für Bildung und Forschung. Das Maßnahmenpaket von Fraunhofer wurde bei drei Initiativen berücksichtigt. Demnach sollen in den nächsten Jahren drei neue Forschungseinrichtungen aufgebaut werden:

- **für Immun-, Infektions- und Pandemieforschung** in Penzberg, Hamburg, Potsdam und Berlin

Die hohe Innovationsdynamik im medizinischen Bereich spiegelte sich auch in der Krisensituation der COVID-19-Pandemie: Beispiele sind App-, Wirkstoff- oder Impfstoffentwicklung. Für eine effiziente Gesundheitsversorgung in Deutschland und Europa bieten technologiegetriebene Innovationen große Chancen. Zu immunmedierten Erkrankungen sollen künftig alle relevanten Partner der deutschen Forschungslandschaft ihre Kräfte in einem nationalen Cluster zusammenführen. Die bereits bestehenden Kompetenzen sollen um vier komplementäre Schwerpunkte ergänzt werden:

- Immunologische Infektions- und Pandemieforschung: In Penzberg soll im Rahmen einer strategischen Partnerschaft mit der Roche Diagnostics GmbH die Rolle des Immunsystems bei Infektionserkrankungen und Immunreaktionen charakterisiert werden.
- Immunologische Biomarker-Forschung: In Hamburg sollen möglichst einfach messbare Biomarker identifiziert werden, um bei immunologischen Erkrankungen Aussagen über die Wirksamkeit therapeutischer Ansätze treffen zu können.
- Digitale Diagnostik: In Potsdam sollen praktische Anwendungen für digitale Diagnostik erforscht werden, um eine telemedizinische Breitenversorgung der Bevölkerung zu ermöglichen.
- Allergologie: In Berlin sollen die Mechanismen allergischer Erkrankungen entschlüsselt werden, um neue diagnostische und therapeutische Ansätze bei allergischen Entzündungserkrankungen zu entwickeln.

■ **für Öffentliche Sicherheit**
in Berlin

In einem deutschlandweiten Netzwerk sollen Forschung, Entwicklung und Erprobung von sicherheitsrelevanten Technologien, Innovationen und Systemen gebündelt werden. Der Fokus liegt auf »Human and Data Intelligence«. Föderale Strukturen werden aufgenommen und sollen effizient bedient werden. Zielgruppen des Netzwerks, insbesondere die Landes- und Bundesbehörden sowie verwandte Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, profitieren nicht vom einfachen Zugriff auf technologische Beratung und Kompetenzen. Bei kooperativer Forschung und Entwicklung können auch Technologieprototypen entwickelt, aufgebaut und erprobt werden.

■ **für Biogene Wertschöpfung und Smart Farming**
in Bayern und Mecklenburg-Vorpommern

Vom Saatgut bis zum veredelten Produkt, sowohl im Wasser als auch an Land – innovative Technologien für eine nachhaltige Landwirtschaft entlang der gesamten Wertschöpfungskette sind der Fokus des geplanten verteilten Zentrums. Die jeweiligen Standorte sollen die Keimzelle für regionale Innovationsökosysteme aus etablierten Betrieben, innovativen Start-ups sowie spezialisierten Forschungseinrichtungen bilden und hoch qualifizierte Arbeits- und Ausbildungsplätze schaffen. Neben der Entwicklung nachhaltiger, ressourceneffizienter Hochtechnologien soll das Zentrum die Landwirtschaft bei ihren Transformationsprozessen aufgrund von Klimawandel und bei Nachhaltigkeitsaspekten begleiten sowie regionale

Innovative Verarbeitungskonzepte unterstützen den Wandel der Landwirtschaft.



Wertschöpfungsnetzwerke aufbauen. Im Fokus stehen Nachhaltigkeit in der Bewirtschaftung unter Berücksichtigung von Umwelt, Verbrauchergesundheit, Sozialstandards und Tierwohl.

- In Bayern ist als Schwerpunkt die technologische Begleitung von exemplarisch ausgewählten Pflanzen mit hoher Relevanz für die regionale Landwirtschaft und Lebensmittelversorgung vorgesehen – von der Zucht über die Ernte bis zur Verwertung. Ziel sind innovative, praxisnahe Verarbeitungskonzepte, die die Lebensmittelsicherheit und Qualität entlang der Wertschöpfungskette maximieren.
- In Mecklenburg-Vorpommern fokussieren die FuE-Arbeiten auf Technologien für eine nachhaltige Landwirtschaft, die Potenziale im Wasser und an Land erschließen sollen. Am Standort Rostock sollen vor allem digitale sowie robotische Lösungen zur effizienten, nachhaltigen und individuellen Optimierung der Tier- und Pflanzenproduktion erforscht werden. Der Agrarsektor beinhaltet nicht nur die klassische Landwirtschaft, sondern auch die Nutzung der Meere und anderer Gewässer für die Produktion von Nahrungsmitteln und weiterer nutzbarer Stoffe.

Initiativen für CO₂-Reduktion durch Wasserstoffnutzung und Elektrifizierung

Forschungsfertigung Batteriezelle FFB

Der im Oktober 2019 begonnene Aufbau der Forschungsfertigung Batteriezelle FFB in Münster schreitet schneller fort als geplant. Neben neun Fraunhofer-Instituten sind die Forschungspartner der Universität Münster und die RWTH Aachen als Forschungspartner an dem Förderprojekt des Bundes (Bundesministerium für Bildung und Forschung) und des Landes Nordrhein-Westfalen beteiligt. 2020 wurden bereits erste Meilensteine wie die Festlegung des Anlagenkonzepts für die erste Fertigungslinie für Rundzellen erreicht.

Im Herbst 2020 entschieden der Bund und das Land Nordrhein-Westfalen, den Endausbau nach den Nutzeranforderungen der FFB vorzuziehen. Mit diesem Schritt können eine weitere Fertigungslinie sowie eine Muster- und Erprobungslinie schon von Beginn an realisiert werden, sodass sofort alle drei gängigen Lithium-Ionen-Batteriezellformate Rund-, Pouch- und prismatiche Hardcase-Zellen in der FFB hergestellt werden können. Damit wird eine am Bedarf der Industrie ausgerichtete Flexibilität und zugleich ein optimaler wissenschaftlicher Nutzen gewährleistet.

Ziel der FFB ist die Produktion moderner, hochleistungsfähiger Speicher nicht nur für die Elektromobilität, sondern auch für Anwendungen in Haushalt, Industrie, Logistik, Energiewirtschaft, Chemie, Maschinen- und Anlagenbau oder Robotik. Die FFB soll die Rahmenbedingungen für den Aufbau einer Batteriezellproduktion in Deutschland entwickeln, um so mittelfristig die Abhängigkeit von den Märkten in Ostasien zu vermeiden. Das Konsortium unter Leitung des Münsteraner Batterieforschers Prof. Dr. Martin Winter realisiert und betreibt die FFB gemeinsam mit Fraunhofer-Experten; weitere Hochschulen und wissenschaftliche Einrichtungen, u. a. in Duisburg-Essen und Bochum, werden einbezogen.

Im Dezember 2020 ging bereits eine erste virtuelle Interimslösung der FFB mit vorgezogenen Arbeiten zum Digitalen Zwilling in Betrieb. Plangemäß soll die FFB ihre Arbeit im Hansa-Business-Park in Münster Anfang 2022 beginnen. Insgesamt investiert das Land in den kommenden Jahren rund 200 Mio € in den Aufbau der FFB und die gezielte Nachwuchsförderung vor Ort.

Die Forschungsfertigung Batteriezelle FFB, ein neuer Institutsteil des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT am Standort Münster, soll zum Zentrum der Entwicklung einer modernen Batteriezellproduktion werden.

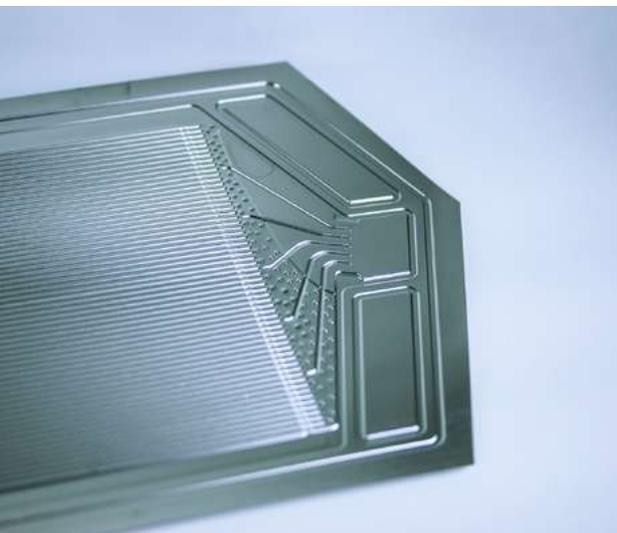


Nationaler Aktionsplan Brennstoffzellen-Produktion

Wenn es gelingt, Wasserstoff in allen Energieverbrauchssektoren effizient herzustellen und zu nutzen, kann dies beim Umbau unserer Energiesysteme eine zentrale Rolle spielen. Besonders im Verkehrsbereich ist die Brennstoffzelle ein Schlüsselement zur CO₂-Reduzierung. Die Technologien für eine industrielle Serienproduktion sollen durch den »Nationalen Aktionsplan Brennstoffzellen-Produktion« entwickelt und vorangetrieben werden. Dazu bündeln 20 Fraunhofer-Institute bereits vorhandene Forschungskompetenzen und -initiativen an Standorten in Baden-Württemberg, Bayern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen.

Das dezentrale Konzept wird ergänzt um einen zentralen Nexus in Form einer virtuellen Referenzarchitektur. Das ermöglicht einen schnellen Technologietransfer in die Breite sowie eine deutschlandweite und international sichtbare Teilhabe der Industrie. Die Aktionsplattform verfolgt drei wesentliche Ziele: eine kostenoptimierte, bedarfsorientierte skalierbare Serienproduktion, die umfassende technologische und wirtschaftliche Erschließung des Potenzials von Brennstoffzellen und eine erhebliche Beschleunigung und Steigerung des strukturierten Rollouts in Industrie und Gesellschaft.

Ein schneller Rollout von in Serie produzierten kosteneffizienten Brennstoffzellen eröffnet



Chancen nicht nur für die klimapolitische Komponente von Wasserstoff, sondern auch für eine nachhaltige Wertschöpfung. Gerade in den entscheidenden Komponenten der Wasserstoffsystemtechnik, den Brennstoffzellen für mobile Nutzung unterschiedlicher Leistungsklassen, liegt ein enormes Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenzial. Dadurch kann die Brennstoffzellenproduktion zu einem zentralen Kompetenzfeld deutscher Unternehmen aufgebaut werden, das nachhaltig eine Exportfähigkeit des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus gewährleistet. Die Gesamtkoordination des Nationalen Aktionsplans liegt beim Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU.

Batterie-Innovations- und Technologie-Center (BITC)

Mit Anbindung an das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS wurde in Arnstadt, Thüringen, das Batterie-Innovations- und Technologie-Center (BITC) eröffnet. Ziel ist es, eine optimale Qualität in der Batterieproduktion bei minimalem Ausschuss sicherzustellen. Dazu werden mithilfe innovativer zerstörungsfreier Prüftechnik Mängel bereits früh im Fertigungsprozess erkannt. Auf mehr als 5000 Quadratmeter Fläche wird an Lösungen für die vernetzte Produktion von Energiespeichern gearbeitet. Auf industrienahen Pilotlinien erproben die Forschenden innovative datengetriebene Ansätze der Prozessüberwachung, Steuerung und Qualitätssicherung. Neben Fragestellungen der Batterieentwicklung erarbeitet das Fraunhofer IKTS grundlegende Routinen für eine skalierbare Fertigung von komplexen Energiespeichern und -wandlern. Die Erfahrungen aus der Batterieforschung werden künftig auch in digital unterstützte Produktionstechnologien für Elektrolyseure in der Wasserstoffwirtschaft überführt. Zudem werden Unternehmen durch anwendungsnahe Aus- und Weiterbildungsangebote entlang der gesamten Wertschöpfungskette eingebunden und qualifiziert.

Technologieoptimierte Bipolarplatte aus Edelstahl für PEM-Brennstoffzellen, hergestellt am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU.

Ziel ist es,
eine optimale
Qualität in
der Batterie-
produktion bei
minimalem
Ausschuss
sicherzustellen.

Modellprojekt »Wasserstoff – Grünes Gas für Bremerhaven«

Das Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES startete 2020 im Bremerhavener Gewerbegebiet Lunedelta das Modellprojekt »Wasserstoff – Grünes Gas für Bremerhaven«. Als molekularer Energiespeicher ist Wasserstoff ein zentraler Baustein der Energiewende. Mit dem Projekt wird ein Grundstein für ein »Kompetenzzentrum Wasserstoff« entlang der gesamten Wertschöpfungskette gelegt – von der Produktion über die Speicherung bis zur praktischen Erprobung.

Es ist geplant, dass u. a. die Windenergieanlage AD8 im südlichen Fischereihafen den regenerativen Strom liefert, um die Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff durch Elektrolyse durchzuführen und damit den Wasserstoff CO₂-neutral zu produzieren. Auch der Aufbau eines Elektrolysetestfelds auf dem ehemaligen Flugplatz Luneort beginnt. Das Fraunhofer IWES plant zunächst eine Elektrolyseleistung von 2 Megawatt (MW); 8 weitere Testpads für insgesamt bis zu 10 MW-Elektrolyseleistung werden vorbereitet. Sie werden an das benachbarte Dynamic Nacelle Testing Laboratory (DyNaLab) des Instituts angeschlossen. Durch die Kopplung

Elektrische Energie lässt sich mithilfe der Elektrolyse in Form von Wasserstoff speichern.

mit einem der weltweit leistungsstärksten dynamischen Stromnetz-Emulatoren kann u. a. die Auswirkung von Netzschwankungen auf die Elektrolyseure untersucht werden.

Im Projekt untersucht das Fraunhofer IWES mit den Projektpartnern Hochschule Bremerhaven und dem Technologie-Transferzentrum (ttz) Bremerhaven Anwendungen im Logistik- und Verkehrsbereich sowie in der Lebensmittelindustrie, um fossile Energieträger zumindest teilweise durch Wasserstoff ersetzen zu können. Das Fraunhofer IWES wird den Betrieb einer Offshore-Messboje testen. Der Energiebedarf für die kontinuierliche Datenaufzeichnung auf hoher See wird dabei durch eine Brennstoffzelle bereitgestellt. Die neuen Aktivitäten knüpfen an die regionale wissenschaftliche Kompetenz und bestehende Forschungsinfrastruktur für Windenergie und Verfahrenstechnik an. Die Projektpartner Fraunhofer IWES, Hochschule Bremerhaven und das ttz Bremerhaven untersuchen im Modellprojekt das Potenzial von grünem Wasserstoff und bereiten damit den Weg für wirtschaftliche, CO₂-reduzierte Industrieprozesse sowie flexible und resiliente Strom- und Energiesysteme. Das Modellprojekt wird vom Land Bremen und von der Europäischen Union (EFRE) gefördert.

Kompetenzzentrum elektrisches Fliegen Kamenz

Das Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS ist Gründungsmitglied des neuen »Kompetenzzentrums autonomes und elektrisches Fliegen« am Flugplatz Kamenz in Sachsen. Thematische Schwerpunkte sind Batterie- und Wasserstofftechnik, Schwarmanwendungen, Datenübertragung und -sicherheit sowie autonome Navigation mittels Künstlicher Intelligenz. Das Fraunhofer IWS beteiligt sich an der Initiative mit Batterien der nächsten Generation und stellt die Verbindung zum Batteriezentrum Dresden her. Zum Netzwerk gehören neben der Stadt Kamenz Universitäten, mehr als 20 Unternehmen sowie Partner in Thüringen, Brandenburg, Frankreich, Polen und der Tschechischen Republik.



Initiativen für Quantentechnologien

Um die anwendungsnahe Forschung im Bereich Quantencomputing voranzutreiben, hat die Fraunhofer-Gesellschaft das zentral koordinierte »Fraunhofer-Kompetenznetzwerk Quantencomputing« gegründet. Herz des Netzwerks ist der Quantencomputer IBM Q System One, der in Ehningen in Baden-Württemberg installiert wird und exklusiv durch die Fraunhofer-Gesellschaft und ihre Partner genutzt werden kann. Der Quantencomputer wird Anfang 2021 betriebsbereit sein und unter deutscher Gesetzgebung betrieben – im Hinblick auf Datenschutz und IP-Sicherung ein wichtiger Vorteil für die Nutzer. Bereits seit April 2020 besteht Cloud-Zugriff auf IBM-Quantencomputer in den USA.

Organisiert ist das Netzwerk in derzeit sieben regionalen Kompetenzzentren mit jeweils eigenen Forschungsschwerpunkten. Die Regionalzentren arbeiten eng mit Partnern und Kunden aus Forschung und Industrie zusammen. Sie entwickeln zudem ein gemeinsames, mehrstufiges Schulungs- und Weiterbildungsangebot, das sowohl unterschiedliche Kurse als auch Expertenberatung bei Fragen zur Nutzung der Quantencomputer umfasst. Geleitet wird das Netzwerk von einem Direktorium, bestehend aus Institutsleitungen der beteiligten Kompetenzzentren. Es wird zudem von einem Beirat in strategischen Fragen beraten. Die Geschäftsstelle des Netzwerks in der Fraunhofer-Zentrale in München bildet eine Klammer um die verschiedenen regionalen Aktivitäten. Inhaltliche Anknüpfungspunkte bestehen insbesondere zu den Fraunhofer Strategischen Forschungsfeldern »Quantentechnologien« und »Next Generation Computing«.

Das Netzwerk versteht sich als erste Anlaufstelle für Unternehmen und Forschungsorganisationen in Deutschland, die am und mit dem Quantencomputer forschen wollen. Es richtet sich sowohl an Erstanwender, die sich generell über Quantencomputing informieren

und erste Kontakte knüpfen möchten, als auch an Experten, die ihre eigenen Algorithmen auf dem Quantenrechner entwickeln und testen möchten. Die Leistungsparameter des Quantencomputers sind auf die hohen Anforderungen einer Forschungsinfrastruktur mit Fokus auf wirtschaftsrelevante Anwendungen ausgerichtet. Es ergibt sich ein breites Spektrum an potenziellen Anwendungsfeldern, mit hoher Relevanz für verschiedenste Branchen wie Logistik, Chemie und Pharmaindustrie, Finanz- und Energiesektor, Ingenieurs- und Materialwissenschaften, für Kommunikationstechnologien sowie IT-Sicherheitstechnologien. Die Infrastruktur bietet der hiesigen Wirtschafts- und Innovationslandschaft einen deutlichen Wettbewerbsvorteil, großes Potenzial für Kompetenzaufbau und die Absicherung von IP sowie die Möglichkeit, fundierte Entscheidungen bezüglich künftiger Investitionen zu treffen.

Herz des »Fraunhofer-Kompetenznetzwerks Quantencomputing« ist der Quantencomputer IBM Q System One.

Aufbau des Quantencomputers IBM Q System One.



Initiativen für Datensouveränität und Digitalisierung

Nationale
GAIA-X Hubs
sind bereits in
Deutschland,
Frankreich
und Belgien
etabliert.

GAIA-X

Fraunhofer gestaltet maßgeblich die Architektur des paneuropäischen, vom Bundeswirtschaftsministerium mit initiierten Vorhabens GAIA-X mit. Die in Gründung befindliche GAIA-X AISBL (belgische Rechtsform einer Vereinigung ohne Gewinnerzielungsabsicht) wird als Organisation den europäischen Standard für Clouds setzen. Hierfür haben sich 11 deutsche Organisationen (u. a. BOSCH, Deutsche Telekom, eco-Verband, Fraunhofer, German Edge Cloud, IDS Association, SAP, Siemens) und 11 französische Organisationen (u. a. ATOS, Dassault, Orange) zur GAIA-X AISBL zusammengeschlossen. Über 200 weitere Organisationen aus 15 Nationen haben bereits konkretes Interesse an einem Beitritt geäußert.

GAIA-X ermöglicht Datenräume, die den europäischen Werten Offenheit, Transparenz, Interoperabilität und Vertrauen gerecht werden und verstärkt Datensouveränität auf Basis eines offenen Standards für Dateninfrastrukturen. Technologisch knüpft GAIA-X an die Arbeiten der »International Data Spaces Association« (IDSA) an, die 2015 von Fraunhofer mitgegründet wurde. Mithilfe der dort entwickelten IDS-Referenzarchitektur werden bei unternehmensübergreifendem Datenaustausch die Nutzungsbedingungen für die Daten mit ausgetauscht.

Für Mitte 2021 werden die ersten zertifizierten GAIA-X-Anwendungen wie Mobility, Industrie 4.0, Healthcare, Energy, Finance und Aerospace erwartet. Nationale GAIA-X Hubs wurden bereits in Deutschland, Frankreich und Belgien etabliert, weitere 10 Hubs in den EU-Ländern befinden sich in der Diskussion.

Silicon Economy

Mit dem Vorhaben »Silicon Economy« entsteht im Ruhrgebiet eine digitale Plattform

für den B2B-Sektor – ein Ökosystem ähnlich jener, wie sie Amazon, Uber, Airbnb & Co. im Privatkundenbereich geschaffen haben. Ziel der Konsortialpartner ist die durchgängige Digitalisierung kompletter Prozess- und Lieferketten mithilfe von Künstlicher Intelligenz.

Einzelne Hard- und Softwarekomponenten für die Automatisierung und neue Geschäftsmodelle rund um Blockchains werden für und mit Logistikunternehmen entwickelt und in einer Open-Source-Bibliothek kostenlos zur Verfügung gestellt. Damit soll die Logistikbranche unterstützt werden, um ihre Position am Weltmarkt ausbauen zu können. Das Silicon-Economy-Projekt nutzt als Datenraum die Architektur der International Data Spaces Association, bei der Fraunhofer Gründungsmitglied ist.

An ersten konkreten logistischen Anwendungsfällen arbeiten die Konsortialpartner bereits. Im Projekt »Digitaler Ladungsträgeraustausch« wird ein standardisierter, branchenübergreifend nutzbarer digitaler Tauschschein für Europaletten, Kleinladungsträger und Gitterboxen entwickelt. Auch an einem KI-basierten Service, mit dem Logistikunternehmen ihre Kunden zuverlässig über die Warenankunft informieren können, wird geforscht. »Wer die Logistikketten der Welt steuert, der steuert auch die Wirtschaft der Welt«, davon ist Prof. Dr. Michael ten Hompel, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML, überzeugt. Das Bundesverkehrsministerium fördert das Projekt über einen Zeitraum von drei Jahren mit insgesamt über 25 Mio €.

5G-Bavaria-Testzentrum

Die vom Freistaat Bayern geförderte Initiative »5G Bavaria« verbindet ein 5G-Testzentrum und zwei Testbeds für Industrie-4.0- und Automotive-Anwendungen am Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in

Erlangen und Nürnberg. Die Initiative begleitet den Übergang von der Forschung und Standardisierung in die Anwendung. Unternehmen erhalten die Möglichkeit, laborbasierte Simulations- und Emulationsverfahren wie auch eine reale 5G-Mobilfunkumgebung zu erproben. Im 5G Testbed Industrie 4.0 am Fraunhofer IIS in Nürnberg können kundenspezifische Anwendungen für Industrie und Logistik unter realistischen Bedingungen in einem eigenständigen 5G-Campusnetz getestet werden. Zum Beispiel lassen sich komplexe und sicherheitskritische Anwendungen wie in der Mensch-Maschine-Interaktion drahtlos realisieren. Im 5G Bavaria Testbed-Automotive wird eine Testinfrastruktur für 5G-Funktionalitäten in realer Verkehrsumgebung aufgebaut. Der Aufbau und Betrieb der beiden Testbeds erfolgen in Kooperation mit dem Fraunhofer-Leistungszentrum Elektroniksysteme LZE e. V.

Europäisches Blockchain-Institut am Fraunhofer IML

Eng verzahnt und als Teil der »Silicon Economy« entsteht das »Europäische Blockchain-Institut in NRW« in Dortmund. Darin werden die Fraunhofer-Institute für Materialfluss und Logistik IML sowie für Software- und Systemtechnik ISST gemeinsam mit Unternehmen und weiteren Forschungseinrichtungen die Blockchain-Technologie entscheidend vorantreiben. Als Schlüsseltechnologie mit transparenten und dezentralen Registern besitzt die Blockchain-Technologie das Potenzial, Datenaustausch manipulationssicher zu gestalten und eine Vielzahl von Prozessen in der Wertschöpfungskette zu automatisieren und zu autonomisieren.

Mit dem »Blockchain Device« zur Überwachung temperaturempfindlicher Waren wie Lebensmittel, Medikamente oder Impfstoffe entlang weltweiter Lieferketten präsentierten die Wissenschaftler bereits einen zukunftsweisenden Prototyp. In den nächsten Jahren, so die Erwartung der Wissenschaftler, wird sich die Wirkung der Blockchain-Technologie erst entfalten – und dies vor allem in der Logistikbranche. Im Zusammenspiel mit digitalen Plattformen, Künstlicher Intelligenz und dem Internet der Dinge entsteht eine neue, sich selbst organisierende »Silicon Economy«.

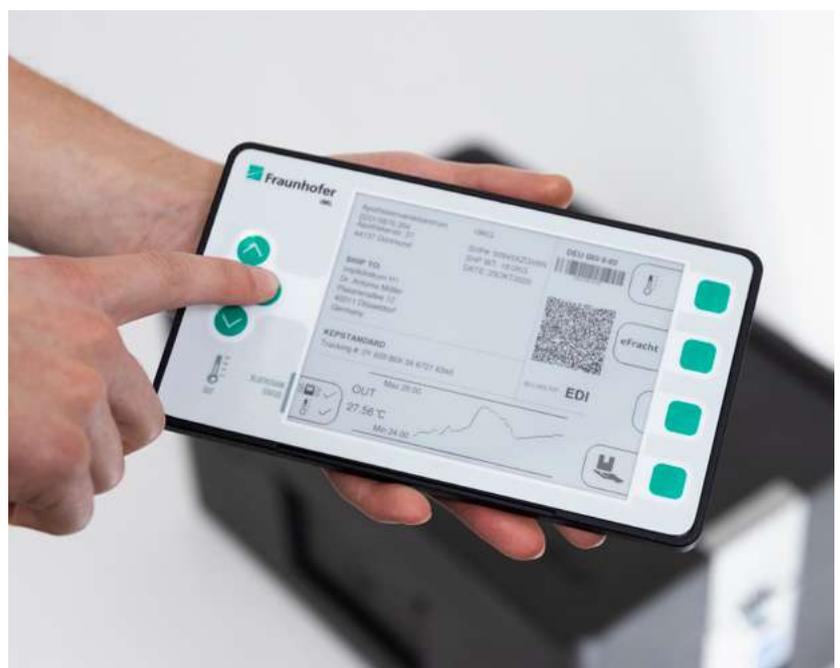
Das Projektkonsortium des Europäischen Blockchain-Instituts besteht aus den Fraunhofer-Instituten für Materialfluss und Logistik IML und für Software- und Systemtechnik ISST sowie dem Lehrstuhl für Unternehmenslogistik und dem Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen der Technischen Universität Dortmund. Es wird vom Wirtschafts- und Digitalministerium NRW mit rund 7,7 Mio € gefördert.

Transferzentrum 5G4KMU Baden-Württemberg

5G ermöglicht die bedarfsgerechte Vernetzung mit hoher Bandbreite, niedriger Latenz und hoher Verbindungsanzahl. Damit schafft 5G eine wichtige Grundlage für Anwendungen der Industrie 4.0, intelligenter Mobilität und Logistik sowie für das Internet der Dinge.

Koordiniert vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA werden im Rahmen des »5G4KMU – 5G Transferzentrums für kleine- und mittelständische Unternehmen« an fünf Standorten in Baden-Württemberg Testumgebungen aufgebaut, um Anwendungen der Industrie 4.0, intelligenter Mobilität und Logistik sowie für das Internet der Dinge für KMU zu erschließen. Unternehmen können gemeinsam mit

Das »Blockchain Device« erlaubt die Überwachung temperaturempfindlicher Waren entlang weltweiter Lieferketten.



den Forschungseinrichtungen ihre Projektidee untersuchen und weiterentwickeln, etwa in Machbarkeitsstudien oder Anforderungsanalysen. Eine weiterführende Zusammenarbeit ist in »Exploring Projects« möglich. Dabei werden Umsetzungskonzepte entworfen, prototypisch implementiert und in einem 5G-Netz der fünf Testumgebungen erprobt.

- **Stuttgart**, Fraunhofer IPA: 5G in Fabriken und Produktionssystemen; Fraunhofer IAO: Smart Services und Smart Products auf Basis von 5G
- **Mannheim**, Projektgruppe für Automatisierung in Medizin und Biotechnologie des Fraunhofer IPA: 5G in Kliniken und Laboren
- **Freudenstadt**, Centrum für Digitalisierung, Führung und Nachhaltigkeit Schwarzwald (Campus Schwarzwald): 5G in der Produktion, Schwerpunkt Maschinenbau
- **Reutlingen**, Reutlinger Zentrum Industrie 4.0: Logistik-anwendungen sowie Identifikation und Entwicklung neuer Geschäftsfelder für den Mittelstand
- **Karlsruhe**, wbk Institut für Produktionstechnik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT): Vorausschauende Instandhaltung von Maschinen und intelligente Datenauswertung

Impulspapier des Weisenrats für Cyber-Sicherheit

2019 rief der Cyber Security Cluster Bonn e.V. den unabhängigen Weisenrat für Cyber-Sicherheit ins Leben. 2020 veröffentlichten die sechs renommierten Professorinnen und Professoren aus den wichtigsten Exzellenzclustern in Deutschland ihren ersten Bericht zu drängenden Fragen der digitalen Sicherheit und legten ihn der Bundesregierung vor. Darin gaben sie acht Handlungsempfehlungen mit dem Ziel, einen Beitrag zur Immunisierung der Gesellschaft gegen Cyber-Attacks zu leisten.

- Technologie muss sich dem Menschen anpassen, um ihn zu entlasten und zu schützen.
- Hersteller müssen sich zu regelmäßigen Schwachstellentests und Sicherheitsupdates verpflichten.
- Digitale Prozesse und Infrastrukturen müssen angriffs-resilienter werden.
- Technologische Souveränität muss erhöht und bewahrt werden.
- Digitale Infrastrukturen in smarten Städten müssen jederzeit verfügbar, verständlich und beherrschbar bleiben.
- KI-Systeme müssen transparent und zertifizierbar sein.
- Langlebige Produkte müssen kryptoagil gestaltet werden.
- Der Schutz der Demokratie muss online verstärkt werden.

Mitglieder des Weisenrats für Cyber-Sicherheit sind Prof. Dr. Claudia Eckert, Leiterin des Fraunhofer-Instituts für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC, und Prof. Dr. Matthew Smith vom Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE.

Nationale Forschungsdateninfrastruktur

Noch liegen viele Daten aus Forschungsprojekten oder Studien dezentral an den Universitäten oder Forschungseinrichtungen. Ändern will dies die Nationale Forschungsdateninfrastruktur e.V. (NFDI): Der im Oktober 2020 gegründete Verein verfolgt das Ziel, diese Informationen für die Wissenschaftscommunity systematisch zu erschließen und im Rahmen eines übergreifenden Forschungsdatenmanagements besser zugänglich und nutzbar zu machen. Die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK) von Bund und Ländern wählte mit Prof. Dr. Claudia Eckert (Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC) und Prof. Dr. Anita Schöbel (Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM) zwei Fraunhofer-Institutsleiterinnen in den Senat der NFDI.



Initiativen für Künstliche Intelligenz

Kompetenzzentrum Kognitive Energiesysteme

Unter dem Dach des Fraunhofer-Instituts für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE startet mit Förderung des Land Hessens der Aufbau des Kompetenzzentrums Kognitive Energiesysteme.

Bisher kommt Künstliche Intelligenz (KI) in der Energiewirtschaft meist bei Monitoring- oder Prognoseaufgaben zum Einsatz. Mit steigendem Anteil von Strom aus erneuerbaren Energien wird deutlich, dass KI künftig auch einen zentralen Beitrag bei den komplexen Abstimmungs- und Entscheidungsprozessen zur Steuerung der Energiesysteme leisten wird. Denn in einer dezentralen erneuerbaren Energieversorgung müssen unterschiedliche Energiesysteme wie Strom- und Wärmeversorgung sowie Mobilität über automatisierte Entscheidungen im großen Maßstab verbunden werden.

Konkreter Bedarf für KI in der Energiewirtschaft besteht etwa beim automatischen Energiehandel. Photovoltaik- und Windkraftanlagen sowie Ladestationen oder auch Elektrolyseure können mit KI ihren Betrieb optimieren, Wartungen proaktiv durchführen und die Lebensdauer erhöhen. Im Netzbereich wird die Technologie zur Auswertung von Informationsdaten genutzt, um kritische Situationen zu erkennen und deren Lösung zu unterstützen. Die Entwicklung eines automatischen Handelssystems für die Strombörse EPEX Spot hat am Kasseler Fraunhofer IEE bereits begonnen.



Cognitive Security in der Hightech Agenda Bayern

Die anwendungsnahe Forschung an der Schnittstelle zwischen IT-Sicherheit und Künstlicher Intelligenz (KI) am Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC wird mit dem Förderprojekt »Cognitive Security« ausgebaut. Damit können grundlegende Forschungsarbeiten an der Schnittstelle zwischen IT-Sicherheit und Künstlicher Intelligenz realisiert werden. Die Forschenden entwickeln sichere KI-basierte Lösungen, aber auch Prüf- und Zertifizierungsmethoden und konkrete Werkzeuge, um Unternehmen darin zu unterstützen, KI-Verfahren in Bezug auf deren Angreifbarkeit zu beurteilen und gezielt zu »härten«. Das Forschungsvorhaben »Cognitive Security« ist Teil des Kompetenznetzwerks »Künstliche maschinelle Intelligenz« im Rahmen der Hightech-Agenda der bayerischen Staatsregierung.

Kompetenzzentrum für KI-Engineering CC-KING

Konkrete Unterstützung beim Einsatz von Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) und des Maschinellen Lernens (ML) erhalten Unternehmen im Competence Center KI-Engineering CC-KING. Mit einer initialen Förderung des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg bis 2021 werden in Karlsruhe Grundlagen dazu erforscht und Werkzeuge für eine niedrigschwellige, systematische Implementierung von KI und ML gemäß den technischen und geschäftlichen Anforderungen der betrieblichen Praxis entwickelt. Ziel ist es, KI- und ML-Algorithmen aus dem Methodenkoffer von Data Scientists im Rahmen der bewährten Vorgehensweisen von Ingenieuren nutzbar zu machen und auf der Systems-Engineering-Ebene der Informatiker abzubilden – auch in sicherheitskritischen Anwendungen. Dazu müssen Voraussagen und Garantien über intelligente Systeme möglich sein, die ihre finale Funktionalität unter Umständen erst datengetrieben während ihrer Laufzeit entfalten. Der Fokus liegt zunächst auf den Feldern industrielle Produktion und Mobilität. Bereits existierende Forschungsinitiativen wie die Karlsruher Forschungsfabrik und das Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg dienen dabei als Reallabore für die Schwerpunkte.

links:

Am Fraunhofer IPA werden die Anforderungen und Potenziale von 5G rund um die Themengebiete der Produktion untersucht.

rechts:

Algorithmen der Künstlichen Intelligenz schaffen neue Voraussetzung für hocheffiziente und sichere Systeme.

KI-Zertifizierung »made in Germany«

Im Rahmen der Kompetenzplattform KI.NRW unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS startet 2021 das Leuchtturm-Projekt »Zertifizierte KI«. Ziel ist es, prüfbare technische Standards und Normen zu etablieren, die eine neutrale Bewertung von Systemen der Künstlichen Intelligenz (KI) ermöglichen und Auskunft über zugesicherte Eigenschaften von KI-Technologien geben. Beteiligt sind das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), die Universitäten Bonn und Köln, die RWTH Aachen, das Deutsche Institut für Normung e. V. (DIN) sowie zahlreiche DAX-30- und weitere Unternehmen aus Branchen wie Telekommunikation, Banken, Versicherungen, Chemie und Handel. In branchen- und technologiebezogenen Anwenderkreisen definieren die Beteiligten konkrete Bedarfe, legen Kriterien und Maßstäbe für eine Prüfung in der Praxis fest und führen Pilotprüfungen durch. Mit diesem breiten Beteiligungsprozess wird sichergestellt, dass sich die Verfahren zu allgemein akzeptierten Standards für KI-Systeme und deren Überprüfung entwickeln und gleichzeitig durch rechtliche und ethische Betrachtungen flankiert werden.

KI-Studie Kompetenzen und Innovationspotenzial in Sachsen

Die Studie »Künstliche Intelligenz – Kompetenzen und Innovationspotenzial in Sachsen« wurde Anfang 2020 vom Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS veröffentlicht. Sie beleuchtet, wie Unternehmen und Forschung beim Thema KI aufgestellt sind und welchen Hürden sie sich gegenübersehen. Darüber hinaus werden Handlungsoptionen aufgezeigt, die das Ziel des Freistaats Sachsen unterstützen, eine führende KI-Region in Deutschland zu werden.

Der Fachkräftemangel wird sowohl von Wirtschafts- als auch Wissenschaftsvertretern als größte Herausforderung bei der Entwicklung und dem Einsatz von KI gesehen. Daneben spielen die Themen Zuverlässigkeit von KI-Entscheidungen, Mitarbeiterqualifizierung und die Zugriffsmöglichkeiten auf große Datenmengen eine bedeutende Rolle. Auch die vergleichsweise kleinteilige Struktur der Wirtschaft in Sachsen und die Gründungskultur haben einen Einfluss auf die Geschwindigkeit von KI-Entwicklungen im Freistaat.



Initiative für Next Generation Computing

Neuer Standort Center Nanoelectronic Technologies CNT

Mit dem Center Nanoelectronic Technologies CNT betreibt das Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS angewandte Mikroelektronikforschung auf 300-mm-Wafern. 2020 hat der Bereich CNT einen neuen eigenen Standort in Dresden bezogen. Dazu wurden durch den Freistaat Sachsen ein leer stehender Reinraum sowie Büroräume erworben und an das Fraunhofer IPMS zur Nutzung übertragen. In einem zweiten Bauabschnitt ist bis 2024 die Errichtung eines neuen Büro- und Laborgebäudes geplant. Am neuen Standort wird künftig insbesondere an der Entwicklung neuromorpher Chipkonzepte mit implementierter KI gearbeitet und es werden Prozesse, Module und Bauelemente bis zur Pilotfertigungsreife entwickelt. Mittelfristiges Ziel ist es, den neuen Standort in Kooperation mit weiteren Fraunhofer-Instituten zu einem weltweit anerkannten Kompetenzzentrum für Mikroelektroniktechnologie-Forschung auszubauen.



Initiative für Sicherheit

GESTRA

Viele unserer kritischen Infrastrukturen wie Navigationssysteme hängen mittlerweile von Satelliten ab. Diese wiederum sind zunehmend durch Weltraumschrott bedroht. Die NASA erstellt einen globalen Katalog, um Satellitenbetreiber rechtzeitig warnen zu können, wenn ein Schrott-Teil einem Satelliten gefährlich nahe zu kommen droht. In diesem Masterkatalog fehlen jedoch aus taktischen Gründen viele US-amerikanische Flugobjekte. Mit zwei Radar-Systemen möchte sich Deutschland aus dieser Abhängigkeit lösen. Seit 1970 wird dazu am Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR das Weltraumbeobachtungssystem TIRA betrieben, mit dem sich Weltraumobjekte verfolgen und abbilden lassen. Seit Oktober 2020 übernimmt zusätzlich ein neues Phased-Array-Radar mit hoher Reichweite und Strahlagilität zusätzlich die Weltraumüberwachungsfunktion in einem großen Raumausschnitt.

Das teilmobile Weltraumüberwachungsradar GESTRA wurde am Fraunhofer FHR im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums konzipiert und als einsatzfähiges System gebaut.

links:

Am Center Nanoelectronic Technologies CNT forscht das Fraunhofer IPMS an 300-mm-Wafern für IC-Hersteller, Zulieferer und Gerätehersteller.

oben:

Das Phased-Array-Radar mit hoher Strahlagilität erlaubt eine verbesserte Überwachung des erdnahen Orbits.

Das Design sieht ein quasimonostatisches System vor, das aus separatem Sende- und Empfangssystem besteht. Die Phased-Array-Antennen sind dabei jeweils auf einem 3-Achsen-Positionierer montiert: So lässt sich zunächst mechanisch der Überwachungsbereich einstellen, und dieser Bereich anschließend elektronisch innerhalb von Millisekunden scannen. Mit den Radarstrahlen wird dabei eine Art Zaun geschaltet, ähnlich wie ein Scheibenwischer: Jedes Objekt, das groß genug ist und den Zaun passiert, wird detektiert.

Das neue Weltraumüberwachungsradar wurde im September 2020 an das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) bei Koblenz sowie an das Weltraumlagezentrum übergeben. Für die Erstellung eines deutschen Master-Katalog wird das Weltraumlagezentrum GESTRA im Fernbetrieb steuern, mithilfe von 2000 verbauten Sensoren. Besteht näheres Interesse an einem bestimmten Objekt, beauftragt es wiederum das Fraunhofer FHR, dieses Objekt über TIRA zu verfolgen und abzubilden. Langfristig ist eine Vernetzung mehrerer GESTRA-Systeme sinnvoll, um eine deutlich genauere Positionsbestimmung vorzunehmen. Deswegen wurde GESTRA bereits als teilmobiles System designt.

Initiativen für Bioökonomie, Ressourceneffizienz und Klimatechnologien



links:

Künftig sollen am heutigen Standort des Braunkohlekraftwerks in Boxberg nachhaltige Carbonfasern hergestellt werden.

rechts:

Neue Perspektiven entstehen durch das Kunststoffzentrum Oberlausitz, das jüngst erweitert wurde.

Grüne Carbonfasern aus dem Kohlekraftwerk

Eine neue Perspektive soll der Kraftwerksstandort Boxberg im Lausitzer Braunkohlerevier erhalten: Mit dem Projekt InnoCarbEnergy soll eine Forschungspilotlinie zur Herstellung von nachhaltigen Carbonfasern konzipiert und aufgebaut werden, um flankierend neuartige Fertigungsverfahren und zugehörige Methoden des Energiemanagements zu entwickeln. Geplant ist zudem, die Pilotlinie um textilbildende und kunststofftechnische Fertigungsmodule sowie automatisierte Schnittstellen für die energieeffiziente Bauteilherstellung zu ergänzen. Ziel ist es, mit vor Ort angesiedelten Unternehmen nachhaltige carbonfaserverstärkte Leichtbaustrukturen und -systeme mit großen Gewichtsvorteilen zu entwickeln, die in mobilen Anwendungen (etwa beim Automobil-, Schiff-, Schienenfahrzeug- und Anlagenbau oder in der Luft- und Raumfahrt) genutzt werden.

Basis der geplanten Aktivitäten ist der Bundesexzellenzcluster MERGE »Technologiefusion für multifunktionale Leichtbaustrukturen« der TU Chemnitz und der Fraunhofer-Institute für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU sowie für Angewandte Polymerforschung IAP. Am Projekt InnoCarbEnergy sind zudem die Lausitz Energie Kraftwerke AG und die

Lausitz Energie Bergbau AG (LEAG) beteiligt, gefördert wird es vom Sächsischen Staatsministerium für Regionalentwicklung.

Kunststoffzentrum Zittau erweitert

Das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU baut bis 2022 sein Kunststoffzentrum in Zittau aus. Damit werden die Forschungsbereiche Leichtbau, industrieller 3D-Druck und Automatisierung deutlich erweitert. Das Technikum wird zu einer großen Forschungshalle mit hochmodernen Verarbeitungsmaschinen und Analysegeräten ausgebaut. Kooperationen mit regionalen Unternehmen und KMU bestehen z. B. für Herstellungsverfahren von Windrädern mit naturfaserverstärkten Kunststoffen, der Integration von Naturfasern für den Kunststoff- und Leichtbausektor sowie bei der effizienten Herstellung komplexer Kunststoffbauteile im großformatigen Industrie-3D-Druck. Im Forschungsbereich Wasserstofftechnologien entstand ein Wasserstoff-Roller. Im Verbundvorhaben »WALEMO« ist die Entwicklung von autonomen, wasserstoffbetriebenen Shuttles für einen bedarfsgerechten ÖPNV im ländlichen Raum geplant. Das Fraunhofer-Kunststoffzentrum Oberlausitz wurde 2011 als Projektgruppe auf dem Campus der Hochschule Zittau/Görlitz gegründet.

Leitprojekte

futureAM – nächste Generation Additive Manufacturing

Beschleunigung um mindestens den Faktor 10 bei der Additiven Fertigung von Metallbauteilen: Mit diesem Ziel trat 2017 ein Fraunhofer-Konsortium beim Leitprojekt futureAM an. Zum Projektende 2020 gelangen den sechs beteiligten Instituten Technologiesprünge in der Systemtechnik, bei der Bearbeitung von Werkstoffen, in der Prozessführung und in der durchgängigen Digitalisierung. Damit wird Additive Fertigung leistungsfähiger und wirtschaftlicher.

Erstmals wurde ein Demonstrator-Bauteil im XXL-Maßstab (100 x 80 x 40 cm) per Laser Powder Bed Fusion hergestellt. Dabei handelt es sich um ein Bauteil für die zukünftige Triebwerksgeneration von Rolls-Royce, hergestellt wurde es mit einem neuen Maschinensystem, ausgestattet mit einem mobilen Optiksistem. Die Methode des Extremen Hochgeschwindigkeits-Laserauftragschweißens konnte für den 3D-Druck weiterentwickelt werden: Der neu entwickelte Prozess ermöglicht nun extreme Auftragsgeschwindigkeiten bei gleichzeitig hoher Detailauflösung.

Die additive Herstellung von kombinierten Werkstoffen konnte verbessert werden, indem Prozessanalysen mit Künstlicher Intelligenz hinterlegt wurden. Dies führt zu einem optimierten Fertigungsprozess beim Laserauftragschweißen, gleichzeitig lassen sich nun Hochtemperaturwerkstoffe in Multi-Material-Bauweise vereinen. Das Forschungsteam realisierte etwa Multi-Material-Bauteile aus Nickel und Aluminium, weitere Elemente können hinzugefügt werden. Nicht zuletzt erzielte das Konsortium Fortschritte bei der Nachbearbeitung: Indem bereits bei der Fertigung ein Code zur Identifizierung des Bauteils eingearbeitet wird, können später beim Auslesen Soll- und Ist-Geometrie exakt

abgeglichen und automatisch durch einen Roboter korrigiert werden. Der Kopierschutz ist inbegriffen.

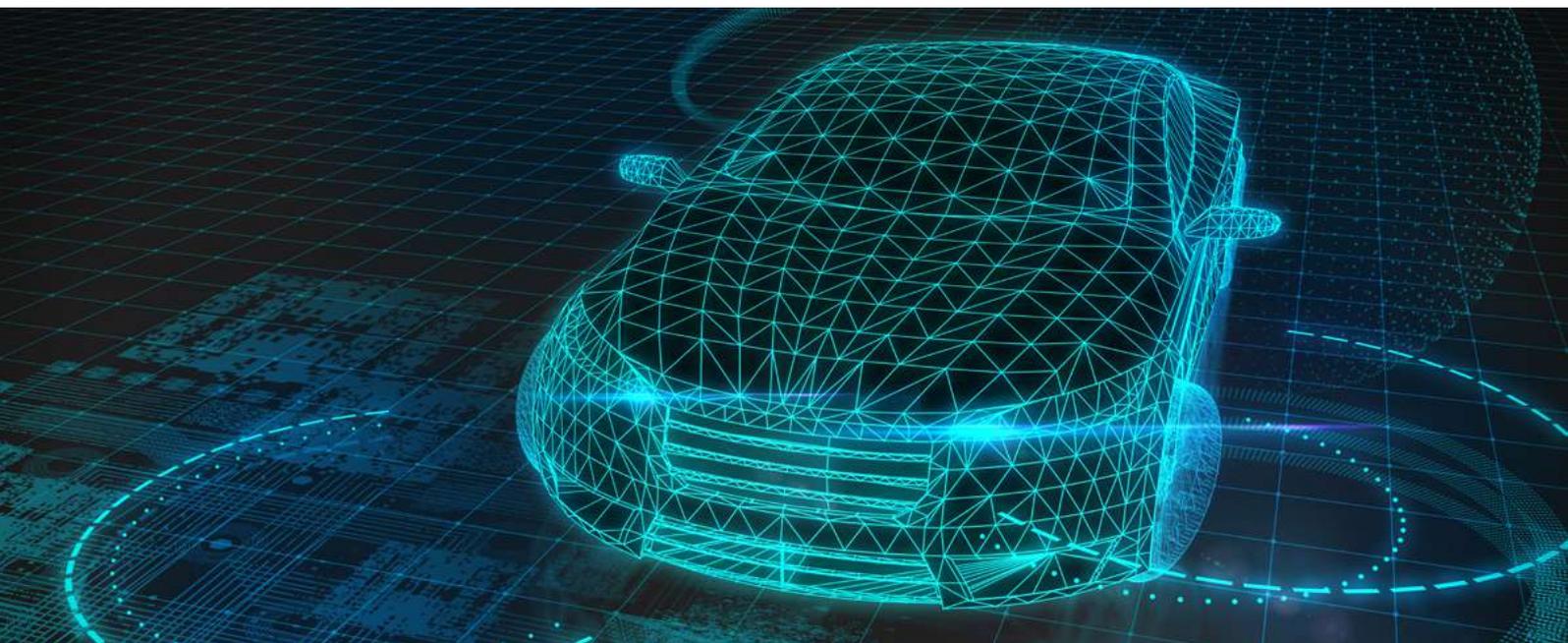
Die Partner stellten eine ganzheitliche Sicht auf die digitale und physische Wertschöpfung, vom Auftragseingang bis zum fertigen metallischen 3D-Druck-Bauteil, in den Mittelpunkt. Zentraler Punkt war deshalb ein »virtual lab«, welches die unterschiedlichen Kompetenzen digital bündelte und den Austausch über alle Aufgabenfelder und Akteure sicherstellte. Im Virtual Lab wurden etwa webbasierte Simulations-Tools für die Auslegung von additiv gefertigten metallischen Bauteilen nutzbar gemacht, mit denen auch Einsteiger arbeiten können.

Am Leitprojekt futureAM beteiligten sich die Fraunhofer-Institute für Lasertechnik ILT (Konsortialführer), für Additive Produktionstechnologien IAPT, für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, für Graphische Datenverarbeitung IGD, für Werkstoff- und Stahltechnik IWS sowie für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU.

Additive-Manufacturing-Verfahren bieten neue Möglichkeiten: Der weiterentwickelte Prozess erlaubt nun extreme Auftragsgeschwindigkeiten bei gleichzeitig hoher Detailauflösung.



Start neuer Leitprojekte 2021



6G, der Mobilfunk der nächsten Generation, ist eine Voraussetzung für autonome Mobilität.

Nach einem Moratorium aufgrund der akuten Pandemielage im Frühjahr 2020 wurde die Auswahl der 2021 startenden Leitprojekte in einem beschleunigten »Fast Track«-Prozess in der zweiten Jahreshälfte 2020 durchgeführt. Am 1. Januar 2021 liefen fünf neue Leitprojekte an.

6G SENTINEL – Mobilfunk der nächsten Generation

Basistechnologien für die nächste Mobilfunkgeneration 6G werden im Leitprojekt 6G SENTINEL entwickelt. Damit sollen Anwendungen wie Virtual/Augmented Reality (XR), Digitaler Zwilling, Industrie 4.0, autonomes Fahren sowie Telepräsenz und auch Teleoperation breitflächig möglich werden.

Prognosen zufolge sollen sich Datenrate und Zuverlässigkeit von 5G nach 6G um den

Faktor 100 verbessern, die Latenz und Verbindungsdichte um den Faktor 10. Das erfordert neben der konsequenten Weiterentwicklung der 5G-Technologien neuartige, disruptive Ansätze. Die Projektpartner adressieren diese Herausforderungen in wichtigen 6G-Schlüsseltechnologien: Terahertz-Technologien für mobile Endgeräte, flexible Netze mit veränderlicher Infrastruktur, insbesondere fliegende Plattformen und Satelliten, Lokalisierung in 6G-Netzen und ein ganzheitliches Verständnis einer 6G-Netz-Architektur.

Ein übergreifendes Projektziel ist die Entwicklung einer Fraunhofer-Vision einer 6G-Systemarchitektur als Basis für die zu entwickelnden Technologieelemente. Entscheidend für die 6G-Architektur ist es, die spektrale Effizienz und Übertragungsrate durch wiederbenutzbare Frequenzressourcen zu erhöhen. Dies wird ermöglicht durch kleinste Zellen, Antennen mit integrierten Strahlformungssystemen

(Massive MIMO) sowie den Übergang zu höheren Frequenzen (Millimeterwellen und THz). Des Weiteren besteht die Notwendigkeit, für »mobiles Internet« kleinzellige und infrastrukturlose Kommunikation in die 6G-Netzarchitektur zu integrieren. Satelliten und fliegende Plattformen sollen als nicht erdgebundene Basisstationen helfen, kurze Distanzen zu überbrücken und eine großflächige Abdeckung außerhalb urbaner Räume sicherzustellen. Das Kernnetz muss hierbei die Integration von heterogenen Funkzugangnetzen mit unterschiedlichen Reichweiten, Frequenzen, Datenraten und Latenzen ermöglichen.

Das Fraunhofer-Konsortium entwickelt für Terahertz-Technologie Funkkanalmodelle und Link-Level-Simulatoren für den Frequenzbereich zwischen 100 und 300 GHz, ein hochintegriertes Terahertz-Sendemodul für das D-Band mit vollintegrierter Antenne, Terahertz-Sendemodule auf photonischer Basis und Übertragungsverfahren für mobile Terahertz-Verbindungen. Diese Schlüsselkomponenten werden in einen Demonstrator integriert als Proof-of-Concept für die Machbarkeit und Performanz von Terahertz-Kommunikation für den mobilen Einsatz. Weiterhin werden Softwaremodule für ein flexibles 6G-Kernnetz sowie vollintegrierte Lokalisierungslösungen entwickelt und in einen Prototyp-Testbett-Demonstrator für die 6G-Architektur integriert. Ein weiteres Ziel ist die Erarbeitung von Grundlagen, Standards, Definitionen und Richtlinien für die 2030 erwartete 6G-Einführung.

Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für Integrierte Schaltungen IIS, für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI, für Offene Kommunikationssysteme FOKUS, für Angewandte Festkörperphysik IAF sowie für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM.

Future Proteins – Hochwertiges Eiweiß weltweit

Die sichere Versorgung der Weltbevölkerung mit ernährungsphysiologisch wertvollen Proteinen ist Ziel des Leitprojekts »Future Proteins«. Damit adressiert das Konsortium das Problem des »versteckten Hungers«. Denn

die unzureichende Versorgung mit hochwertigem Protein könnte durch Klimawandel und Bevölkerungswachstum verschärft werden.

Im Leitprojekt entwickeln die Partnerinstitute geschlossene und nachhaltige Anbausysteme, um Proteine mit optimiertem ernährungsphysiologischen Profil und höchster Verbraucherakzeptanz zu produzieren. Als alternative Proteinquellen mit besonderer Wertigkeit setzt das Konsortium auf ausgewählte Pflanzen (Weizengras, Luzerne, Entwicklung einer solaninreduzierten Kartoffel), Insekten (Mehlwürmer), filamentöse Pilze (Ständerpilze wie Seitling oder Shiitake) und Mikroalgen (Spirulina). Alle vier Agrarsysteme (Pflanzen, Insekten, Pilze, Mikroalgen) werden so ausgelegt, dass sie weltweit an unterschiedlichen Standorten eingesetzt werden können und dadurch zu einer globalen Proteinversorgung beitragen.

Indoor- bzw. Vertical-Farming-Verfahren sollen durch hybride Beleuchtungssysteme sowie durch neue Anlagenkonzepte und Automatisierungslösungen nach dem Prinzip der Kreislaufwirtschaft kosteneffizient und nachhaltig gestaltet werden. Bei der Kultivierung von Pflanzen setzt das Forschungsteam z. B. auf die maximale wellenspezifische Nutzung des Sonnenlichts über ein hybrides Beleuchtungssystem, bei den Insekten auf Pathogenüberwachung und neue hygienische Kulturmodule, bei den Insekten und Pilzen auf kostengünstige Kulturmedien und eine optimierte Prozessführung und bei Algen auf neuartige Sensoren zur prädiktiven Kultursteuerung. Die so gewonnenen Proteine sollen vor allem als Veredlungszutaten in der Lebensmittelindustrie Verwendung finden: Die Optimierung der sensorischen und funktionellen Eigenschaften der Proteinzutaten ist einer der Projektschwerpunkte, um ein breites Einsatzspektrum und eine hohe Verbraucherakzeptanz zu erreichen.

Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME, für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV, für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU sowie für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT.



Neue Proteine für die Entwicklung von Lebensmitteln.

WASTE4FUTURE – Vom Abfall zum Rohstoff

Eine nachhaltige Gesellschaft erfordert eine defossilisierte und klimaneutrale Industrie. Die politischen und regulativen Weichen sind gestellt: z. B. durch den Green Deal der Europäischen Kommission, den Kohleausstieg in Deutschland, den damit verbundenen Strukturwandel und die CO₂-Bepreisung, durch das Deutsche Verpackungsgesetz, das 2022 in Kraft tritt, sowie durch die Industrieunternehmen, die unter dem Motto »Chemie 4.0« den bisherigen linearen in einen zirkulären Wertschöpfungsprozess transformieren wollen.

Vor diesem Hintergrund entwickelt das Konsortium WASTE4FUTURE umfassende Recycling-Ansätze von kunststoffhaltigen Abfällen – ohne Verlust von Kohlenstoff. Vernetzte Prozesse sollen chemische Strukturen maximal erhalten. Zentraler Ansatz ist ein ganzheitliches Bewertungsmodell, um den energetischen Bedarf zu ermitteln, der für die Herstellung von Grundstoffen aus Rezyklaten nötig wird. Damit lässt sich künftig für verschiedene Kunststofffraktionen ein technisch, ökologisch und ökonomisch sinnvoller Recyclingweg bestimmen.

Weitere Ziele des Leitprojekts sind ein Hybrid-sensor zur Materialidentifikation und -charakterisierung mit echtzeitfähigem Algorithmus, Entwicklungen beim werkstofflichen wie beim chemischen Recycling (Solvolyse-, Pyrolyse- und Gasifizierungstechnologien), bei der sensorbasierten Sortiertechnik einschließlich Digitalem Zwilling, bei neuartigen Verträglichkeitsvermittlern (Kompabilisatoren) für Polymerisate mittels Direktsynthese mit CO₂ sowie bei der Hochdurchsatzentwicklung für Formulierungen von Rezyklaten. Ein Fokus liegt auf der Wiederverwertung von langlebigen Kunststoffabfällen. Das Leitprojekt WASTE4FUTURE wird komplementär und synergistisch mit dem Fraunhofer-Cluster of Excellence Circular Plastics Economy agieren.

Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS, für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP, für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS, für Optronik, Systemtechnik und

Bildauswertung IOSB, für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR, für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF sowie für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV.

ShaPID – Green Deal für die chemische Industrie

Das Leitprojekt »ShaPID – Shaping the Future of Green Chemistry« will zeigen, dass eine nachhaltige, grüne Chemie durch Innovationen in der Prozessintensivierung und Digitalisierung erreichbar ist. Damit unterstützt das Konsortium den von der chemischen Industrie angestrebten Wandel zu einer Defossilisierung der Produktionsprozesse und zu einer zirkulären, Treibhausgas-neutralen Stoff- und Energiewandlung. Das Vorhaben adressiert die globalen Herausforderungen bei Klimaschutz sowie bei Energie- und Ressourceneffizienz.

Neue Technologien entwickeln die Projektpartner insbesondere für grüne Katalysertechnik, für Prozesstechnik, -intelligenz und -implementierung. Dabei fokussieren sie sich auf Synthese-, Reaktions- und Katalysertechnik, Prozess- und Verfahrenstechnik, Modellierung, Simulation und Prozessoptimierung sowie Digitalisierung. Unter anderem forschen die Partner an elektro-/biokatalytischen Prozesskaskaden für Mono- und Polymere unter Einsatz von CO₂ als Rohstoff oder an olefinischen Monomerbausteinen aus nachwachsenden Rohstoffen. Richtschnur für sämtliche Entwicklungsarbeiten bilden die international anerkannten zwölf Prinzipien Grüner Chemie.

Die Marktrelevanz soll an den Demonstrationsprozessen »Green Plastics«, »Green Monomers« und »Efficient Building Blocks« (Herstellung von Agro- und Pharmavorprodukten) gezeigt und dazu eine »Fraunhofer Green Efficient Chemistry Technologie-Plattform« aufgebaut werden. Ergänzend wird eine Nachhaltigkeitsbewertung aufgebaut, die Unternehmen eine schnelle und übersichtliche Einschätzung neuer Technologien und Verfahren erlaubt. Damit erhalten die chemische Industrie und kooperierende Branchen wie Anlagenbau oder Mess-/Steuer-/Regeltechnik zielgenaue Unterstützung für den Umstieg auf grüne Produkte und Prozesse.



*Abfallstoffe sind Rohstoffe:
Das Kreislaufprinzip ist ökonomisch und ökologisch sinnvoll.*



Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für Chemische Technologie ICT, für Angewandte Polymerforschung IAP, für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME, für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM, für Silicatiforschung ISC, für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM sowie für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT.

ALBACOPTER – Experiment eines vertikalen Gleiters

Mobilität im urbanen Luftraum könnte eine Antwort sein, um dem stetig wachsenden Verkehrsaufkommen zu begegnen und um die damit verbundenen sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Folgen zu überwinden. In einer Umbruchphase des Flugverkehrs will sich das ALBACOPTER-Konsortium mit einer Experimentalplattform frühzeitig auf dem Markt der autonomen VTOL (Vertical Take-Off and Landing)-Systeme positionieren. Die Anforderungen an Flugsicherheit, wirtschaftliche Effizienz sowie Umweltverträglichkeit von drohnenbasierten Einsatzszenarien im urbanen Raum stellen außerordentlich hohe Herausforderungen dar.

Die Projektpartner wollen u. a. die Flugsicherheit durch eine KI-basierte Überwachung von Umfeld, Struktur und Funktion an Bord erhöhen, die Nachhaltigkeit des Transporters und der Transportboxen steigern, eine bessere

Energieeffizienz erzielen sowie die Nettomasse des Fluggeräts, einschließlich Batteriesystem, verringern. In Form einer modularen Open-Source-Simulationsplattform wird ein Digitaler Zwilling aufgebaut, um die vielfältigen Konzepte für Fluggeräte abbilden zu können. Neben Helicoptern und konventionellen Starrflüglern etablieren sich hybride Copter-Glider in Form von Schwenkflüglern, Gyrocoptern oder auch Multicoptern mit Schwenkrotoren oder ausfahrbaren Tragflächen. ALBACOPTER soll als experimenteller VTOL-Glider zur Entwicklung und Erprobung all dieser unterschiedlichen Systemkonzepte genutzt werden können.

Das Systemkonzept des ALBACOPTER orientiert sich zunächst an den Anforderungen für ein drohnenbasiertes Just-in-time-Logistik-Netzwerk für den urbanen und ländlichen Raum (Distanzen bis 200 Kilometer mit Nutzlasten bis zu 200 Kilogramm), da Drohnen von Amazon und DPD bereits für den Testbetrieb zugelassen wurden. Je nach Einsatz des VTOL-Gliders werden angepasste Antriebskonzepte designt.

Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI, für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, für Chemische Technologie ICT, für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, für Entwurfstechnik Mechatronik IEM sowie für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS.

ALBACOPTER soll als experimenteller Gleitflieger zur Entwicklung und Erprobung unterschiedlicher Systemkonzepte genutzt werden.

Projekte und Ergebnisse 2020



Wasserstofftechnologien

Grüner Wasserstoff im Großmaßstab

2021 geht die Fraunhofer-Elektrolyse-Test- und Versuchsplattform Leuna ELP in Betrieb. Im Großmaßstab wird demonstriert, wie mit Strom aus regenerativen Energien hergestellter Wasserstoff für die Produktion von Grundchemikalien und Kraftstoffen genutzt werden kann. Bis zu fünf Megawatt Anschlussleistung stehen für die Erprobung der Elektrolysesysteme unterschiedlicher Bauart zur Verfügung. Der grüne Wasserstoff wird in das Pipeline-System des Kooperationspartners Linde eingespeist. Damit entsteht der erste vollständig in ein Stoffstromnetz der Chemieindustrie integrierte Elektrolyseteststand in Deutschland.

Bislang werden die rund 100 000 Normkubikmeter Wasserstoff, die von der Mitteldeutschen Chemieregion pro Stunde benötigt werden, konventionell aus fossilem Erdgas gewonnen. Damit ist die Chemieregion nicht nur einer der größten Nutzer von Wasserstoff, sondern auch einer der größten Emittenten von CO₂. Mit der ELP wird die Wasserstoffherstellung durch Elektrolyse umweltfreundlich und klimaneutral, sofern der Strom für die Elektrolyseure aus regenerativen Energien stammt.

Im Testbetrieb entwickeln die Forschenden verschiedene Elektrolyseure weiter: sowohl für den Niedertemperaturbetrieb bis zu 80 °C als auch für die Dampfelektrolyse. Zur Auslegung und zur Kostenschätzung der Systeme werden reale Betriebsbedingungen aus Photovoltaik- oder Windkraftanlagen abgebildet. Anschließend werden die Auswirkungen des fluktuierenden Betriebs auf die Haltbarkeit der Komponenten und auf die nachgelagerten Prozesse untersucht.

An die Herstellung von grünem Wasserstoff oder Synthesegas auf der ELP knüpft direkt die Skalierungsplattform Hy2Chem an, mit der Basischemikalien und Kraftstoffe aus dem

generierten Wasserstoff und CO₂ erzeugt werden. Gerade zur Stärkung der regionalen Wirtschaftskraft bietet Hy2Chem Chancen für den Strukturwandel nach dem Kohleausstieg. Koordiniert wird die Skalierungsplattform vom Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP und vom Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS.

Wasserstofffabrik der Zukunft

Mit der Wasserstofffabrik der Zukunft etabliert das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF ein Konzept, um grünen Wasserstoff dezentral und modular für Industrie, Gewerbe und Verkehr zu produzieren und zu verteilen.

Mit Power-to-X-Technologien wie der Elektrolyse kann regenerativ erzeugter Strom in Wasserstoff umgewandelt, gespeichert und in das Gasnetz eingespeist werden. So wird der Rohstoff als Treibstoff oder als Grundchemikalie für Industrieanwendungen in verschiedenen Sektoren nutzbar, etwa für Brennstoffzellenbetriebene Kleintransporter und Gabelstapler in Industrie- und Gewerbetanks.



*Spatenstich in Leuna:
»Grüner« Wasserstoff soll
Impulsgeber für eine nach-
haltige Chemieindustrie sein.*

*Mit der zusätzlichen Produk-
tion von Wasserstoff soll sich
künftig der Wirkungsgrad von
Biogasanlagen erhöhen.*



Nicht überall ist es möglich, Sonne oder Wind für die Gewinnung von Wasserstoff durch Elektrolyse zu nutzen. Hier liefert die Wasserstofffabrik mit einer Art Biogasanlage einen wichtigen Baustein. Eine Pilotanlage zur fermentativen Erzeugung von Wasserstoff wird in der Region Magdeburg geplant. Gemeinsam mit den Unternehmen MicroPro GmbH und Streicher Anlagenbau GmbH & Co. KG arbeitet ein Wissenschaftsteam an einem speziellen Gärungsverfahren (Projekt HyPerFerMent I), um mithilfe von Mikroorganismen aus organischen Reststoffen Wasserstoff zu erzeugen.

Als weiteres Modul entsteht ein mobiles System für den bedarfsgerechten Transport und die Verteilung von Wasserstoff für verschiedene Anwendungen. Im Rahmen des Kleinverteilsystems »Mobile Modular H2 Port«, einem Förderprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, wird für den Wasserstofftransport mit der Anleg GmbH ein Kleinanhänger konzipiert. Dieser enthält erweiterbare Druckspeichersysteme mit Kompressoren, die zugleich als Wasserstofftank wie als Wasserstoffzapfsäule dienen.

Auch der bei der Elektrolyse erzeugte Sauerstoff wird in der Wasserstofffabrik genutzt, etwa für Schweißprozesse, zur Ozonierung von Kläranlagen oder für die Entschwefelung von Biogasanlagen in der Landwirtschaft. Für das Konzept der Wasserstofffabrik lieferten die Projekte »Energierregion Staßfurt 2020« und »Energierregion Ostharz« entscheidende Beiträge.

*Wasserstoffresistente
Spezialbeschichtung von Stahl
aus Ti2AlN.*

Spezialbeschichteter Stahl hält Wasserstoff stand

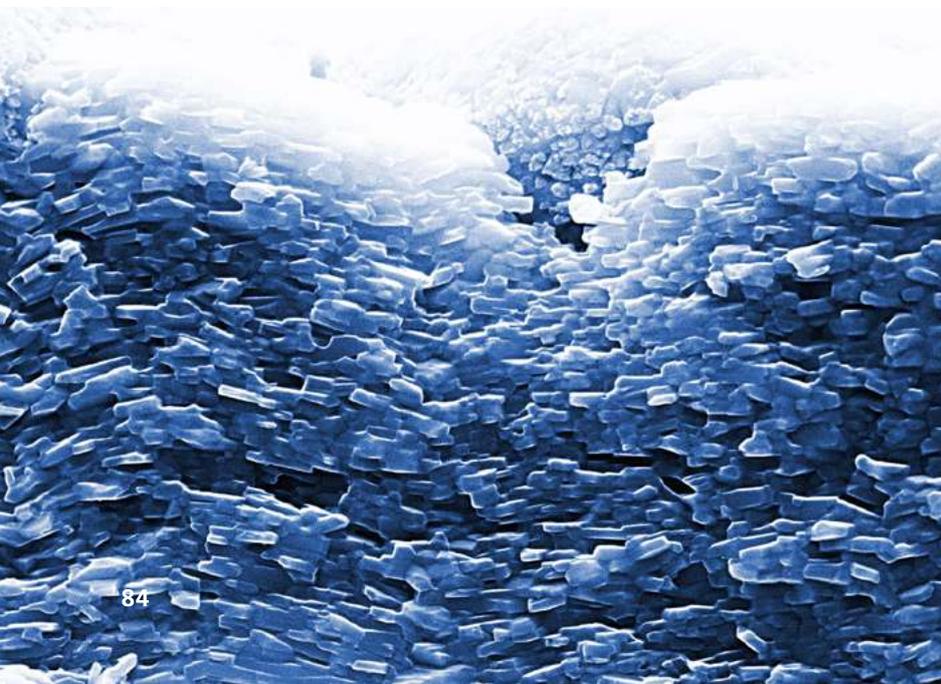
Der Transport und die Verbrennung von Wasserstoff erfordern neuartige Sicherheitslösungen, um Metallversprödungen durch Wasserstoff besonders bei hohen Temperaturen vorzubeugen. Einer robusten Beschichtung ist man am Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM, MikroTribologie Centrum μ TC, auf der Spur.

Aus den seit rund fünfzehn Jahren erforschten MAX-Phasen-Materialien, die Merkmale von Keramiken und Metallen vereinen, gelang es, wenige Mikrometer dünne Schichten herzustellen und zu charakterisieren. Erzeugt werden diese Materialien durch physikalische Gasphasenabscheidung (PVD) von Lagen aus Aluminiumnitrid und Titan auf einer Stahloberfläche. Anschließend wird dieser Sandwichaufbau erhitzt, es entsteht eine MAX-Phasenschicht aus Titan, Aluminium und Stickstoff (Ti_2AlN). Erfolgskritisch an diesem Präzisionsverfahren: Die entstehenden Kristallplättchen müssen wie Ziegel in einem Mauerwerk dicht an dicht aufeinanderliegen. Das Forschungsteam stellte zudem die Betriebsbedingungen einer stark erhitzten Gasturbine nach: Dabei entsteht an der Oberseite der Beschichtung eine dünne Lage aus einem speziellen Aluminiumoxid ($\alpha-Al_2O_3$). Sie verstärkt die Barrierewirkung der Schutzschicht gegenüber Wasserstoff erheblich.

Die Entwicklung eines Versuchsstands erlaubte den Vergleich von unbeschichteten gegenüber MAX-Phasen-beschichteten Stählen. Damit gelang es am Fraunhofer IWM, das Eindringen des Wasserstoffs genau zu quantifizieren und den Permeationsreduktionsfaktor (PRF) als Maß für die Barrierewirkung zu bestimmen. Die Ergebnisse: Beschichtete und erhitzte Stähle mit einer $\alpha-Al_2O_3$ -Schicht halten den Wasserstoff rund 3500-mal stärker zurück als unbehandelte Stahl.

Wie aus Kohlendioxid Erdgas wird

Die Fachleute für Reformerverfahren und Power-to-Gas am Fraunhofer-Institut für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM entwickeln einen Prozess, um Kohlendioxid unter



Zugabe von grünem Wasserstoff zu Erdgas zu verwandeln. Das mithilfe von grünem Wasserstoff erzeugte nicht fossile Erdgas eignet sich durch die gute Infrastruktur des Gasnetzes als Speichermedium für volatile erneuerbare Energien wie Solar- oder Windstrom.

Für die sogenannte Methanisierung des Kohlendioxids – insbesondere bei Biogasanlagen – bewältigt die Forschung eine Reihe von Herausforderungen. Vor allem spezielle Katalysatoren mussten für die Robustheit des Prozesses entwickelt werden. Beim Einsatz von Kohlendioxid aus Biogasanlagen galt es, die Katalysatoren gegenüber Schwefel zu stabilisieren. Speziell für diesen Reformprozess entwickelt das Wissenschaftsteam langlebige, vergiftungs- und verkokungsresistente Katalysatoren.

Bei der Reaktortechnologie entschieden sich die Forschenden für ihren bewährten mikrostrukturierten Reaktoransatz mit integrierter Kühlung. Sie setzten auf ein neuartiges zweistufiges Konzept, bestehend aus einem monolithischen Reaktor, beschichtet mit einem hochtemperaturbeständigen Katalysator. Darauf folgt ein ölgekühlter Wärmetauscherreaktor. Dessen Betrieb bei deutlich niedrigerer Temperatur nutzt die zunehmende Umwandlung in Richtung Methan bei diesen Bedingungen. Auf diese Weise konnte eine Umwandlung von mehr als 97 Prozent des zugeführten Kohlendioxids erreicht werden. Mit einer ersten Pilotanlage konnte die Machbarkeit des Konzepts verifiziert werden, ein größeres System, gekoppelt an eine Biogasanlage, soll folgen.

Wasserstoff wird in der Breite erhältlich

Wasserstoff sicher und unabhängig von einer infrastrukturell aufwendigen Hochdruckversorgung für verschiedene Anwendungen in der Breite zur Verfügung zu stellen ist Ziel der Projekte H2PROGRESS und POWERPASTE. Im Projekt H2PROGRESS entwickeln und erproben Siemens und das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Institutsteil Dresden, ein neuartiges Brennstoffzellen-Energiespeichersystem. Ein erster Versuchsaufbau soll ein

Kilowatt elektrische Leistung in Verbindung mit einer sauerstoffbetriebenen Brennstoffzelle liefern. Perspektivisch sollen damit Unterwasserfahrzeuge außenluftunabhängig angetrieben werden. Im Projekt POWERPASTE entwickelt das Fraunhofer IFAM gemeinsam mit Vitesco, der AVA Maschinen Service GmbH, EMEC Prototyping, dem Zentrum für Brennstoffzellentechnik sowie der Universität Magdeburg einen Stromgeneratorprototyp für Leichtfahrzeuge.

Bereitgestellt wird der Wasserstoff jeweils weder gasförmig oder tiefgekühlt flüssig, sondern als Feststoff in Magnesiumhydrid gebunden: Möglich wird dies durch die 2016 in Dresden entwickelte und patentierte POWERPASTE. Die pastöse Substanz enthält ca. 70 Volumenprozent Magnesiumhydrid-Pulver. Unter Zugabe von Wasser und bei Raumtemperatur wird der Wasserstoff unmittelbar freigesetzt. Der Energiegehalt beträgt mehr als das Zehnfache heutiger Lithium-Ionen-Batterien. Herkömmlichen Batterien ist sie vor allem hinsichtlich Lebensdauer, Energiedichte, Selbstentladung, Einsatztemperaturbereich sowie Nachlade-geschwindigkeit weit überlegen. Der Produktionsstart der Paste im Pilotmaßstab am Fraunhofer-Projektzentrum für Energiespeicher und Systeme (ZESS) ist für 2021 geplant, die POWERPASTE soll dann u. a. als Wechselkartuschensystem erhältlich sein.

Mit den kombinierten Energiesystemen aus POWERPASTE und Brennstoffzelle adressieren die obengenannten Projekte neben den Aspekten Sicherheit und Netz-unabhängigkeit eine signifikante Reduzierung von Stromgestehungskosten bei Verwendung von Wasserstoff. Als künftige Einsatzgebiete eignen sich z. B. auch Notfallenergiesysteme, tragbare oder mobile elektronische Geräte, Sensoren, Sonden, Bojen, Lichtsignale sowie Elektroscooter, Drohnen oder Camping-ausrüstung. H2PROGRESS ist Teil des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Innovationsprojekts HYPOS und läuft bis Ende 2021, POWERPASTE läuft bis zum 31. Oktober 2023 und wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert.



oben:
Langlebiger, vergiftungs- und verkokungsresistenter Katalysator für die Methanisierung von Kohlenstoffdioxid.

unten: :
Ab 2021 soll die patentierte POWERPASTE bereits als Wechselkartuschensystem erhältlich sein.

Ressourceneffizienz und Klimatechnologien

Joseph-von-Fraunhofer-Preis **Revolution für den CO₂-freien Verkehr**

Für die Defossilisierung der Verkehrsbranche sind Gleichspannungswandler unverzichtbar: Für Brennstoffzellen-Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb, für elektrifizierte Nutzfahrzeuge mit Oberleitungskonzepten, für Bahn-, Schiffs- und Flugverkehr werden höchst effiziente, kleine und kostengünstige Spannungswandler benötigt.

Gleichspannungswandler sorgen für die Anpassung des volatilen Spannungsniveaus von Brennstoffzellen an den Antrieb. Dr.-Ing. Bernd Eckardt und Dr.-Ing. Stefan Matlok vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB gelang es, den bisher gültigen Widerspruch zwischen hohem Wirkungsgrad und minimalen Bauraumabmessungen zu überwinden. Die beiden Experten

widerlegten die gängige Lehrmeinung, dass hohe Schaltfrequenzen zu Verlusten und zu mehr Abwärme führen, indem sie auftretende Effekte nicht einzeln, sondern zusammen untersuchten, analysierten und simulierten.

Bereits 2014 wurde am Fraunhofer IISB ein neuartiges, direkt in Silizium integriertes Kondensator-Bauelement (»Snubber-Modul«) entwickelt. Verbaut wurde dieses in Leistungsmodulen mit modernsten Halbleiter-Feld-effekttransistoren aus Galliumnitrid- oder Siliziumkarbid-Bauteilen. In dieser Kombination gelang 2018 der Nachweis des »Zero Overvoltage Switching«: Trotz höherer Schaltfrequenz und kleinerem Bauvolumen kann so ein bisher unerreichter Wirkungsgrad von 99 Prozent erzielt werden. Durch mechanische 3D-Integration, unterstützt durch thermische Simulation sowie einen digitalen Modellierungsansatz des Wandlers (»Valley Switching«) gelang es, die Werte der

Mit ihrer Expertise zu Gleichspannungswandlern ermöglichen Dr.-Ing. Bernd Eckardt (r.) und Dr.-Ing. Stefan Matlok vom Fraunhofer IISB Innovationen für Brennstoffzellen-Fahrzeuge.



Leistungsdichte noch weiter zu optimieren. Demonstriert wurde der Einsatz bereits in Flottenversuchen von VW und Audi, beim Brennstoffzellen-Rennfahrzeug GreenGT sowie bei Extremtemperaturtests in Spanien und am Polarkreis. Für die Verwertung dieser Forschungsergebnisse ist die Ausgründung HABTIS GmbH in Vorbereitung.

Der weltweit kompakteste und effizienteste Gleichspannungswandler ist eine Schlüsselkomponente für den Wasserstoff-Brennstoffzellenantriebsstrang. Für diese Entwicklung wurden Dr.-Ing. Bernd Eckardt und Dr.-Ing. Stefan Matlok vom Fraunhofer IISB mit dem Joseph-von-Fraunhofer-Preis ausgezeichnet.

Joseph-von-Fraunhofer-Preis | Innovationspreis der European Association for Research and Technology Organisation EARTO Brandschutzglas neu erfunden

Üblicherweise enthalten Brandschutzverglasungen ein Gel, das krebserregendes Acrylamid enthält. Nicht so die Brandschutzverglasungen am entstehenden Global Tower Frankfurt City: Denn hier wird eine neuartige Brandschutzverglasung der VITRAFIRE®-Produktfamilie des Familienunternehmens Hörmann KG Glastechnik verbaut. Diese fußen auf Forschungsarbeiten von Dr. Holger Wack und Damian Hintemann vom Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT. Zusammen mit Thomas Baus von Hörmann KG Glastechnik entwickelten die Chemieingenieure ein Hydrogel auf Basis eines polymerisierten Monomers sowie einen neuartigen nachhaltigen Produktionsprozess.

Ein Meilenstein des Herstellungsprozesses ist ein zum Patent angemeldetes Injektionsventil zur Vermischung von zwei reaktiven niedrigviskosen Flüssigkeitsströmen beim Einfüllen des neuartigen Gels in den Scheibenrohling. Die Kenntnisse zur blasenfreien Befüllung der Scheibenrohlinge und damit einhergehenden schlierenfreien Abreaktion der Monomerlösung zu einem hochtransparenten Hydrogel wurden in eine digitalisierte und teilautomatisierte Fertigungslinie übertragen. Diese erlaubt einen deutlich ressourcenschonenderen und

verschlinkten Produktionsprozess: So fallen bei der Herstellung von Brandschutzglastüren nur noch 20 Kilogramm Prozessabfälle täglich an – statt rund 150 Kilogramm mit bisherigen Produktionsmethoden. Bei Bränden widersteht die Verglasung den Flammen und der Hitze über 1000 °C bis zu den geforderten 120 Minuten.

Die Umsetzung von Forschungsergebnissen in die Praxis beeindruckte die Jury bei der Vergabe des Joseph-von-Fraunhofer-Preises: In nur vier Jahren wurden die verfahrenstechnischen Entwicklungen vom Labor in die Praxis überführt. Mehr noch: Für die neue Fertigungslinie der zertifizierten VITRAFIRE®-Brandschutzgläser gründete das familiengeführte Unternehmen Hörmann KG mit der Hörmann KG Glastechnik eine Tochter und einen neuen Standort.

Wissenschaftspreis des Stifterverbands Große Flächen nachhaltig strukturieren

Effizienz auf mehreren Ebenen ermöglichen die Forschungsergebnisse eines Industriekonsortiums zur Laserstrukturierung mit UltrakurzpulsLasern. Damit lassen sich erstmals große Bauteile wie Stahl-Prägewalzen in kurzer Zeit produzieren. Das neue Verfahren, maßgeblich entwickelt vom Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, ermöglicht eine wirtschaftlich rentable und gleichzeitig nachhaltigere Produktion: Denn die bisherige umweltbelastende Herstellungsmethode vieler Bauteile durch mehrfache nasschemische Ätzprozesse kann in vielen Fällen abgelöst werden.

Dafür waren technologische Durchbrüche nötig: Anstatt die gepulste Laserstrahlung nur als Einzelstrahl über die Oberfläche zu lenken, wird die Pulsenergie in eine Vielzahl von Teilstrahlen mit identischer Leistung aufgeteilt, die dann zur parallelen Bearbeitung über das Bauteil geführt werden. Zudem wurde ein optisches System entwickelt, mit dem sich die Teilstrahlen einzeln flexibel schalten und in ihrer Leistung modulieren lassen. So können in kurzer Zeit beliebige Oberflächenstrukturen erzeugt werden. Es gelang den Partnern, die Detailauflösung in den Nanometerbereich



oben:
Ein neues Verfahren zur Brandschutzverglasung vereinfacht die Herstellung und verzichtet auf giftige Substanzen.

unten:
Gemeinsam mit ihren Industriepartnern entwickelten Dr.-Ing. Arnold Gillner (M.), Dipl.-Phys. Martin Reininghaus (l.) und Dr.-Ing. Johannes Finger vom Fraunhofer ILT ein innovatives Verfahren für eine wirtschaftlich rentable und gleichzeitig nachhaltigere Strukturierung von Prägewalzen. Sie erhielten dafür den Wissenschaftspreis des Stifterverbands.

2018 wurden laut Bundesumweltamt 26 Prozent des gesamten Energieverbrauchs für Raumwärme in Gebäuden benötigt.

zu verschieben und gleichzeitig die Bearbeitungsgeschwindigkeit um den Faktor 10 zu erhöhen. Basis ist ein neuer ultrakurzer gepulster Pikosekundenlaser, der eine homogene diffraktive Strahlteilung ermöglicht. Die Verknüpfung von unterschiedlichen Expertisen der Projektpartner war Kern des Förderprojekts MultiSurf des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

Die Komponenten wurden in ein neues Maschinensystem des Unternehmens Schepers integriert, mit Abtragsraten von bis zu 100 Kubikmillimetern pro Minute. Damit könnten neben Präge- und Druckwalzen, Kunststoff-Autoteilen oder Lichtleitkomponenten antimikrobielle Oberflächen für Medizinprodukte, Vereisungsschutzkomponenten an Windkraftanlagen oder Mikrostrukturen für die Luft- und Raumfahrtindustrie zur Verbrauchsreduzierung hergestellt werden.

Für ihre bahnbrechenden Lösungen erhielten Dr.-Ing. Arnold Gillner, Dipl.-Phys. Martin Reininghaus und Dr.-Ing. Johannes Finger vom Fraunhofer ILT gemeinsam mit Dr. Stephan Brüning von der Schepers GmbH & Co. KG, Dr. Gerald Jenke von der Matthews International GmbH, Dr. Keming Du von der EdgeWave GmbH Innovative Laser Solutions und Dr. Manfred Jarczyński von der LIMO GmbH den Wissenschaftspreis des Stifterverbands 2020.

Bioinspirierte Chemie

Kunststoffe und Spezialchemikalien sind heute in vielen Bereichen unersetzbar. Für deren Grundbausteine werden bisher meist fossile Quellen genutzt. Einen neuen Weg schlagen die Henkel AG & Co. KGaA und das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB ein, indem sie auf Keratin als biopolymeren Rohstoff setzen. Federn sind als biobasierter Rohstoff für die industrielle Nutzung noch weitgehend unerschlossen. Der größte Anteil der Federn, die pro Jahr in Europas Geflügelmastbetrieben anfallen, wird zu Tiermehl verarbeitet oder als Abfall entsorgt. Doch das darin enthaltene Keratin könnte als Ausgangsbasis für Oligomerfraktionen dienen.

Am Straubinger Institutsteil des Fraunhofer IGB wird daran geforscht, Federabfälle für

Spezialchemikalien nutzbar zu machen: Mit einem Hydrolyse-Verfahren werden zunächst verkürzte Polymere – Oligomere – gewonnen, um die Proteinketten in Lösung zu bringen und beim späteren Gebrauch zu vernetzen. Nach dem Entwickeln erster Herstellungsprotokolle in Straubing wird die Produktion der Oligomerfraktionen im Großmaßstab am Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP in Leuna stattfinden. Künftige Anwendungen plant Henkel im Bereich Klebstoffe.

Das Projekt KERAbond – »Spezialchemikalien aus maßgeschneiderten polythiolhaltigen Keratin-Proteinen« wird durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Die Projektkoordination liegt bei der Henkel AG & Co. KGaA.

Innovationsquartier in Bochum-Weitmar

Für eine gelungene lokale Umsetzung der Energiewende bieten Quartiere ideale Voraussetzungen. Hier kommen Strom, Wärme und Mobilität zusammen. Dabei ist die »Wärmewende« unerlässlich: 2018 wurden laut Bundesumweltamt 26 Prozent des gesamten Energieverbrauchs für Raumwärme in Gebäuden benötigt. Deshalb entwickelt ein Konsortium für den Stadtteil Bochum-Weitmar im Rahmen der Initiative »Open District Hub« Methoden, um ideale Quartierslösungen zu identifizieren und umzusetzen. Ziel ist es, weitgehend erneuerbare Energien zu nutzen und mit geeigneten Sanierungsmaßnahmen zu kombinieren. Beteiligt sind die Vonovia SE, die Ampeers Energy GmbH sowie die Fraunhofer-Institute für Angewandte Informationstechnik FIT, für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB und für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT.

In Deutschland werden häufig Bestandsquartiere mit Mehrfamilienhäusern aus der Mitte des 20. Jahrhunderts saniert, die einen hohen energetischen Sanierungsbedarf haben. Mit integrierten Quartierslösungen und innovativen Geschäftsmodellen wie Quartiersspeichern und Mobilitätsservices lassen sich gebäudeübergreifende Synergien erschließen.



Projektpartner beim Gang durch das Quartier in Bochum-Weitmar.

So ist eine zuverlässige sowie ökonomisch und ökologisch effiziente Energieversorgung zu erreichen.

Dafür gilt es, die Potenziale der Sektorenkopplung zwischen Strom, Wärme und Mobilität zu nutzen – aus energietechnischer, wirtschaftlicher wie auch aus informations- und kommunikationstechnischer Perspektive. Für die Konzeption von Geschäftsmodellen berücksichtigen die Forschenden auch eine Analyse von Nutzerpräferenzen und Nutzerverhalten. Entwickelt werden ein integrales Quartiersplanungssystem, eine digitale Marktplattform und ein selbstlernendes Energiemanagementsystem. Unterstützt werden diese Instrumente durch eine interoperable, skalierbare Middleware-Plattform und ein automatisches Lernverfahren. Die so gefundenen Werkzeuge werden bereits im Zuge der Baumaßnahmen im Stadtteil Bochum-Weitmar eingesetzt, um die integrale Planung sowie eine zuverlässige wie auch ökonomisch-ökologisch optimale Energieversorgung zu demonstrieren.

Kunststoff-Nockenwellenmodul senkt CO₂-Ausstoß

Leichtbau hilft, den CO₂-Ausstoß zu verringern. Als wichtiger Bestandteil des Antriebsstrangs werden Nockenwellenmodule bisher aus Aluminium gefertigt. Einen funktionsfähigen Demonstrator aus faserverstärkten Duromeren konnte ein Forschungsteam des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie ICT gemeinsam mit Partnern herstellen. Für den Kunststoff wählte das Konsortium hochfeste, faserverstärkte Duromere. Diese halten hohen Temperaturen, mechanischen und chemischen Belastungen, etwa durch synthetische Motoröle und Kühlmittel, sehr gut stand. Die Wissenschaftler des Fraunhofer ICT steuerten insbesondere das material- und prozessgerechte Know-how zur geometrischen Gestaltung des Bauteils bei.

Bereits vor dem Herstellungsprozess unterstützen Simulationsrechnungen die Auslegung des Prototyps: So gelingt es durch Konstruktionsmaßnahmen, die maximal zulässigen Verformungen einzuhalten, obwohl die Steifigkeit des Duromers nur ein Viertel des

Aluminiums beträgt. Für die nötige Sicherheit sorgen Inserts aus Aluminium an den hochbelasteten Stellen der Nockenwellenlager. Am Motorenprüfstand erwies sich die Funktionalität des Leichtbauelements über eine Dauer von 600 Stunden als einwandfrei.

Das Nockenwellenmodul mit einem überwiegenden Kunststoff-Anteil zeigt neben einem niedrigeren CO₂-Fußabdruck in der Herstellung viele weitere Vorteile gegenüber bisherigen Aluminium-Gussteilen: Das Bauteil wird endkonturnah mit faserverstärkten Duroplasten im Spritzguss gefertigt und verringert den Montageaufwand im Motorenwerk. Damit sinken Produktionskosten in der Nachbearbeitung wie auch bei der Installation. Die Lebensdauer von Duroplast-Spritzgusswerkzeugen liegt zudem höher als bei Aluminium-Hochdruckgusswerkzeugen. Auch sorgt der Kunststoff für Dämmung und ein gutes Verhalten beim Wettbewerbsfaktor NVH, den akustischen und mechanischen Bauteilschwingungen.

Das Leichtbaumodul wurde im Rahmen eines Förderprojekts des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie realisiert. Das Fraunhofer ICT kooperierte hierfür mit dem MAHLE Konzern und den assoziierten Partnern Daimler AG, SBHPP/Vyncolit N.V. und Georges Pernoud.



Nockenwellenmodul mit einem überwiegenden Kunststoff-Anteil.

Bioökonomie



Ganze Weizenfelder röntgen

Die wachsende Weltbevölkerung weiterhin mit einer vom Klimawandel betroffenen Landwirtschaft ernähren zu können zählt zu den globalen Herausforderungen. Um dieses Problem zu lösen, will ein Team am Entwicklungszentrum Röntgentechnik des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS mit seiner Forschung Pflanzen fit für den Klimawandel machen.

Seit 2013 befasst sich eine Forschungsgruppe mit dem Röntgen von Pflanzen: Eine automatisierte Computertomographie-Anlage erlaubt es, Hitzestress und Ertrag der Nutzpflanzen zu erfassen. So können Züchter besonders widerstandsfähige Exemplare selektieren. Was mit dem Röntgen einzelner Kartoffeln in Blumentöpfen begann, wurde inzwischen hochskaliert: In China werden Röntgenmodule des Fraunhofer EZRT zur Kartoffelzucht genutzt, in den USA geht es um besseren Ertrag bei Mais und in Australien um hitzeresistente Weizen. Durch mehrmaliges Röntgen der Weizenpflanzen etwa kann der Züchter den Wachstumsverlauf der Körner in den Ähren beobachten und bereits auf dem Feld erkennen, wie einzelne Sorten auf Hitze und Trockenheit reagieren. Mittlerweile wurde mit dem vierrädrigen Vehikel DeBiFix eine fahrbare Röntgenanlage entwickelt, die das Röntgen ganzer Felder ermöglicht.

Plastik neu gedacht

Im Frühjahr 2020 startete das EU-Förderprojekt FlexFunction2Sustain mit dem Ziel, den Anteil nachhaltiger und smarter Kunststoff- und Papierprodukte aus europäischer Produktion zu erhöhen. Materialien auf Kunststoff- und Papierbasis finden sich z. B. in Lebensmittel- und Pharmaverpackungen, Medizinprodukten, Möbeloberflächen oder membranbasierten Filtersystemen. Oft werden sie aus fossilen Rohstoffen produziert. Viele der Produkte enthalten Verbund- oder Mehrschichtmaterialien, die weder vollständig recyklierbar noch biologisch abbaubar sind.

Einen Beitrag zur Reduzierung des weltweiten Plastikmülls können neuartige Polymerzusammensetzungen leisten – biologisch hergestellt und abbaubar. Daraus resultieren neue und angepasste Produktdesigns z. B. für Verpackungen. Je nach Anwendung sind verschiedene funktionale Eigenschaften gefordert: Beständigkeit gegenüber Chemikalien und korrosiven Gasen wie Wasserdampf und Sauerstoff, antimikrobielle und antivirale Oberflächen oder elektrisch leitfähige Folien für smarte Verpackungen und kunststoffbasierte Sensoren. Möglich machen diese Funktionen Nanotechnologien. Die 19 Projektpartner des »EU Horizon 2020«-Projekts FlexFunction2Sustain (GA Nr. 862156)

fokussieren sich auf recyclingfähige oder kompostierbare Lebensmittel- und Kosmetikverpackungen, Membranen für Wasserfilter und Diagnostik, innovative und intelligente Kunststoffoberflächen in der Automobilindustrie sowie biologisch abbaubare Sicherheits- und Fälschungsschutzetiketten.

Das Konsortium deckt das gesamte technische Spektrum zur Nanofunktionalisierung von Kunststoff- und Papieroberflächen ab – von Atmosphärendruck- und Vakuumbeschichtungsverfahren über Nanostrukturierung bis zur Integration flexibler Elektronik. Pilotanlagen zur Folienherstellung und Bewertung der Recyclingfähigkeit und Bioabbaubarkeit sowie akkreditierte Messlabore für Lebensmittelkontakt und antimikrobielle Eigenschaften komplettieren das Portfolio des Konsortiums. Mit einem Open Innovation Test Bed unterstützen die Projektpartner insbesondere für Start-ups und KMU im gesamten Innovationsprozess. Ein Open Innovation Test Bed ist ein Netzwerk aus Forschungs- und Entwicklungsdienstleistern, Unternehmensberatern und Investoren, welches seine Leistungen gebündelt über einen Generalauftragnehmer (»Single Entry Point«) anbietet. Ziel ist es, den Marktanteil der europäischen Industrie an nachhaltigen und smarten Kunststoff- und Papierprodukten zu erhöhen. Projektkoordinator des EU-Konsortiums ist das Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP, Dresden. Beteiligt sind zudem die Fraunhofer-Institute für Angewandte Polymerforschung IAP sowie für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV.

Grünes Methanol im Miniplant-Maßstab

Methanol zählt bereits heute weltweit zu essenziellen Basischemikalien. Für die Energie- und Verkehrswende gewinnt es als chemischer Energieträger und Kraftstoffadditiv an Bedeutung. Konventionelle Herstellungsprozesse basieren auf fossilen Rohstoffen und verursachen hohe CO₂-Emissionen. Dagegen bietet die Methanolsynthese auf Basis von Power-to-X – die Herstellung aus Wasserstoff und CO₂ – die Möglichkeit, das Treibhausgas zu binden und im Kreislauf zu führen.



oben:
Phänotypisierungs-
roboter im Feldeinsatz.

unten:
Innovationen für nachhalti-
ge Kunststoff- und Papier-
produkte sollen gefördert
und schneller in marktfähige
Produkte umgesetzt werden.



Scale-Down-Miniplant zur Erforschung der Methanolsynthese am Fraunhofer ISE.

In einer Miniplant-Anlage (Produktionsmenge 1 kg/h) am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE werden kontinuierlich Wasserstoff und CO₂ zu Methanol umgesetzt. Dabei wird Wärme frei, als Nebenprodukt entsteht Wasser. Der Betrieb der Technologieplattform soll offene Fragen für eine künftige großtechnische Umsetzung beantworten. Untersucht wird etwa, wie eine beschleunigte Alterung des Katalysators durch den hohen CO₂-Anteil im Synthesegas aus Bioraffinerien – und damit verringerte chemische Umsätze – gemindert werden kann.

Eine zeitlich und räumlich hochauflösende Messtechnik unterstützt die Forschenden. Die gewonnenen Erkenntnisse werden mit der bestehenden dynamischen Simulationsplattform am Fraunhofer ISE verknüpft. So können die Einflüsse von Lastwechseln, wie sie zukünftig in realen Industrieanlagen auftreten, präzise analysiert werden. Damit lassen sich wertvolle Anwendungsdaten generieren für die Gewinnung von Grünem Methanol. Weitere Partner des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Projekts »Power-to-Methanol – Grünes Methanol« unter Leitung der DECHEMA e. V. sind CropEnergies AG, Clariant, thyssenkrupp Industrial Solutions AG, die TU Bergakademie Freiberg und die Fraunhofer-Institute für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB sowie für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT.

Alternative zum Erdöl

Einem Forschungsteam der Fraunhofer-Gesellschaft und der Technischen Universität München (TUM) unter Leitung von Prof. Dr. Volker Sieber gelang es, aus einem Nebenprodukt der Zelluloseproduktion eine neue Polyamid-Familie zu entwickeln.

Polyamide sind wichtige Kunststoffe, sie finden sich in Skibindungen genauso wie in Autos oder Kleidungsstücken. Kommerziell werden sie bislang meist auf Erdölbasis hergestellt; es gibt nur wenige »grüne« Alternativen, etwa auf Rizinusöl basierende Polyamide. Biobasierte Verbindungen sind in der Herstellung oft deutlich teurer und können sich daher auf dem Markt gegenüber Erdölprodukten bislang nur durchsetzen, wenn sie besondere Eigenschaften haben.

Die Forschungsgruppe verwendete als biogenen Ausgangsstoff (+)-3-Caren. Dieser lässt sich mit verhältnismäßig geringem Aufwand in hoher Reinheit aus Terpentinöl, das als Nebenprodukt in der Zelluloseindustrie anfällt, herausdestillieren. Die Verbindung (+)-3-Caren ist aus zwei aneinanderhängenden Ringen aufgebaut. Die Chemiker der TUM und des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Straubing modifizierten einen der Ringe so, dass anstelle einer linearen Polymerkette wie bei gewöhnlichen Polyamiden eine Kette entsteht, die viele kleine Ringe und weitere Seitengruppen trägt. Dies verleiht dem Polymer neue Eigenschaften: Es wird beispielsweise erst bei höheren Temperaturen weich, anders als konkurrierende Erdölprodukte. Zudem lassen sich die neuen Verbindungen sowohl transparent als auch teilkristallin herstellen, was bei gleichem Ausgangsstoff ihre späteren Einsatzmöglichkeiten vergrößert.

Nachhaltig ist, dass das bisher in Zellulosefabriken verheizte Terpentinöl so zu einem wertvollen Ausgangsstoff für Kunststoffe werden kann. Zudem steht es nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion. Die Chemiker am Fraunhofer IGB in Straubing optimierten die Prozessausbeute. Ihre Erkenntnisse wurden Anfang 2020 in »Nature Communications« (DOI: 10.1038/s41467-020-14361-6) veröffentlicht.

Nachhaltige Nährstoffe für die Landwirtschaft

Die Landwirtschaft benötigt erhebliche Mengen an Stickstoff und Phosphor, um Ernährung und Erträge langfristig zu sichern. Mineralische Dünger mit diesen Nährstoffen werden bislang meist chemisch produziert oder aus dem Bergbau gewonnen, aufbereitet und im globalen Maßstab transportiert: ein energie- und kostenintensiver Herstellungsweg. Gleichzeitig sammeln sich große Mengen von Nährstoffen bei Abwasserbehandlung, Tierhaltung oder in Biogasanlagen an. Als Klärschlamm, Gülle, Mist oder Gärprodukte verursachen sie durch ihre lokale Konzentration erhebliche Umweltprobleme. Ihre Lachgas- und Methanemissionen belasten das Klima, Verunreinigungen im Klärschlamm wie Schwermetalle oder Medikamentenrückstände Boden und Wasser.

Um für die Landwirtschaft Nährstoffe aus den organischen Reststoffen zurückzugewinnen und die negativen Umweltwirkungen zu reduzieren, entwickelt ein Konsortium aus Unternehmen und Forschungsinstituten in Mitteldeutschland entsprechende Technologien. Erste Erfolge des laufenden Förderprojekts abonoCARE® erzielte das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS: Spezielle keramische Membrankontakto- ren entziehen ammoniakalischen Stickstoff direkt aus landwirtschaftlichen Gärproduk- ten und Kondensaten. Die so gewonnene Ammoniumsulfat-Lösung (ASL) ist als Dünge- mittel zugelassen. Die Kontakto- ren werden als Röhrensystem oder als Kapillarbündel eingesetzt und halten sehr harschen Bedin- gungen stand. Auch bei der Verbrennung von schwermetallbelastetem Klärschlamm hilft Keramik: Hochtemperatur- und chemikalien- beständige Heißgasfilter aus Siliciumkarbid ermöglichen es unter Zugabe eines Additivs, die Schwermetalle von der Verbrennungsgasche zu trennen. So lässt sich die Asche gefahrlos zu Düngerprodukten weiterverarbeiten.

Das Projekt abonoCARE® wird durch ein Struk- turwandel-Programm (Wachstums- kern) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Das Konsortium mit neun Unterneh- men und sechs Forschungsinstituten wird vom Fraunhofer IKTS wissenschaftlich koordiniert.



Fraktioniertes Gärprodukt sowie Endprodukte wie Düngergranulat, Flüssigdünger und Einstreupellets.

Spezielle keramische Membran- kontakto- ren entziehen ammoniakalischen Stickstoff direkt aus landwirtschaftlichen Gärproduk- ten und Kondensaten. Die so gewonnene Ammonium- sulfat-Lösung (ASL) ist als Dünge- mittel zugelassen.

Intelligente Medizin

Mit Elektronik statt Medikamenten heilen

Wenn statt pharmazeutischer Produkte miniaturisierte Elektronik in Form von Mikroimplantaten verwendet wird, spricht die Forschung von Elektrozeutika. Weitverbreitete chronische Krankheiten wie Asthma, Diabetes, Parkinson, Migräne, Rheuma, Bluthochdruck oder Inkontinenz wären behandelbar. Voraussetzung ist, dass sich die Funktion der erkrankten Körperareale durch Elektrostimulation beeinflussen lässt.

Mit Elektrozeutika u. a. für Harninkontinenz beschäftigt sich eine Gruppe am Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, zusammen mit der TU Delft sowie mit Wissenschaftsteams in Europa, USA und Asien. So könnte Betroffenen ein bioelektronisches Implantat jederzeit das Blasenvolumen messen und eine Meldung senden, wann eine Person auf die Toilette gehen sollte. Zudem ließe sich ungewolltes Entleeren der Blase durch Hochfrequenzstimulation des betreffenden Nervs stoppen.

Herausforderungen liegen in der Miniaturisierung, Flexibilität und Langlebigkeit der Elektrozeutika. Um die Körperdaten zu erfassen und zu bearbeiten, müssen diese drahtlos aus dem Körper gesendet werden – eine Herausforderung, da die Einbettung der Implantate in Organen und Körperflüssigkeiten für das Senden von Funksignalen äußerst ungünstig ist. Auch das Aufladen des Implantats durch Ultraschall muss drahtlos erfolgen: Ultraschallwellen versetzen winzige Schwingkörper im Implantat in Bewegung und verformen es. Diese elastische Verformung wird in Strom umgewandelt. Miniaturisierung ist etwa für die Ansteuerung von Nervenzellen durch Elektroden nötig, damit elektrische Impulse physiologische Abläufe aktivieren können. Dabei werden flexible Elektroden mit bis zu 10 Mikrometer dünnen Mikrochips

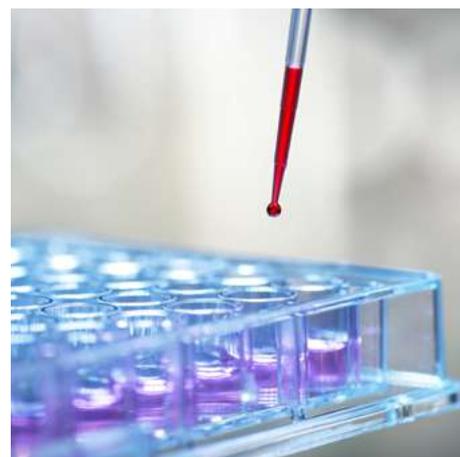
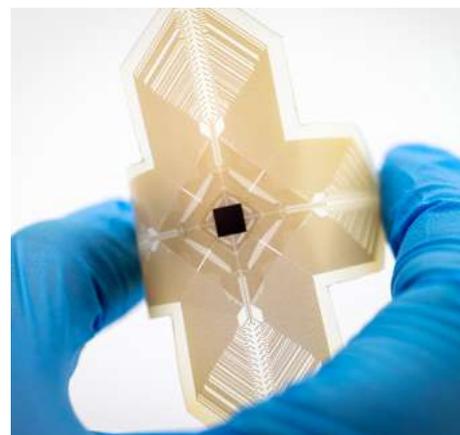
verbunden, um Feedback-Schleifen zwischen Nervenzellen und Mikroimplantaten zu erzeugen. Um Abstoßungsreaktionen des Körpers zu vermeiden, verwenden die Bioelektroniker Materialien wie biokompatible Polymere, Edelmetalle und Silizium. Die Kooperation Leistungszentrum Digitale Vernetzung Berlin beschäftigt sich mit der Datensicherheit.

Die Forschungsgruppe am Fraunhofer IZM wird durch das Fraunhofer-Programm Attract gefördert. Damit gewinnt die Fraunhofer-Gesellschaft hervorragende externe Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die ihre Ideen für die Marktreife vorantreiben.

Mehr Herzpatienten mit Telemedizin betreuen

Telemedizinische Unterstützung kann für viele Menschen mit chronischer Herzinsuffizienz eine Erleichterung für ein Leben zu Hause sein. Bisher kann jedoch ein einzelnes Telemedizinzentrum nicht mehr als 500 Patienten betreuen. In einem Förderprojekt des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie entwickelt die Charité – Universitätsmedizin Berlin ein intelligentes System, das künftig die Mitbetreuung von mehreren Tausend kardiologischen Risikopatienten erlaubt. Grundlage ist eine Studie der Charité, die erstmals den Erfolg von telemedizinischer Mitbetreuung bestätigen konnte.

Für das Projekt Telemed5000 entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS z. B. akustische Algorithmen für die Detektion von Stimmveränderungen, die auf Herzinsuffizienz-bedingte Lungenstauung hindeuten können. Mit den Potenzialen von Künstlicher Intelligenz (KI) und dem Internet of Things entsteht eine Systemlösung, die das Management großer Patientenzahlen in



oben:
Miniaturisierte Elektronik
in einem Implantat.

unten:
Laboranalytik.



der Regelversorgung technisch erleichtert: So werden die täglich im Telemedizinzentrum eingehenden Vitaldaten der Patientinnen und Patienten, etwa von selbst durchgeführten EKGs, »vorverarbeitet«. Damit wird das medizinische Personal in seinen Entscheidungen unterstützt.

Das Institut unterstützt das Projektkonsortium mit der Konzipierung und technischen Umsetzung einer Tablet-App, mit deren Hilfe Patienten u. a. Sprachaufnahmen tätigen können. Die Audiodaten können verschlüsselt in die IT-Infrastruktur der Charité geladen und mittels eines KI-Webservice analysiert werden. Parallel zur Dialyse/Herzinsuffizienz-Studie soll auch eine Corona-Studie umgesetzt werden. Intensivpatienten könnten nach der Entlassung ebenfalls durch die Analyse von Stimmmerkmalen telemedizinisch nachverfolgt werden. Benutzerfreundlichkeit, Einhaltung des Datenschutzes sowie die datenschutzkonforme Verarbeitung der Informationen haben dabei hohe Priorität.

Partner bei Telemed5000 sind Charité – Universitätsmedizin Berlin, Fraunhofer IAIS, GETEMED Medizin- und Informationstechnik AG, Universität Potsdam – Hasso-Plattner-Institut und SYNIOS Document & Workflow Management GmbH. Assoziierte Partner sind das Austrian Institute of Technology – AIT in Wien, die Technische Universität Berlin sowie das Deutsche Herzzentrum Berlin.

Meldewesen zu Infektionsschutz wird digital

Zu einer schnelleren Nachverfolgung von SARS-CoV-2-Infektionen trägt bei, dass Labore seit Juni Infektionsfälle elektronisch an die zuständigen Gesundheitsämter melden können. Die elektronische Übermittlung erlaubt, dass Schutzmaßnahmen zeitnah eingeleitet werden, um die Infektionsketten zu unterbrechen. Zudem können vollständige Informationen als bisher übermittelt werden. Das Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS unterstützt in Abstimmung mit dem Bundesgesundheitsministerium das Robert Koch-Institut bei der Umsetzung des Projekts.

Die elektronische Meldung von SARS-CoV-2-Erregernachweisen ist die erste Ausbaustufe des Deutschen Elektronischen Melde- und Informationssystems für den Infektionsschutz (DEMIS). Damit soll in den nächsten Monaten und Jahren das Meldesystem im Infektionsschutzgesetz grundlegend modernisiert werden, außerdem sollen Bereitstellung und Auswertung der Daten und die Zusammenarbeit zwischen den Gesundheitsämtern verbessert werden.

Für die Ausbau- und Zukunftsfähigkeit von DEMIS waren flexible Anpassbarkeiten von Meldungen und Inhalten gefordert. Die Wissenschaftler beschränkten sich auf der Basis von leistungsfähigen E-Health-Standards

Telemed5000 erleichtert mit digitalen Elementen das Management großer Patientenzahlen in der Regelversorgung.

neue Wege beim Systemdesign. Bei DEMIS wird zum Beispiel der neue Standard FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) eingesetzt, um den Datenaustausch zwischen Softwaresystemen im Gesundheitswesen zu unterstützen. Ein Novum im Öffentlichen Gesundheitsdienst ist, dass die Meldeinhalte abgebildet werden.

Das Projekt DEMIS-SARS-CoV-2 wurde vom Robert Koch-Institut und vom Bundesgesundheitsministerium in Kooperation mit der gematik und dem Fraunhofer FOKUS umgesetzt.

Gestreute Tumorzellen besser identifizieren

Neun von zehn Krebsstoten sterben nicht am Primärtumor, sondern an den Tochtergeschwülsten. Es sind einzelne, gestreute Tumorzellen, die für Krebspatienten tödlich sein können, wenn sich aus diesen »Killerzellen« nach Jahren Metastasen bilden.

Eine Studie erforschte 2020 anhand genetischer Daten die Mechanismen der Metastasenbildung und identifizierte Ansätze für neue Therapien. Beteiligt waren die Fraunhofer-Institute für Toxikologie und Experimentelle Medizin ITEM, für Produktionstechnik und Automatisierung IPA sowie für Integrierte Schaltungen IIS. Für eine molekulare und zellbiologische Diagnose der beginnenden Metastasierung setzte das Forschungsteam statt der gängigen Schnellschnitt-Methode, bei der das Gewebe zwischen den Schnitten unbetrachtet bleibt, eine neue Methode ein, mit deren Hilfe der gesamte Lymphknoten untersucht werden kann. Dazu werden die Zellen des Lymphknotens mithilfe eines Gewebezerkleinerers separiert, angefärbt und automatisch gescannt. Im Anschluss identifiziert eine KI-basierte Bildauswertung hochsensitiv eventuell vorhandene Krebszellen. Mit dieser Methode konnten Tumorzellen bei der Hälfte der untersuchten Gewebeproben nachgewiesen werden, beim klassischen Schnellschnittverfahren werden nur bei 15 bis 20 Prozent der Proben Krebszellen gefunden. Das neue Verfahren umfasst zudem eine genetische Analyse. Sie zeigt, ob die gestreuten Tumorzellen bereits andere Eigenschaften als der Primärtumor aufweisen, aggressiver

geworden sind und ob womöglich eine andere Therapie als beim Primärtumor nötig ist.

Ziel des 40-köpfigen Fraunhofer-Forschungsteams ist es, für alle Patienten das geeignete Medikament zu finden, mit dem sich eine Metastasenbildung verhindern lässt. Dazu wird zunächst eine Technologie, welche bereits für die Analyse großer Tumorzahlen zugelassen ist, für die Einzelzellanalyse adaptiert, um diese auf das Vorhandensein von 450 krebstypischen Mutationen testen zu können, für die bereits Medikamente verfügbar sind. Der Institutsteil Regensburg des Fraunhofer ITEM arbeitet dazu mit verschiedenen Firmen zusammen, die diese innovative Diagnostik in den klinischen Alltag transferieren wollen.

Mit UVC-Licht Rettungswagen desinfizieren

Desinfektion mit kurzwelligem Ultraviolettlicht (UVC) zählt seit Jahrzehnten zum Stand der Technik, etwa in der Trinkwasseraufbereitung. Mit der noch jungen UVC-LED-Technologie eröffnen sich jedoch neue Anwendungen. So wurden erstmals in Ilmenau Kabinen von Rettungswagen zuverlässig in weniger als fünfzehn Minuten desinfiziert – und zwar Oberflächen als auch Luft.

Möglich wird dies durch ein UVC-LED-Bestrahlungsmodul, das direkt in den modularen Lichtbaukasten in der Fahrzeugdecke integriert wird. UVC-LED-Strahler sind im Vergleich zu klassischen und preiswerten Quecksilberdampflampen langlebig und vibrationsfest, eignen sich also hervorragend für den mobilen Einsatz auf der Straße. Sie benötigen keine Aufwärmzeiten und bieten effizientere Emissionswellenlängen zur Inaktivierung von Bakterien, Viren und Pilzen. Mittels Vorsatzlinsen lässt sich die Abstrahlcharakteristik sehr genau justieren, die zur sicheren Desinfektion nötigen Mindestbestrahlungsdosen können zudem elektronisch gut überwacht werden. Besonders nützlich in der Corona-Pandemie ist, dass damit nicht nur die Oberflächen, sondern auch die Luft im Innenraum des Rettungsfahrzeugs desinfiziert wird.

Technologie, Systementwicklung und -design sowie die Erprobung im Einsatz basieren auf



Eine neue Studie erforscht die Mechanismen der Metastasenbildung.

einer Kooperation des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB mit der BINZ Ambulance- und Umwelttechnik GmbH in Ilmenau. Zu dem System führten drei Jahre Entwicklungszeit und ein aufwendiges von Simulationen begleitetes optisches Design. Gleichzeitig wurden laufend Fortschritte in der UVC-LED-Technologie integriert. Die Modellversuche verliefen vielversprechend: Die Oberflächen des Kabineninnenraums im Rettungswagen werden mit bis zu 99,999 Prozent von Viren und Bakterien gereinigt – in nur zehn Minuten.

Mit UVC-Licht lassen sich ganze Räume schnell desinfizieren: Die Oberflächen des Kabineninnenraums im Rettungswagen werden mit einer Effektivität von bis zu 99,999 Prozent von Viren und Bakterien gereinigt – in nur zehn Minuten.



Künstliche Intelligenz

Hinweise für Falschmeldungen finden

Orientierung in Zeiten von Fake News und Verschwörungstheorien zu bieten ist zu einer Herausforderung für die Medienlandschaft geworden. Ein intelligentes System zur Identifizierung potenzieller Falschmeldungen und Desinformationskampagnen entwickelt der internationale Medienbeobachter pressrelations in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE sowie NewsGuard, einem Unternehmen, das Nachrichten-Websites nach Glaubwürdigkeit und Transparenz bewertet. Dazu kombinieren die drei Partner den Einsatz Künstlicher Intelligenz mit journalistischer Kompetenz in einem komplementären Prozess.

Das vom Fraunhofer FKIE entwickelte Tool ermöglicht die automatisierte Auswertung von Nachrichten mitsamt den dazugehörigen Metadaten und zeigt Indizien für bewusst gestreute Desinformation auf. Auf Basis manuell klassifizierter Beispielbeiträge wurde mithilfe von Machine-Learning-Ansätzen ein Verfahren trainiert, um große Datenmengen automatisch analysieren zu können. Dafür stellt der Medienbeobachter pressrelations die zwei Millionen Nachrichten zur Verfügung, die dort täglich verarbeitet werden. Hinweise auf Falschmeldungen können jedoch nicht nur die Beiträge selbst aufweisen, sondern auch deren Verbreitungsmedien. Das Unternehmen NewsGuard bewertet mithilfe geschulter Journalistinnen und Journalisten die Glaubwürdigkeit Tausender Medien in Europa und den USA anhand von verschiedenen Kriterien. Bei NewsGuard erhofft man sich Aufschluss über Zusammenhänge und Unterschiede zwischen redaktionellen Praktiken und darauf, wie sich dies in Artikeln widerspiegelt.

Das neue Desinformations-Erkennungssystem soll Mediennutzern eine Orientierung für Falschmeldungen geben, ohne die

entsprechenden Inhalte zu zensieren. Ein erster Anwendungsfall für das neu entwickelte Verfahren war die im Juli 2020 gestartete crossmediale Analyse des US-Wahlkampfes in Zeiten der Corona-Pandemie. Für die Auswertung der Berichterstattung in DACH- und US-Medien wurden bei pressrelations erstmals die neuen Hinweise auf Desinformation berücksichtigt. Das Tool des Fraunhofer FKIE nimmt u. a. ein thematisches Clustering vor und kann daraus Unterschiede in der Wortwahl zwischen vertrauens- und nichtvertrauenswürdigen Medien ableiten, die wiederum in die Analyse einfließen.

KI-Absicherung: Wie autonomes Fahren sicherer wird

Technologisch ist autonomes Fahren zum Greifen nah. Für die Umsetzung fehlt jedoch die nachgewiesene Sicherheit für alle Verkehrsteilnehmenden. Um adäquat reagieren zu können, muss ein autonomes Fahrzeug in der Lage sein, sein Umfeld wahrzunehmen und andere Verkehrsteilnehmer, wie z. B. Fußgänger, sicher zu erkennen.

Diese Umfelderkennung übernimmt in hoch automatisierten Fahrzeugen zunehmend Künstliche Intelligenz (KI) auf Basis von Maschinellem Lernen. Eine der größten Herausforderungen dabei ist es, die gewohnte funktionale Sicherheit bisheriger Systeme zu gewährleisten. Denn etablierte Absicherungsprozesse lassen sich nicht ohne Weiteres auf maschinelle Lernverfahren übertragen. Im Forschungsprojekt »KI-Absicherung« arbeitet deshalb ein Konsortium von Unternehmen und Institutionen an der größtmöglichen Absicherung von KI-Funktionen und standardisierten Schnittstellen. Dafür kooperieren Experten aus den Fachrichtungen der KI-Algorithmik, der 3D-Visualisierung und Animation sowie der funktionalen Sicherheit. Die 25 Partner verfolgen u. a. das Ziel, eine



Ein Tool ermöglicht die automatisierte Auswertung von Nachrichten: Ein erster Anwendungsfall war die im Juli 2020 gestartete crossmediale Analyse des US-Wahlkampfes.



stringente und nachweisbare Argumentationskette für die Absicherung und Freigabe von KI-Funktionsmodulen aufzubauen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen im Dialog mit Standardisierungsgremien und Zertifizierungsstellen die Grundlage für einen Industriekonsens zur Absicherung von KI-Funktionsmodulen bilden und so die Position der deutschen Automobilbranche nachhaltig stärken.

Neben dem Konsortialführer Volkswagen AG übernimmt das Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS die stellvertretende Leitung und wissenschaftliche Koordination dieses Verbundprojekts im Rahmen der Leitinitiative »Autonomes und vernetztes Fahren« des deutschen Verbands der Automobilindustrie (VDA). Das

Fraunhofer-Institut für Kognitive Systeme IKS ist am Teilprojekt zur Sicherheitsargumentation beteiligt.

Autonom fahrende Handelsschiffe

Ein Sensor- und Navigationssystem zur autonomen Steuerung soll Handelsschiffe zwischen definierten Abfahrts- und Ankunftspunkten autonom führen können und so eine rund um die Uhr besetzte Brücke verzichtbar machen.

Im Projekt B ZERO entwickelt das Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML eine Künstliche Intelligenz mit »Reinforcement Learning«: Ganz ohne Vorwissen, nur durch Ergebnisse und Reaktionen auf eigene Aktionen des Systems,

Zur automatisierten Steuerung von Handelsschiffen entwickelt das Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML eine Künstliche Intelligenz mit »Reinforcement Learning«.

werden sinnvolle Entscheidungsrichtlinien eingeübt. Um vorausschauend Kollisionen und Grundberührungen zu vermeiden, greift das Fraunhofer CML auf Erfahrungen aus der Objekterkennung und Robotik zurück. Trainiert wird die KI mit Simulationen zu nautischen Szenarien. Dafür stehen unterschiedliche Parameter zur Verfügung, etwa die Anzahl sich nähernder Schiffe, Seegebiete, Sicht- und Wetterverhältnisse. Die anzulernende Entscheidungskomponente – etwa die Kollisionsvermeidung – kennt den erforderlichen Zustand entsprechend vorgegebener Rahmenbedingungen. Um eine sichere Passage zu gewährleisten, reagiert das System mit den erlernten Fahrt- und Kursänderungen.

*unten:
Dr. Annelie Schiller brachte die digitale Holographie bewegter Objekte auf ein neues Leistungsniveau.*

*rechts:
Mit neuen mathematischen Methoden erzielt das Forschungsteam des Fraunhofer ITWM vielversprechende Fortschritte, um Lieferketten (Supply Chains) widerstandsfähiger zu machen.*

Insbesondere durch KI-unterstützte Bilderkennung (Computer Vision) können digitale Bilder erfasst und als numerische Informationen für die maschinelle Weiterverarbeitung verarbeitet werden. Die Schlüsseltechnologie erlaubt die automatisierte Beobachtung von Zuständen und das Erkennen von Veränderungen. In der Schifffahrt lassen sich so auch schleichende Veränderungen wie Erosionen von Kaimauern oder Verformungen bei Schiffsrümpfen feststellen – ebenso wie die

Position von Ladeeinheiten an Bord oder auf dem Terminal sowie Schadenserkennung an Containern. Ein Prototyp konnte im Herbst 2020 bei Tests im Hafen von Rotterdam an Bord eines Frachtschiffs validiert werden.

B ZERO ist ein Förderprojekt des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Partner sind das Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML, das Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE, das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie sowie die Unternehmen Wärtsilä SAM, Hoppe Bordmesstechnik, NautilusLog und die Bernhard Schulte Gruppe.

Hugo-Geiger-Preis Digitale Holographien an bewegten Objekten

Einen bedeutenden Fortschritt in der digitalen Holographie erzielte Dr. Annelie Schiller mit ihrer Dissertation am Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM. Diese optische Messmethode wird bereits in der industriellen Fertigung eingesetzt, um die Qualität von



Bauteilen schnell und präzise zu kontrollieren: Innerhalb von 100 Millisekunden liefert das System zehn Millionen fertig ausgewertete 3D-Punkte. Dabei wird das Bauteil flächig mit Laserlicht beleuchtet.

Bisher war dies nur bei stillstehenden Bauteilen möglich. Die Forschung von Annelie Schiller ermöglicht die Vermessung jetzt auch bei sich bewegenden Objekten. Besonders anspruchsvoll ist dies bei rotierenden Objekten. Hier fand die Forscherin heraus, dass die kritische Geschwindigkeit des Objekts nicht vom Radius des Objekts abhängt, sondern von der Winkelgeschwindigkeit und der Sensorposition.

Für die Qualitätssicherung in der Industrie ist dies ein enormer Fortschritt, da es eine unkomplizierte und schnelle Qualitätskontrolle auch bei zuvor herausfordernden Bauteilen ermöglicht: Etwa bei der Prüfung von Zahnrädern für Flugzeugtriebwerke oder für Getriebe von Elektrofahrzeugen. Diese müssen in Zukunft zur holographischen Erfassung nicht mehr still gehalten werden, sondern können direkt in Bewegung mikrometergenau vermessen werden.

Algorithmen für stabile Versorgungsketten

Die Corona-Krise hat gezeigt, wie fragil Versorgungsketten sein können. Von medizinischen Atemmasken, Infektionsschutzartikeln und Medikamenten im Gesundheitsbereich bis hin zu Lenkrädern und Bordnetz-Komponenten für die Autoindustrie kam es aufgrund der Einschränkungen im globalisierten Warenaustausch zu Engpässen.

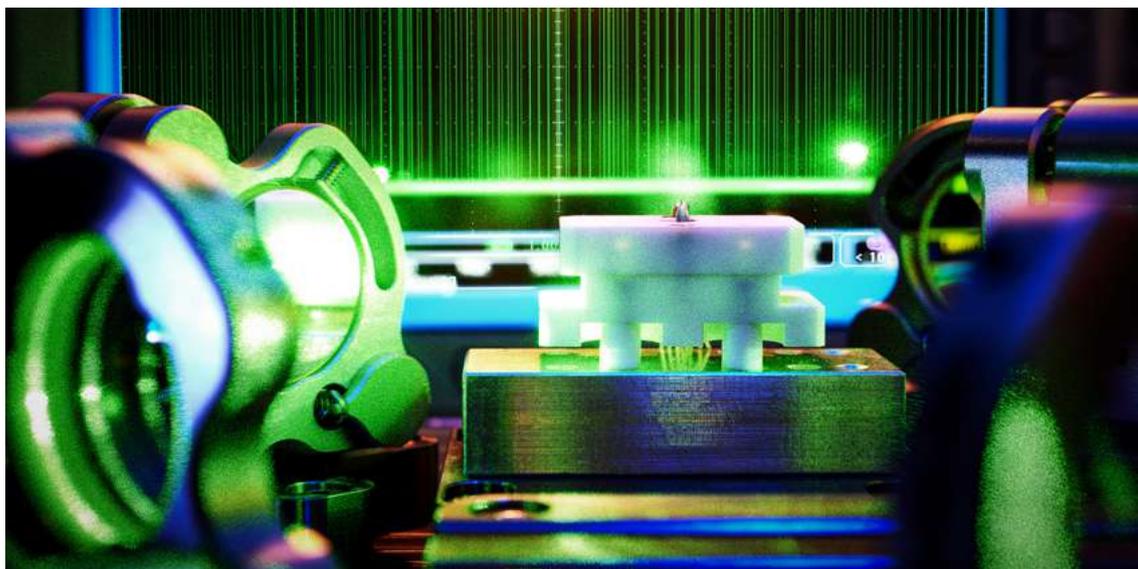
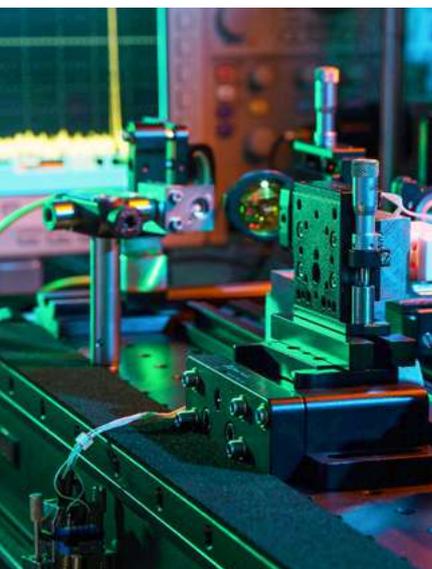
Neue mathematische Methoden des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM bieten ein vielversprechendes Puzzlestück für widerstandsfähigere Lieferketten (Supply Chains). Mit ihnen lässt sich eine Kosten-Risiko-Abwägung berechnen. Die Algorithmen analysieren, wie divers die Supply Chains in den verschiedenen Bereichen des Unternehmens aufgestellt sind und wie groß demnach das Risiko ist, sich im Ernstfall ein drastisches Lieferproblem einzuhandeln. Den individuellen Bestwert eines Unternehmens zu finden – Minimierung von Versorgungsrisiken bei nur wenig erhöhten Kosten – macht die mathematische Methode der multikriteriellen Optimierung möglich.

Auf der geschützten Plattform des Fraunhofer ITWM geben Unternehmer zunächst verschiedene Parameter ein: z. B. in welchem Gebiet sie einen Ausfall für wahrscheinlich halten und wie lange dieser dauern könnte. Die Algorithmen errechnen für ebendiesen Rohstoff verschiedene Kosten-Risiko-Werte samt den zugehörigen möglichen Lieferanten-Aufteilungen. Mit multikriteriellen Optimierungen können auch Optionen wie Lagerhaltung von kritischen Produkten zur Überbrückung kurzzeitiger Lieferengpässe oder der Einsatz von Ersatzmaterialien berücksichtigt werden.

Bei der Firma Procter & Gamble ist bereits eine signifikant erweiterte und individuell auf die Bedürfnisse zugeschnittene Software-Variante im Einsatz. Für Wasserversorgung, Transportlogistik oder Distributionsnetze von Ersatzteilen konnten am Fraunhofer ITWM weitere Anwendungsfälle realisiert werden.



Quantentechnologien



QFC-4-1QID – ein Low-Noise Frequency Converter für den First Quantum Internet Demonstrator.

Konverter für das Quanteninternet

Das Quanteninternet soll nicht nur sichere Kommunikation ermöglichen, sondern auch die Leistungsfähigkeit von Quantencomputern erweitern und für Anwender weltweit über einen vertraulichen Zugang nutzbar machen. Was aktuell noch in Laboren erforscht wird, soll 2022 bereits als ein erster Prototyp zwischen vier Städten der Niederlande Realität werden.

Im deutsch-niederländischen Forschungsprojekt »QFC-4-1QID – Low-Noise Frequency Converters for the First Quantum Internet Demonstrator« bauen Wissenschaftler dafür einen hoch effizienten und rauscharmen Frequenzkonverter (QFC) für die Umwandlung von photonischen Quantenzuständen. Für eine Übermittlung der optischen Quanteninformationen mit Glasfasern und für geringe Übertragungsverluste müssen die von Qubits emittierten Photonen so konvertiert werden, dass ihre Wellenlängen in den Telekommunikations-Bändern im Bereich zwischen 1500 und 1600 Nanometer liegen. Bisher wurde lediglich das Grundprinzip solcher QFC demonstriert.

Erreichen die Pioniere des niederländischen Forschungszentrums QuTech und des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT ihr Ziel, wäre eine Schlüsselkomponente gefunden. Eine große Herausforderung beim Design des QFC ist die hohe Gesamteffizienz bei einem gleichzeitig rauscharmen Ausgangssignal. Erprobt werden soll der Frequenzkonverter 2022 am Quanteninternetdemonstrator in den Niederlanden.

QuTech ist ein gemeinsames Forschungszentrum der Niederländische Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung (TNO) und der Technischen Universität Delft mit der Mission, die Quanteninitiative der niederländischen Regierung zu unterstützen. Eines der Ziele ist ein Quanteninternetdemonstrator auf der Basis von Qubits, deren Verschränkung über große Distanzen und lange Zeiträume erhalten bleibt. Dabei werden Qubits in Delft, Leiden, Den Haag und Amsterdam mittels Glasfasern zu einem gemeinsamen Quantensystem verbunden.

Datensicherheit für das künftige Quanteninternet

Technologien für eine quantensichere Verbindung zwischen zwei Bundeseinrichtungen präsentierte die QuNET-Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung Anfang Dezember 2020.

Mit neuartigen Quantencomputern können weit verbreitete Verschlüsselungsverfahren zum Schutz des Datenaustauschs umgangen werden. Deshalb forscht das QuNET-Konsortium an abhörsicherer Kommunikation und demonstrierte Komponenten und Systeme für einen gesicherten Informationsaustausch zwischen zwei Bundesbehörden. Die Projektpartner untersuchen dafür die Gesamtarchitektur für Systeme zur quantensicheren Kommunikation sowie die Möglichkeiten zum Austausch von Quantenschlüsseln über lange, mittlere sowie kurze Distanzen mittels Freistrah- und Fasersystemen. Dafür werden neuartige mit etablierten Verfahren der klassischen Kryptographie verbunden; auch existierende Telekom-Technologien sollen zu großen Teilen genutzt werden. Für den Transport der Quantenzustände über weite, landesübergreifende Strecken wird mit Flugzeugen und Satelliten-kompatiblen Technologien an optischen Freistrahlsystemen geforscht.

Auf Freistrah- und Fasersysteme für die quantenbasierte Kommunikation auf mittleren und kurzen Distanzen fokussiert sich die Fraunhofer-Forschung. Hier geht es um die Einbindung von Quantentechnologie in Glasfaserkabel, um Quantenlichtquellen sowie um Teleskope, mit denen sich kurzfristige und mobile Verbindungen realisieren lassen. Weiterer Schwerpunkt ist die Entwicklung von Schnittstellen zwischen den verschiedenen Teilkomponenten und deren Implementierung in bestehende Kommunikationsnetz-Infrastrukturen.

Ziel der Initiative ist es, Deutschlands technologische Souveränität sowie die Sicherheit und Vertraulichkeit von Daten auch im Angesicht neuer Technologien zu wahren. Projektpartner sind das Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts, das Institut für Kommunikation und Navigation des DLR und die Fraunhofer-Institute für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF sowie für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI.

Fraunhofer-Kompetenznetzwerk Quantencomputing

In einem bundesweiten Kompetenznetzwerk will Fraunhofer die Schlüsseltechnologie Quantencomputing in Deutschland voranbringen und neue technologische Lösungen sowie quantenbasierte Rechenstrategien für angewandte, wirtschaftsrelevante Fragestellungen entwickeln. Herz des Kompetenznetzwerks ist eine offene Forschungsplattform rund um einen Quantencomputer IBM Q System One, der in Ehningen in Baden-Württemberg exklusiv für die Fraunhofer-Gesellschaft

und ihre Partner installiert ist. Der Quantencomputer wird unter deutscher Gesetzgebung betrieben – im Hinblick auf Datenschutz und IP-Sicherung ein wichtiger Vorteil für die Nutzer.

Wissensplattform und App Store für quantenunterstützte Künstliche Intelligenz

Den Zugang zur künftigen Quantencomputer-Generation für Wissenschaften jenseits von Physik und Mathematik sowie für die Industrie einschließlich der KMU zu öffnen, das ist Ziel des Projekts PlanQK. Zusammen mit 18 Partnern entwickelt das Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS eine offene Plattform für quantenunterstützte Künstliche Intelligenz (kurz QKI) – quasi eine Wissensplattform und einen App Store für QKI. KI- und Quantencomputing-Spezialisten, Entwickler, Nutzer, Kunden, Dienstleister und Berater können sich hier austauschen. Quantenalgorithmen in KI-Anwendungen aus dem Maschinellen Lernen und der Optimierung werden entwickelt und zur Verfügung gestellt. Erarbeitet werden Anwendungsfälle, die zeigen, wie das entsprechende Problem mit einem klassischen KI-Algorithmus gelöst werden könnte und welche quantengestützten Alternativen bzw. hybride Kombinationen zur Verfügung stehen.

Mögliche Anwendungen könnten sein, einen Betrug im Bankensektor nicht nur festzustellen, sondern auch vorhersagen zu können, oder auch neue Wege für Fahrplanoptimierungen zu finden. Das Projekt PlanQK ist ein Förderprojekt des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.

Hugo-Geiger-Preis Ultrakurzpulslaser auf Glas und Keramik

In seiner Dissertation hat Dr. Christian Kalupka vom Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT das Wissen über das Verhalten von Laserstrahlung in Glas und anderen transparenten Werkstoffen entscheidend erweitert. Durch Pump-and-Probe-Mikroskopie mit einer Auflösung im Femtosekundenbereich konnte er die zeitliche und örtliche Materialanregung durch die Laserpulse beobachten und dabei den Einfluss verschiedener Formen der Strahlfokussierung analysieren, die letztlich für die Modifikation des Werkstoffs verantwortlich sind.

Diese Forschungsergebnisse erlauben erstmals, die Energie-deposition und die Strahlform des Laserpulses für eine gewünschte Anwendung festzulegen. Dies ermöglicht praxisnahe, hoch effiziente laserbasierte Schneid- und Abtragsverfahren für Gläser und Keramiken in der Industrie, auch neuartige Anwendungen in der Quantentechnologie. Transparente Werkstoffe und Halbleiter für systemtechnische Anwendungen können durch die neue Methodik noch präziser hergestellt werden.

Next Generation Computing

Drei Wissenschaftler vom Fraunhofer IIS entwickelten eine serverbasierte Satellitennavigationstechnologie: weltweit frei und stets verfügbar, hochgenau, sicher und vertrauenswürdig.

Hugo-Geiger-Preis Neuer Materialmix für Neuromorphes Rechnen

In seiner Dissertation am Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT erforschte Dr. Simon Fichtner das neue piezoelektrische Dünnschicht-Material Aluminium-Scandium-Nitrid (AlScN), und entdeckte, dass dieses bei einem Scandium-Anteil von mehr als 27 Prozent ferroelektrisch wird.

Ferroelektrische Materialien sind eine Grundlage für intelligente Elektronik-Bauteile und damit für Next Generation Computing. Diese Materialklasse ermöglicht neuromorphes Rechnen, speichert Informationen, wird in energieeffizienten Transistoren eingesetzt oder dient als Aktuator. Das neu entwickelte AlScN ist etablierten Materialien deutlich überlegen. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert die weitere Erforschung von AlScN ebenso wie die amerikanische Forschungsbehörde DARPA.

Joseph-von-Fraunhofer-Preis Vertrauenswürdige Satellitennavigation

Globale Satellitennavigationssysteme (GNSS) mit Orts- und Zeitbestimmung erlauben unterschiedlichste Anwendungen: Etwa für Polizei, Feuerwehr, Zoll und humanitäre Hilfsdienste. Oder für (autonomen) Verkehr, Energienetze, Warenverfolgung, Maschinennavigation, Börsenhandel, Kommunikationsinfrastruktur und vieles mehr. Solche zivilen Anwendungen sind bisher jedoch abhängig von militärischen Satellitennavigationslösungen wie GPS.

Für Infrastruktur und Wirtschaft wurden bislang meist ungesicherte GNSS-Daten verwendet, die leicht mit Störsendern (Jammer) oder Täuschern (Spoofers) zu manipulieren sind. Auf Basis der bisher einzigen voll kryptographisch geschützten GNSS-Signale unter ziviler Kontrolle – Galileo Public Regulated Service (PRS) – entwickelten Experten am Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen



IIS u. a. eine serverbasierte Satellitennavigationstechnologie: weltweit frei und stets verfügbar, hochgenau, sicher und vertrauenswürdig. Damit gelang ein wichtiger Beitrag zur technologischen Souveränität von Deutschland und Europa.

In über zehn Jahren Forschung entstanden etwa neuartige miniaturisierte Array-Antennen sowie kostengünstige und aufwandsarme Empfänger. Beim neuen serverbasierten PRS-Verfahren werden verifizierte Orts- und Zeitsignale in einem Empfangsgerät aufgezeichnet und in einer speziellen Infrastruktur ausgewertet. Das weltweit erste serverbasierte PRS-Empfangssystem betreibt das Fraunhofer IIS in Nürnberg. Für die über zehnjährige Entwicklung von Empfängertechnologien rund um Galileo PRS erhielten Alexander Rügamer, Dr. Günter Rohmer und Dr. Wolfgang Felber aus dem Fraunhofer IIS einen Joseph-von-Fraunhofer-Preis.

Kryogene 3D-Nanoelektronik für Quantencomputer

3D-Nanoelektronik für Tieftemperaturanwendungen soll helfen, Schlüsseltechnologien für Quantencomputer zu verbessern. Daran forschen neun Konsortialpartner, darunter das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF, im EU-Projekt SEQUENCE.

Um Quantencomputer zu beherrschen, gilt es, Qubits zu kontrollieren. Da die Zustände dieser kleinsten Informationseinheiten sehr instabil sind, müssen die Qubits auf extrem niedrige Temperaturen unter -270 °C gekühlt werden. Dieser Tieftemperaturbetrieb erschwert den Anschluss der Qubits an Vorspannungs-, Auslese- und Steuerelektroniksysteme, die für die Rechenprozesse benötigt werden. Aktuell werden bei Quantencomputern lange Verbindungskabel genutzt, die an die gekühlten Qubits einzeln angeschlossen werden. Damit unterliegt der Aufbau der Systeme entscheidenden Einschränkungen.

Für künftige Anwendungen von Quantencomputern muss die Anzahl der Qubits deutlich erhöht werden und mit Elektronik verbunden werden, die gekühlt und nah an den Qubits platziert werden kann. Solche elektronischen

Komponenten dürfen die empfindlichen Qubits nicht stören. Sie müssen daher mit geringem Rauschen, bei niedrigen Temperaturen und ohne nennenswerte Eigenerwärmung laufen. Für die Entwicklung solcher für die Tieftemperatur geeigneten elektronischen Komponenten kombinieren die SEQUENCE-Projektpartner Si-CMOS-, III-V- und 3D-Integrationstechnologien. Sie entwerfen verschiedene Hochfrequenz-Schaltungen wie rauscharme Verstärker, Mischer, Oszillatoren, Digital-Analog-Wandler, Multiplexer und Hochfrequenz-Schalter, die bei extrem niedrigen Leistungspegeln arbeiten und sogar von der niedrigen Umgebungstemperatur profitieren, um eine bessere Leistung zu erzielen. Diese kryogenen elektrischen Komponenten sollen die Skalierung sowohl von supraleitenden als auch von Spin-Qubit-basierten Quantencomputern unterstützen.

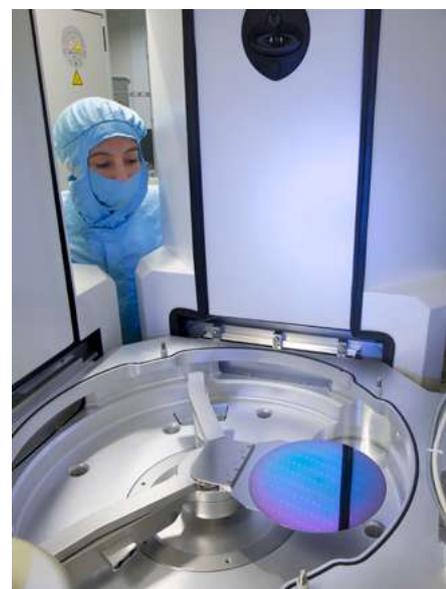
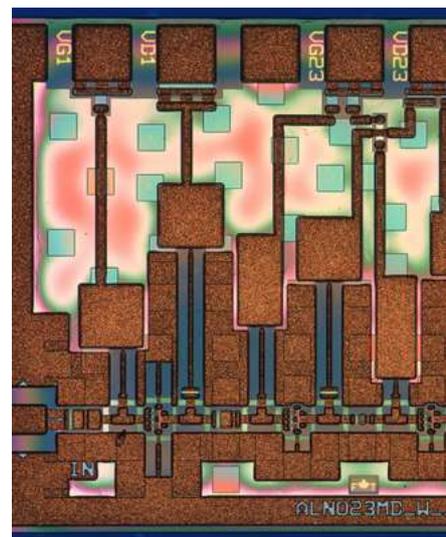
Das Fraunhofer IAF unterstützt das SEQUENCE-Konsortium mit seiner langjährigen Erfahrung zum Schaltungsdesign, zur Tieftemperatur-Messtechnik für ultraräuscharme Hochfrequenzelektronik und insbesondere zur kryogenen Elektronik in der Radioastronomie.

Künstliche Intelligenz dezentral auf dem Chip rechnen

Drei Fraunhofer-Einrichtungen und europäische Partner starteten 2020 mit dem EU-Projekt ANDANTE Entwicklungsarbeiten zu einem neuromorphen Computerchip. Ziel ist es, bis 2023 den energieeffizientesten KI-Chip weltweit zur Marktreife zu bringen. Dabei streben die Forscher eine Effizienz von mehr als 1000 TOPs (Tera Operationen pro Sekunde) bei nur einem Watt Leistungszufuhr an.

Die neuartige Hardware für Elektroniksysteme soll stromsparende Berechnungen direkt auf dem Halbleiterchip erlauben. Damit wird eine dezentrale, sehr schnelle und energieeffiziente Datenverarbeitung für Anwendungen der Künstlichen Intelligenz (KI) möglich. KI-Berechnungen erfolgen dann in Zukunft dezentral direkt auf Sensoren und anderen smarten Devices – »Edge AI« wird Realität.

Die Konsortialpartner untersuchen Möglichkeiten, mit neuartigen Speicherkomponenten



oben:
Ein rauscharmer Verstärker, hergestellt mit der 35-nm-HEMT-Technologie des Fraunhofer IAF.

unten:
Thermisch unterstützte chemische Gasphasenabscheidung auf einem 8-Zoll-Wafer.

Die neuartige Hardware für Elektroniksysteme soll stromsparende Berechnungen direkt auf dem Halbleiterchip erlauben.

in kleinsten Technologieknoten die Anwendungen von Edge AI zu erweitern. Die Verbesserungen umfassen etwa einen effizienten Schaltkreisentwurf, optimale Architekturen sowie den Einsatz neuer nicht-flüchtiger Speichertechnologien. Die dafür nötigen energieeffizienten, hochskalierten Chips werden mit der 22FDX-Technologie von Globalfoundries hergestellt. Erste Anwendungsbereiche sind autonomes Fahren, Industrieautomation und Gesundheit. Damit leistet das Projekt einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung der deutschen Wettbewerbsfähigkeit und zum Ausbau der technologischen Souveränität Europas.

ANDANTE ist eine Förderlinie der öffentlich-privaten Partnerschaft ECSEL im Rahmen des EU-Rahmenprogramms Horizont 2020. Beteiligt sind u. a. die Fraunhofer-Institute für Integrierte Schaltungen IIS und für Photonische Mikrosysteme IPMS sowie die Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT.

Bausteine für die Digitalisierung des Mittelstands

Damit auch kleinere Systemanbieter als Innovationstreiber den wachsenden Aufwand für Entwicklung und Fertigung von Elektronik der nächsten Generation schultern können, hat ein Fraunhofer-Konsortium aus Sachsen in Kooperation mit Globalfoundries eine »Universelle Sensor-Plattform« (USEP) entwickelt.

Verschiedenste innovative Lösungen für die Hardware- und IT-Sicherheit wurden integriert. Die Plattform verbindet modernste Aufbau- und Packaging-Technologien mit neuesten Halbleiter-Entwurfsmethoden und erlaubt die Integration unterschiedlichster Sensoren. Basis der Universellen Sensor-Plattform ist die bei Globalfoundries in Dresden entwickelte 22FDX-Technologie, die nach dem Prinzip »Silizium auf einem Isolator« (FDSOI) stromsparende und kostengünstige Chips ermöglicht. Das Konsortium vereinigte Kompetenzen für innovativen Chipaufbau, Konzeptentwicklung, Systemdesign, Security, Sensorik und Datenübertragung sowie zu Simulation und Testung. Damit Unternehmen die universelle Sensorplattform möglichst

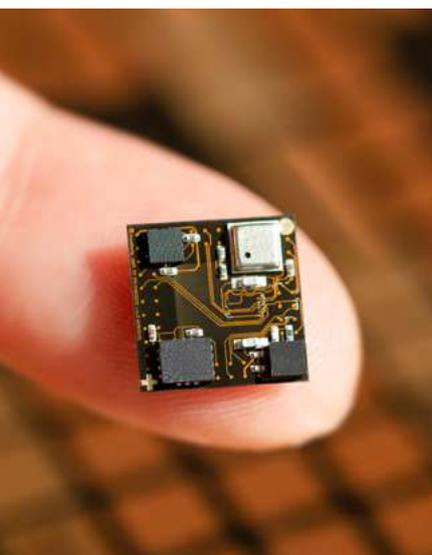
lange nutzen können, stellten die Forschungspartner sicher, dass sich die Ergebnisse auf die nächsten Generationen der verwendeten Halbleitertechnologie übertragen lassen. Das Start-up Sensry wird die Plattform und deren Weiterentwicklung in Kooperation mit den Technologiepartnern in Produkte überführen und den Anwendern damit flexible und kundenspezifische Sensor- und Kommunikationslösungen anbieten.

USEP ist ein Vorhaben der Fraunhofer-Institute für Photonische Mikrosysteme IPMS und Elektronische Nanosysteme ENAS, der Institutsteile All Silicon System Integration (ASSID) des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM sowie Entwicklung Adaptiver Systeme EAS des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS mit Unterstützung von Kollegen aus Berlin und Erlangen sowie des Fraunhofer-Instituts für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC. Es wurde im Rahmen des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) durch die EU und den Freistaat Sachsen gefördert.

Stromsparende Chips für neuromorphes Computing

Für komplexe Rechenleistungen verbrauchen bisherige Chips sehr viel Energie. Für die Anwendungen der nächsten Computergeneration gilt neuromorphes Rechnen als Schlüsseltechnologie, welches das effiziente Nervennetz des menschlichen Gehirns als abstraktes Vorbild nimmt. Der Aufgabe, stromsparende neuromorphe Chips zu entwickeln, widmet sich das öffentlich-private Konsortium ECSEL im Rahmen des EU-Rahmenprogramms Horizont 2020.

Das deutsche Konsortium forscht an Chips im 28-Nanometer-Technologieknoten und 22FDX von Globalfoundries. Sowohl für analoge wie für digitale neuromorphe Schaltungen kann in diesen kleinen Technologieknoten der Verbindungsaufbau verkleinert werden, Leckströme und Prozessschwankungen lassen sich reduzieren. Die so entwickelten Chips sollen zunächst Klassifikationsaufgabestellungen für Bilderkennungssysteme lösen, etwa für autonomes Fahren oder für die Verarbeitung von Sensordaten in Radarsystemen.



Ein Fraunhofer-Konsortium aus Sachsen hat in Kooperation mit Globalfoundries eine »Universelle Sensor-Plattform« (USEP) für kleinere Systemanbieter entwickelt.

Mit neuartigen Technologien für Rechenoperationen im Speicher (In-Memory Computing) und Demonstratoren werden neuromorphe Schaltungen realisiert. Ziel ist es, durch solche eingebetteten Speicherzellen sowie angepasste Peripherie die Leistungsaufnahme um einige Größenordnungen zu reduzieren.

Das Projekt TEMPO wird im Rahmen der ECSEL-Initiative durch die EU und durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Beteiligt sind die Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörpertechnologien EMFT und die Fraunhofer-Institute für Integrierte Schaltungen IIS sowie für Photonische Mikrosysteme IPMS.

Mit neuartigen Technologien für Rechenoperationen im Speicher (In-Memory Computing) und Demonstratoren werden neuromorphe Schaltungen realisiert.



Verifikation des Deep-Learning-Algorithmus für die Implementierung einer neuromorphen Hardware.

Auszeichnungen 2020



Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier (v. l.) mit den Preisträgern des Deutschen Zukunftspreises: Dr. rer. nat. Michael Kösters, Dr. rer. nat. Peter Kürz, Dr. rer. nat. Sergiy Yulin (Fraunhofer IOF).

Deutscher Zukunftspreis

Neues Licht für das digitale Zeitalter

Der Deutsche Zukunftspreis 2020 ging an ein Forscher-Team von ZEISS, TRUMPF und Fraunhofer für die Entwicklung der EUV-Lithographie. Als weltweit führende Fertigungstechnologie, etwa für modernste Smartphones oder automatisiertes Fahren, stärkt das Lithographie-Verfahren mit extrem-ultraviolettem (EUV) Licht die deutsch-europäische Position im globalen Halbleitergeschäft. Dafür erhielten Dr. Michael Kösters (TRUMPF), Dr. Peter Kürz (ZEISS) und Dr. Sergiy Yulin (Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF) den Deutschen Zukunftspreis – Preis des Bundespräsidenten für Technik und Innovation aus der Hand von Frank-Walter Steinmeier.

Das Gewinnerteam leistete mit seinem Projekt »EUV-Lithographie – neues Licht für das digitale Zeitalter« einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung und industriellen Serienreife der EUV-Technologie. Die Zukunftstechnologie, abgesichert mit über 2000 Patenten, bildet die Basis für die Digitalisierung unseres Alltags und ermöglicht Anwendungen wie autonomes Fahren, 5G, Künstliche Intelligenz und weitere zukünftige Innovationen. Dank EUV wurden bei ZEISS und TRUMPF bis heute mehr als 3300 Hochtechnologiearbeitsplätze geschaffen und 2019 wurde ein Jahresumsatz

von mehr als einer Milliarde Euro erwirtschaftet – Tendenz steigend.

Weltweit einziger Hersteller für EUV-Lithographie-Maschinen ist die niederländische Firma ASML, die insbesondere die EUV-Quelle und zudem die Architektur des Gesamtsystems entworfen hat. Schlüsselkomponenten dieser Maschinen sind der Hochleistungslaser von TRUMPF für die EUV-Lichtquelle und das optische System von ZEISS. Fraunhofer fungierte als wichtiger Forschungspartner bei der anspruchsvollen Beschichtungstechnik für die großflächigen Spiegel. Von der Lichtquelle über das optische System im Vakuum bis zur Oberflächenbeschichtung der dabei eingesetzten Spiegel musste praktisch die gesamte Belichtungstechnologie von Grund auf neu entwickelt werden, damit heute weitaus leistungsfähigere, energieeffizientere und kostengünstigere Mikrochips hergestellt werden können als jemals zuvor.

Der Deutsche Zukunftspreis gehört zu den wichtigsten Wissenschaftsauszeichnungen in Deutschland und ist mit 250 000 Euro dotiert. Für Fraunhofer ist es die neunte Würdigung mit dem Deutschen Zukunftspreis; an das Fraunhofer IOF ging der seit 1997 verliehene Preis zum dritten Mal.

Projektleiter
Prof. Dr. Nils Urbach.



Innovationspreis Reallabore des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Digitales Gültigkeitsregister für Erbschein & Co.

Digitale Lösungen sind auch für besonders rechtssichere Anwendungen wie Vollmachten oder Erbscheine gefragt. Einen Prototyp für ein digitales Gültigkeitsregister bauten die Bundesnotarkammer, das Bayerische Staatsministerium der Justiz sowie das Blockchain-Labor des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik FIT gemeinsam auf.

Das Register auf Blockchain-Basis zeigt jederzeit missbrauchssicher, ob eine Vollmacht oder ein Erbschein noch gültig ist. Dies schützt Daten und erleichtert die Verwendung der Urkunden für Bürger, Notare und Gerichte. Papierurkunden und langwierige Gerichtsverfahren zur Kraftloserklärung könnten dadurch ersetzt werden. Neben der Entwicklung des innovativen Prototyps wurden die Ergebnisse in einem Whitepaper festgehalten. Dabei adressierte das Projektteam spezifische Fragen wie die IT-Sicherheit oder das Rechte- und Rollenmanagement.

Das Blockchain-basierte Gültigkeitsregister konnte sich beim »Innovationspreis Reallabore«, ausgelobt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, in der Kategorie »Rückblicke« unter 135 Einreichungen durchsetzen. Auch beim eGovernment-Wettbewerb unter der Schirmherrschaft von Kanzleramtschef Helge Braun war das Projekt siegreich und erreichte den 3. Platz in der Kategorie »Bestes Kooperationsprojekt«. Die ersten beiden Plätze in dieser Kategorie gingen ebenfalls an Projekte, an denen das Fraunhofer FIT maßgeblich beteiligt ist. Den geteilten ersten Platz belegten die Projekte »Netzwerk Digitale Nachweise« mit dem Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen und »Digitalstrategie für Hamburg« in Kooperation mit der Senatskanzlei Hamburg.



*Dr. Sabine
Amberg-Schwab.*

Sustainability Award

Material für nachhaltige Verpackungen

Seit 1989 forscht Dr. Sabine Amberg-Schwab am Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC an Beschichtungsmaterialien. 2020 wurde die Chemikerin gleich mehrfach gewürdigt: Mit dem Deutschen Verpackungspreis 2020 in Gold und mit dem Sustainability Award 2020, einer europaweiten Auszeichnung, in gleich zwei Kategorien.

Für die Entwicklung der bioORMOCER®e und eines nachhaltigen Materialkonzepts für umweltfreundliche Kunststoffverpackungen, erhielt Sabine Amberg-Schwab den Sustainability Award 2020 von Packaging Europe. Die Jury des führenden Informationsmediums für Europas Verpackungsbranche hob hervor, dass mit der Materialklasse der ORMOCER®e nicht nur Biokunststoffe und Papier in den Eigenschaften verbessert werden, sondern dass damit Kunststoffverpackungen allgemein recyclingfähig werden können. Denn die Barrierschichten aus ORMOCER®en erlauben es, sortenreine Kunststoffe für Verpackungen zu nutzen und daraus Monomaterialverpackungen herzustellen, die recycelt werden können. Einen Schritt weiter geht die Materialklasse der bioORMOCER®e. Für diese bioorganischen Bausteine werden Reststoffe aus der Lebensmittelherstellung bzw. aus biologischen Abfallströmen verwendet. Da die funktionellen Barrierschichten kompostierbar sind, werden damit auch kompostierbare Verpackungen zugänglich.

Die Forschungsgruppe um Sabine Amberg-Schwab gewann nicht nur in der Kategorie »biobasierte Verpackungen«: Das Verpackungskonzept für recyclingfähige oder kompostierbare Kunststoffverpackungen war so überzeugend, dass das Team als Gesamtsieger über alle acht Kategorien aus dem jährlichen europaweiten Wettbewerb hervorging. Zuvor war die Forscherin bereits mit dem Deutschen Verpackungspreis in Gold geehrt worden.

Der f-cell Award wurde von Baden-Württembergs Umweltminister Franz Untersteller (l.) an Dr. Roman Keding (M.) und Dr. Matthias Klingele übergeben.



f-cell Award

Brennstoffzellen mit mehr Leistung

Wissenschaftlern des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE gelang eine Leistungssteigerung von Brennstoffzellen um ca. 10 Prozent gegenüber konventionell im Automobilbereich eingesetzten Brennstoffzellen. Zudem konnten die Forscher beim Herstellungsprozess die Kosteneffizienz, Schnelligkeit und Zuverlässigkeit optimieren, ohne dass mehr oder bessere Materialien eingesetzt werden müssen.

Am Fraunhofer ISE hat man für die industrielle Produktion von Solarzellen jahrzehntelange Erfahrung mit dem Einsatz von Flachbett-Siebdruck für die Produktion von homogenen Schichten als Stapel. Die Technologie wurde nun als skalierbares Herstellungsverfahren für die Produktion von Brennstoffzellen-Elektroden mit hohem Durchsatz und hoher Qualität weitergetrieben. Dafür arbeiteten die Abteilungen »Produktionstechnologie – Strukturierung und Metallisierung« sowie »Brennstoffzellensysteme« zusammen und vereinigten Kompetenzen aus der Photovoltaik und der Wasserstofftechnologie. Die so entwickelte durchgehende Ionomer-graduierte Katalysatorbeschichtung ermöglicht eine deutlich verbesserte Leistungsdichte beim Betrieb von Brennstoffzellen.

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt DEKADE gewann den f-cell Award in der Kategorie »Research & Development«. Der Preis würdigt seit 2001 herausragende Entwicklungen in den zukunftsfähigen Technologiefeldern Wasserstoff und Brennstoffzellen. Unterstützt wird der Preis vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart.



Bei der Preisübergabe (v. l.): Prof. Dr. Alexander Martin, Institutsleiter Fraunhofer IIS; Norbert Schäfer, Vorstandsvorsitzender CNA e. V.; Dr. Andreas Bärmann, Universität Erlangen-Nürnberg und Fraunhofer IIS; Dr. Stefan Wimbauer, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie; Frederik Nöth, VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg.

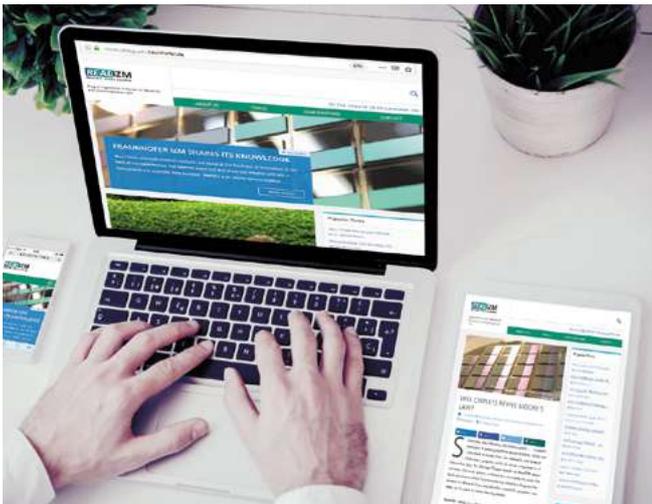
Innovationspreis Intelligenz für Verkehr und Logistik

Mathematik erlaubt energieeffizientere Fahrpläne in Nürnberg

Die »Energieeffiziente Fahrplanoptimierung im Nürnberger U-Bahn-Verkehr« gewann den Innovationspreis »Intelligenz für Verkehr und Logistik«. Die Auszeichnung wird jährlich durch das Center for Transportation & Logistics Neuer Adler e. V. (CNA)/Cluster Bahntechnik vergeben.

Durch den Einsatz innovativer Algorithmen können Abfahrtszeiten und Fahrgeschwindigkeiten so fein abgestimmt werden, dass Energiespitzen gesenkt und Rückspeisungspotenziale durch bremsende Züge optimal genutzt werden können. Die Optimierungen erhöhen nicht nur die Zufriedenheit der Fahrgäste, sie minimieren Kosten und nützen dem Klima. Realisiert wurde das Projekt vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS und von der VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg. Es stützt sich auf vorangegangene Forschungsarbeiten der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) sowie die Weiterentwicklung der mathematischen, graphentheoretischen Fragestellungen durch das ADA Lovelace Center. Das ADA Lovelace Center for Analytics, Data and Applications verbindet als Kooperationsplattform für Wissenschaft und Wirtschaft auf innovative Art KI-Forschung mit KI-Anwendungen.

Mit dem Innovationspreis »Intelligenz für Verkehr und Logistik« werden Unternehmen für herausragende Projekte, Produkte oder Dienstleistungen ausgezeichnet, die einen besonderen Beitrag zum nachhaltigen Wirtschaftswachstum, zur Sicherung von Arbeitsplätzen sowie zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der bayerischen Wirtschaft leisten.



Ideenwettbewerb Internationales Forschungs- marketing der DFG

Trendblog Mikroelektronik

Beim Ideenwettbewerb für Internationales Forschungsmarketing zeichnete die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM aus. Gewürdigt wurde das Konzept des wissenschaftlichen Blogs »ReallZM« im Bereich Mikroelektronik.

Die Plattform will einen globalen Wissensaustausch ermöglichen und die Bedeutung von Forschungsschwerpunkten und Forschungseinrichtungen auf internationaler Ebene erhöhen. Ebenso sollen national und international qualifizierte Forscherinnen und Forscher sowie Interessierte einbezogen und gefördert werden und eine generelle Berichterstattung über die neuesten Trends und Technologien aus Industrie und Wissenschaft stattfinden. Die Besonderheit liegt in der Kombination von Information, Kommunikation und Offenheit. Es geht nicht nur um den Zugang zu wissenschaftlichen, anwendungsorientierten Themen und futuristischen Trends, sondern auch um die digitale Zusammenarbeit renommierter Forscherinnen und Forscher sowie Visionäre weltweit. Konzept und Aufbau des Blogs wurden aus Sondermitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung finanziert.



Innovationspreis Nordrhein-Westfalen – Ehrenpreis

Vordenker für Industrie 4.0 in der Logistik

Prof. Dr. Michael ten Hompel wurde mit dem Ehrenpreis des Innovationspreises Nordrhein-Westfalen ausgezeichnet. Der geschäftsführende Leiter des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML und Lehrstuhlinhaber für Förder- und Lagerwesen an der TU Dortmund wurde als Wegbereiter für das Internet der Dinge und Vordenker der Industrie 4.0 in der Logistik gewürdigt, ebenso wie für seine initiale Rolle bei der Gründung des Europäischen Blockchain-Instituts.

Als ersten zukunftsweisenden Prototyp aus dem Blockchain-Institut präsentierte Prof. ten Hompel anlässlich der Verleihung des Ehrenpreises das »Blockchain Device«: Es kann temperaturempfindliche Waren wie Lebensmittel, Medikamente oder Impfstoffe entlang weltweiter Lieferketten digital sicher überwachen und steuern. Solche Geräte werden künftig aktiv per Smart Contract selbstständig verhandeln, Transaktionen triggern und Zahlungen buchen. Dabei ist jede Aktion über das Blockchain-Netzwerk eindeutig identifizier- und nachverfolgbar.

Prof. ten Hompel wies bei der Preisverleihung darauf hin, dass sich das Internet der Dinge derzeit zum Internet der Werte wandle. Nicht nur in der Logistik gelte in naher Zukunft: keine Blockchain – kein Geschäft.



Mitte:

*Prof. Dr. Michael ten Hompel
mit dem Innovationspreis von
Nordrhein-Westfalen.*

rechts:

Prof. Dr. Melanie Jaeger-Erben.

Forschungspreis Transformative Wissenschaft

Nachhaltigkeitsforschung in der Elektronik

Prof. Dr. Melanie Jaeger-Erben erhielt den mit 25 000 Euro dotierten Preis für »Transformative Wissenschaft« des Wuppertal Instituts und der Zempelin-Stiftung im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft. Die zum dritten Mal verliehene Auszeichnung würdigt wissenschaftliche Leistungen, die mit inter- und transdisziplinären Methoden gesellschaftliche Impulse auslösen.

Die Arbeitsschwerpunkte von Prof. Jaeger-Erben sind Konsum- und sozialwissenschaftliche Technikforschung sowie soziale Innovation und sozialer Wandel. Die Psychologin und Soziologin beschäftigt sich insbesondere mit Strategien zur Förderung nachhaltiger Produktions- und Konsumsysteme. Jaeger-Erben leitet die Nachwuchsgruppe »Obsoleszenz als Herausforderung für Nachhaltigkeit«. Das gemeinsame Team der Technischen Universität (TU) Berlin und des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM entwickelt Strategien für eine nachhaltigere Produktions- und Konsumpraxis in der Elektronik. Das Phänomen der Obsoleszenz mit zu kurzen Nutzungs- und Lebensdauern von Elektronikgeräten hat sozial-, wirtschafts-, ingenieurs- und rechtswissenschaftliche Perspektiven.

Menschen in der Forschung



Begeisterung und Kompetenz begründen unseren Erfolg: Hier stellen wir Ihnen sechs Forscherinnen und Forscher vor – in Vertretung für die vielen anderen, die bei uns exzellente Arbeit leisten.

- 1 *Dr.-Ing. Anna Hilsmann*
- 2 *Dr. rer. nat. Sergiy Yulin*
- 3 *Prof. Dr. Julia C. Arlinghaus*
- 4 *Prof. Dr. Christian Brecher*
- 5 *Maria Kuzikov*
- 6 *Prof. Dr. rer. pol. Jakob Edler*

Dr.-Ing. Anna Hilsmann

Ingenieurin | Leiterin der Gruppe »Computer Vision & Graphics« am Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI in Berlin

»Die Arbeit macht mir sehr viel Spaß hier«, betont Anna Hilsmann, Gruppenleiterin »Computer Vision & Graphics« am Fraunhofer HHI. Sie erforscht innovative Ideen im Bereich Bild-, Video- und Szenenanalyse und kombiniert Methoden von Machine Learning, Computer Vision, Computer Graphics und Visual Computing, um neue Lösungen für Anwendungen in Multimedia, Industrie, Augmented Reality sowie für Sicherheit und Medizintechnik zu entwickeln. 2020 kamen neue Vorhaben hinzu: Anna Hilsmann gewann ein Förderprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI) über 1,6 Mio €. Damit wird sie mit ihrer Gruppe neue modellbasierte Deep-Learning-Ansätze im Bereich Computer Vision erforschen. Hierbei werden klassische modellbasierte Methoden mit neuronalem Lernen verknüpft, damit die Algorithmen physikalische Einschränkungen und kausale Zusammenhänge berücksichtigen.

Für dieses KI-Projekt überwiegend weibliche wissenschaftliche Nachwuchskräfte zu gewinnen stelle eine Herausforderung dar, berichtet die Forscherin. Gleichzeitig sei es ihr eine Herzensangelegenheit. Hilsmann selbst wurde 2016 mit dem ARD/ZDF-Förderpreis Frauen + Medientechnologie geehrt, 2020 war sie unter den Kandidatinnen für den »Digital Female Leader Award«. Grundlage solcher Ehrungen als Forscherin sind ihre ausgezeichneten Arbeiten: mehrere Best Paper Awards; 2015 erhielt sie für ihre Dissertation den Wissenschaftspreis des Vereins Berliner Kaufleute und Industrieller (VBKI).

»Wenn es um Anwendungen in der Medizin geht, fühlt sich Forschung noch sinnvoller an«, findet Anna Hilsmann. Als Kind erhielt eine Freundin nach ihrer Tumor-OP eine Oberschenkel-Prothese. Damals wollte sie innovative Prothesen entwickeln, die über Nervenenden gesteuert werden. Später hat sich Anna Hilsmann für ein Studium der Elektro- und Informationstechnik an der RWTH Aachen entschieden, weil dort dieser Studiengang mit Schwerpunkt Medizintechnik angeboten wurde. Danach folgte ihre Diplomarbeit bei Philips Research, es ging um Computertomographie-Aufnahmen der Lunge und das Verfolgen von Tumoren bei Atembewegungen. Dies lenkte ihr Interesse auf Forschung im Bereich Computer Vision und Machine Vision. So kam sie ans Fraunhofer HHI. Dort kann sie Forschung betreiben und gleichzeitig innovative Anwendungen entwickeln – auch in der Medizintechnik.

Die Projekte der Gruppe sind vielfältig. So befasst sich ihr Team auch mit der Modellierung und realitätsnahen Animation von Menschen. »Die Computergraphik ist bereits sehr gut darin, photorealistische Menschen zu generieren, aber bisher ist die Wahrnehmung durch den Nutzer in die Interaktion noch nicht einbezogen.« Um das zu ändern, will Anna Hilsmann zusammen mit einem Neurowissenschaftsteam vom Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften ein Forschungsprojekt zu Avatar-basierter Übersetzung von Gebärdensprache starten.

Von den Möglichkeiten ihrer Arbeit ist sie begeistert: »Der Bereich Computer Vision and Graphics fasziniert mich, weil ich darin die ideale Kombination von Informatik, Mathematik, aber auch Kunst und Psychologie sehe. Die Kreativität auf diesem Gebiet hat immer noch etwas Magisches an sich.«



**»Die Symbiose von
Mathematik und
Kreativität im Bereich
Computer Vision and
Graphics hat für mich
etwas Faszinierendes.«**



»Viele kleine Innovationsschritte waren wichtig auf dem Weg zur Serienreife.«

Dr. rer. nat. Sergiy Yulin

Ingenieur | Senior Principle Scientist am Fraunhofer-Institut für Optik und Feinmechanik IOF in Jena

Für ein Highlight im Jahr 2020 sorgte Dr. Sergiy Yulin vom Fraunhofer IOF. Gemeinsam mit seinen Kollegen von ZEISS und TRUMPF erhielt er den renommierten Deutschen Zukunftspreis für ein revolutionäres Verfahren der Chipfertigung (siehe S. 109). Dass die EUV-Lithographie heute serienreif ist, hat sie fast 30 Jahren Forschung zu verdanken. Und Dr. Sergiy Yulin ist ein Pionier der ersten Stunde. Zeit seines Forscherlebens widmete er sich der Beschichtung von Hochleistungsoptiken für den extremen Spektralbereich des Lichts. Die hochreflektierende Spiegelbeschichtung ist neben einer leistungsstarken Laserquelle (TRUMPF) und präzisen Projektionsoptiken (ZEISS) ein neuralgischer Punkt für den Erfolg der Technologie. Dafür bringt Yulin mit seinem Team in einer von ihm entwickelten Beschichtungsanlage mehr als 100 Nanoschichten von Molybdän und Silizium, die exakt die gleiche Dicke haben müssen, auf die Spiegel von ZEISS auf – eine immense technologische Herausforderung.

Für den Ingenieur begann der Weg zum Erfolg schon 1983. Während des Studiums in seiner Heimat, der Ukraine, sowie der anschließenden Promotion an der Karasin-Universität Charkiw beschäftigt sich der Wissenschaftler mit der perfekten Schichtzusammensetzung der Spiegeloptiken. Theoretisch – denn zu dieser Zeit gab es noch keine Anlagen, mit denen die nötige Präzision der Spiegelschichten möglich war. Also fing er in den 90er-Jahren an, eine zu bauen. Sein Erfolg sprach sich in der Wissenschafts-Community herum und ein Ruf nach Jena ans Fraunhofer IOF folgte. Mittlerweile gibt es seine »Nessy«-Anlage in der dritten Generation. Sie wird noch heute vom Institut und von Projektpartnern genutzt. Als es 2009 gelang, mit Nessy 2 den ersten EUV-Kollektorspiegel mit einem Durchmesser von 66 Zentimetern und äußerst präzisen

Schichtdicken zu fertigen, war das ein außergewöhnlicher Meilenstein. Doch wenige Jahre später schon schien das EUV-Experiment kurz vor dem Scheitern zu stehen – vor allem weil die verfügbaren EUV-Lichtquellen nicht leistungsfähig genug waren, um Licht mit Wellenlängen von 13,5 Nanometern zu erzeugen. Unternehmen verloren das Interesse, auch Yulins Forschung lief auf Sparflamme.

Heute sagt der ausgewiesene Experte, der in Fachkreisen höchstes Ansehen genießt, 30 Jahre Forschung mit Rückschlägen und Erfolgen wären für eine Technologie dieser Komplexität und für einen Forscher in seinem Bereich letztlich gar nicht so ungewöhnlich. Schließlich gab es viele kleine Innovationsschritte, die wichtig waren auf dem Weg zur Serienreife. Was ihn an der Arbeit mit EUV-Licht immer fasziniert hat, ist das riesige Anwendungspotenzial. Es lässt sich nicht nur für die lithographische Chipherstellung nutzen. Auch in der Mikroskopie im sogenannten Wasserfenster, in der Weltraumbeobachtung oder der Spektroskopie im EUV-Spektralbereich kann es neue Einblicke in noch unbekannte Sphären eröffnen. Dieses Potenzial will Yulin weiter nutzen. Und so entwickelt der leidenschaftliche Beachvolleyballer Jahr für Jahr immer leistungsstärkere Optiken, die in renommierten Forschungseinrichtungen auf der ganzen Welt zu finden sind.

Prof. Dr. Julia C. Arlinghaus

Wirtschaftsingenieurin | Leiterin des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg | Lehrstuhlinhaberin für Produktionssysteme und -automatisierung an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Als Kind träumte Julia Arlinghaus vom Fliegen und wollte Pilotin werden. Als nach dem 11. September 2001 viele Fluggesellschaften ihre Ausbildungsprogramme herunterfahren, musste ein neuer Plan her. Sie fand ihn in der Verbindung von Maschinenbau und Betriebswirtschaft und studierte Wirtschaftsingenieurwesen. Heute ist die Forscherin froh über die Bandbreite von wirtschaftlichem und technischem Verständnis, die ihr das Studium vermittelte: Das war eine wichtige Voraussetzung für ihre heutige Arbeit.

Seit 2019 ist Julia Arlinghaus als Institutsleiterin für 200 Mitarbeitende sowie die strategische Ausrichtung und den wirtschaftlichen Erfolg des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF verantwortlich. Ihre Mission: die Wertschöpfung in Deutschland und Sachsen-Anhalt zu stärken. Als Professorin für Produktionssysteme und -automatisierung lehrt sie – nach einer W3-Professur für das Management von Industrie 4.0 an der RWTH Aachen – heute zudem an der Universität Magdeburg. Die Kombination ist für sie perfekt: »So kann ich Erkenntnisse aus der Universität direkt in Projekten am Institut umsetzen.«

Ihre Diplomarbeit schrieb die gebürtige Bremerin 2007 über die Organisation von Fabriken nach dem Vorbild von Bienenschwärmen an der Tokyo University, Japan. In St. Gallen promovierte sie über Lieferkettenmanagement. Nach einer Beratertätigkeit bei Porsche entschied sie sich für die wissenschaftliche Laufbahn. An der Jacobs University Bremen, wo sie als Professorin für die Optimierung von Produktions- und Logistiknetzwerken lehrte, traf sie auf viele Studierende aus Entwicklungsländern. Sie waren brennend interessiert an neuen Produktionstechniken und Logistikprozessen – vor

allem um die schlecht entwickelten Infrastrukturen in ihren Heimatländern, wie Wasserversorgung und Stromnetze, zu modernisieren. Seitdem lässt Julia Arlinghaus das Thema »Frugal Engineering«, die Übertragung technologischen Wissens auf Strukturen in Entwicklungsländern, nicht mehr los. Heute ist die Forscherin Mitglied im Nachhaltigkeitsbeirat der Fraunhofer-Gesellschaft, wo sie für dieses Anwendungsfeld sensibilisieren will.

An ihrer Arbeit bei Fraunhofer schätzt die Institutsleiterin neben der unmittelbaren Nähe zur Industrie vor allem die Themenvielfalt. Von Robotern für die Flugzeugproduktion bis zu Systemen für eine mobile intensivmedizinische Versorgung – manchmal ist sie selbst überrascht von dem vielseitigen Potenzial ihres Instituts, sagt sie. Am Wachstumskurs des Fraunhofer IFF arbeitet die 37-Jährige unablässig: Kürzlich führte sie den neuen Bereich Geschäftsmodellinnovation ein, der ortsansässigen Unternehmen bei der Entwicklung und Einführung neuer Geschäftsmodelle helfen soll. Zudem möchte sie das Thema energieeffiziente Produktion stärken und mit dem Bau eines neuen Technikums, der »Elbfabrik«, für die Öffentlichkeit einen Demonstrationsraum zum Ausprobieren und Erleben von Forschung einrichten.

Trotz großer Pläne für ihr Institut schafft Julia Arlinghaus als Mutter eines kleinen Sohnes den Spagat zwischen Familie und Beruf. In der wenigen Freizeit ist Sport ihr größtes Hobby. Vor allem das Reiten bringt sie ihrem Kindheitstraum etwas näher: »Wenn ich mit meinem Pferd übers Feld galoppiere, ist das fast wie fliegen.«



»Erkenntnisse aus der
Universität kann ich
direkt in Projekten am
Fraunhofer-Institut
umsetzen.«



»In der Produktion zeigen wir, was machbar ist und wie es geht.«

Prof. Dr. Christian Brecher

Maschinenbauingenieur | Leiter des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT in Aachen | Inhaber des Lehrstuhls für Werkzeugmaschinen am Werkzeugmaschinenlabor der RWTH Aachen

»Ein Maschinenbauer muss alles anfassen.« Diese Besonderheit seiner künftigen Profession zeigte sich bei Christian Brecher schon früh. Als Jugendlicher beschäftigte er sich bis in die Nacht hinein mit technischen Fragestellungen. Und auch heute noch begeistert sich der Ingenieur für praktische Arbeiten im privaten Umfeld. »Ich würde sehr gerne noch mehr machen, wenn ich die Zeit dazu hätte«, sagt der Leiter des Fraunhofer IPT.

Etwas zu schaffen, Maschinen tatsächlich zu bauen – darauf legt er auch an seinem Institut besonderen Wert. »Das ist die Königsdisziplin«, betont er. Damit das möglich ist, arbeiten Experten aller nötigen Fachrichtungen am Fraunhofer IPT zusammen. Erst unlängst erhielt das Institut den Auftrag, eine Maschine zur Herstellung besonders präziser Strukturen zu entwickeln und zu bauen. Für Christian Brecher ein Anlass, sich selbst in den Konstruktionsprozess einzuschalten und gemeinsam mit dem Kollegium die Pläne zu studieren. »Wenn so ein Prototyp dann funktioniert, dann ist das schon ein besonders schöner Moment«, betont er mit Freude.

Christian Brecher studierte Maschinenbau an der RWTH Aachen, war von 1995 bis 2001 als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Oberingenieur in der Abteilung Maschinentechnik am Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen tätig und promovierte an der Fakultät für Maschinenwesen. Zu Fraunhofer kam er im Jahr 2004. Damals leitete er bei einem Werkzeugmaschinen-Unternehmen den Gesamtbereich Konstruktion und Entwicklung. »Ich war glücklich in der Industrie«, erzählt der Wissenschaftler. Als er aber das Angebot erhielt, die Nachfolge von Prof. Dr. Manfred Weck anzutreten und Mitglied des Direktoriums am WZL und am Fraunhofer IPT zu werden, zögerte er nicht. »Ich wusste, diese Chance bekommst

du nur einmal im Leben«, erinnert er sich. Am Institut übernahm er die Leitung der Abteilung Produktionsmaschinen. Von 2015 bis 2017 war er stellvertretender Institutsleiter, seit Januar 2018 leitet er das Fraunhofer IPT.

Ein Thema, mit dem sich Christian Brecher als Wissenschaftler besonders beschäftigt, ist das Internet in der Produktion – die Digitalisierung und Vernetzung aller Produktionsvorgänge. Hierbei gilt es, die vielen Daten aus dem Herstellungsprozess zu nutzen, um daraus Wissen, neue Geschäftsmodelle und so letztlich Mehrwerte zu generieren, umreißt der Forscher die Aufgabenstellung. Auch in zentralen Zukunftsfragen könne seine Branche wichtige Impulse setzen: Wie erreichen wir verantwortungsvoll und wirtschaftlich die erforderliche Nachhaltigkeit? »In der Produktion zeigen wir, was machbar ist und wie es geht«, sagt Christian Brecher. Für ihn stehen dabei Mobilitäts- und Energiespeicherthemen im Fokus. So lautet eine der Aufgaben, Produktionstechniken zur kostengünstigen Herstellung von Lithium-Ionen-Batterien sowie von Brennstoffzellensystemen bei hoher Qualität und hoher Stückzahl zu entwickeln.

Seine knappe Freizeit verbringt der Fraunhofer-Forscher am liebsten mit seiner vierköpfigen Familie, z. B. beim Tennis, beim Hochseilklettern mit seinem Sohn sowie bei Wanderausflügen und Fahrradtouren mit der gesamten Familie im Dreiländereck.

Maria Kuzikov

Molecular Life Sciences M. Sc. | Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut für Translationale Medizin und Pharmakologie ITMP, Institutsteil ScreeningPort, in Hamburg

Ende November 2020 hatte die zweite Corona-Welle Europa im Griff. In dieser Zeit wurde auch eine Publikation zur Veröffentlichung im Fachjournal ACS Pharmacology & Translational Science eingereicht – mit Maria Kuzikov als Erstautorin. Die Studie »Identification of inhibitors of SARS-CoV-2 3CL-Pro enzymatic activity using a small molecule repurposing screen« hat besondere Bedeutung für die Molekularbiologin – persönlich und weil die Veröffentlichung im Rahmen eines EU-weiten Förderprojekts zur Bekämpfung der Corona-Pandemie erfolgt.

18 Forschungs- und Industriepartner aus Europa arbeiten bei »Exscalate4CoV (E4C)« daran, in bereits verfügbaren Medikamenten Wirkstoffe zu finden, mit denen COVID-19-Patienten besser behandelt werden können. Mit im Konsortium ist das Anfang 2021 eigenständig gewordene Fraunhofer-Institut für Translationale Medizin und Pharmakologie ITMP, an dessen Hamburger Standort ScreeningPort Maria Kuzikov arbeitet. Dort verfügt man genau über jene Infrastruktur, die in einer Pandemie gefragt ist: eine Bibliothek aus 250 000 Molekülen, darunter die Fraunhofer ITMP Repurposing Collection mit 5600 Substanzen, automatisierte Roboter-Screening-Plattformen und ein hochauflösendes automatisches Zell-Imaging-System für High-Content-Screening.

Eine zentrale Aufgabe des Projektteams mit Maria Kuzikov besteht darin, Substanzen zu finden, welche die Funktion von Proteinen des SARS-CoV-2-Virus hemmen. Denn ist das Virus einmal in die Zelle eingedrungen, bringt es sie dazu, seine virale RNA abzulesen und die Vervielfältigung der SARS-CoV-2-Proteine und damit die Produktion neuer Viruspartikel zu starten. Die in der Studie gefundenen Inhibitoren geben nun Grund zur Hoffnung.

Für sie persönlich zeigen solche Studien, dass anwendungsorientierte Forschung funktioniert, sagt Maria Kuzikov. »Es freut mich, dass man als Molekularbiologin in der klinischen Forschung in Produktnähe kommen kann.« Damit kommt sie ihrem beruflichen Wunsch immer näher: Anwendungsbezogen und klinisch orientiert sollte ihre Tätigkeit in der Forschung sein, das hat sie sich seit Studienbeginn gewünscht.

Im Alter von zwölf Jahren kam Maria Kuzikov mit ihren Eltern aus St. Petersburg nach Greifswald. Das Schulleben in Deutschland empfand sie als recht einfach: wenig Hausaufgaben, leichter Stoff, nur fünf Tage Schule und sehr viele Freiheiten, etwa im Benehmen der Schüler. Mit der Wahl des interdisziplinären Studiengangs »Molecular Life Science« konnte die Forscherin einiges von den Berufen ihrer Eltern – Facharzt und Ingenieurin – zusammenbringen. »Physiologie hatten wir in Lübeck gemeinsam mit Medizinstudierenden, Fächer wie Physik mit Studierenden der Medizinischen Ingenieurwissenschaften und Informatik mit angehenden Computational Life Scientists«, erinnert sie sich. Ihre Praktika hat sie so gewählt, dass sie Eindrücke sowohl bei Industrieunternehmen wie auch im akademischen Bereich gewinnen konnte. Am Hamburger ScreeningPort ist sie nach ihrem Praktikum und der anschließenden Masterarbeit geblieben.

An der Entwicklung eines Medikaments beteiligt zu sein, das Patienten zugutekommt, wäre ihr größtes Ziel. »Auch, wenn die Statistik sagt, dass nur eines von hundert erforschten Medikamenten wirklich auf den Markt kommen kann!«



**»Es freut mich, dass man
als Molekularbiologin
in der klinischen Forschung
in Produktnähe kommen
kann.«**



»Die Spannung zwischen akademischen Ambitionen und Auftragsforschung habe ich immer als produktiv empfunden.«

Prof. Dr. rer. pol. Jakob Edler

Diplom-Kaufmann | Promovierter Politikwissenschaftler | Geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI in Karlsruhe | Professor für Innovationspolitik und Strategie am Manchester Institute of Innovation Research

»Man muss mit 18 Jahren noch nicht genau wissen, was man will, solange man neugierig und offen ist«, findet Professor Jakob Edler, der selbst seine Karriere überhaupt nicht geplant hat. »Ich habe meinen Interessen folgend Chancenmanagement betrieben und bin heute dort, wo ich mich am wohlsten fühle: an der Schnittstelle zwischen Innovationsforschung und Politikberatung«, sagt der gebürtige Kurpfälzer, der seit Oktober 2018 Geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI in Karlsruhe ist.

Fast 20 Jahre zuvor, im Mai 1999, fing er dort zunächst als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Forschungs- und Innovationspolitik an – direkt im Anschluss an seine Promotion in Politikwissenschaften, die er summa cum laude abschloss. »Ich habe damals ganz bewusst die Entscheidung getroffen, anstatt eine de facto sechs Jahre DFG-finanzierte Postdoc-Stelle an der Universität anzunehmen, ans Fraunhofer ISI zu kommen. Die Spannung zwischen akademischen Ambitionen und Auftragsforschung habe ich schon immer als produktiv empfunden«, erklärt Professor Edler, dem man im Jahr 2004 zunächst die stellvertretende, zwei Jahre später dann die Leitung der Abteilung »Innovationssysteme und Politik« am Fraunhofer ISI übertrug.

2007 folgte Professor Edler dem Ruf ans Manchester Institute of Innovation Research (MIoIR), das er von 2011 bis 2018 leitete. Zwölf Jahre lebte er in England, das ihm in der Zeit so ans Herz gewachsen ist, dass er heute neben der deutschen auch die englische Staatsbürgerschaft besitzt. Nicht nur wegen seiner beiden Kinder besucht der Deutsch-Brite das Land regelmäßig. »Die Verbindungen zwischen Deutschland und

England in der Innovationspolitik sind sehr spannend. Beide Länder können viel voneinander lernen«, meint Professor Edler, der als Politikberater in London interessante Einblicke in die Parlamente erhalten hat.

In seiner heutigen Funktion berät Professor Edler zahlreiche Regierungen und Gremien sowie Entscheidungsträger aus Wirtschaft und Gesellschaft. Die Fraunhofer-Gesellschaft mit ihren interdisziplinären Kompetenzen sieht er als »einen ganz wichtigen Akteur bei den notwendigen Transformationen in dieser immer komplexer werdenden Zeit. Ein Teil davon zu sein finde ich sehr spannend. Mit meinen Interessen und Qualifikationen und den exzellenten und hoch motivierten Mitarbeitenden am Fraunhofer ISI habe ich den schönsten Job, den ich mir vorstellen kann.«

Was ihn und sein Institut besonders umtreibt, ist die Frage, wie nachhaltige Transformationen in allen Lebens- und Funktionsbereichen gelingen können. »Im Unterschied zu traditionellen Innovationsforschungsinstituten haben wir am Fraunhofer ISI durch die Beschäftigung mit Transformationen in den Bereichen Energie, Mobilität oder sonstigen Infrastrukturen schon immer die Wechselwirkung von Innovation und Systemtransformation im Blick. Es ist mein ureigenes Interesse, einen Beitrag zu notwendigen Systemtransformationen und deren soziale Auswirkungen zu leisten – in meiner Funktion als Forscher und als Führungskraft so vieler engagierter Mitarbeitenden«, so Professor Edler.

Unternehmen im Fraunhofer-Umfeld

Die Institute der Fraunhofer-Gesellschaft werden von Wirtschaft und Politik als Keimzellen für Unternehmensansiedlungen und -gründungen geschätzt. Viele Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus Fraunhofer-Instituten machen sich mit hier erarbeitetem Know-how selbstständig.

Arioso Systems GmbH

Innovative Mikrolautsprecher

Fremdsprachen brauchen wir in Zukunft nicht mehr lernen. Ein kleiner Knopf im Ohr, ein sogenanntes Hearable, wird uns bald jedes Gespräch simultan übersetzen. Einen entscheidenden Baustein dafür hat das Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS in Dresden entwickelt: ein innovatives Schallwandlerprinzip für miniaturisierte Kopfhörer. Mit der Ausgründung Arioso Systems wird die Entwicklung, Herstellung und Vermarktung dieser Innovation vorangetrieben.

Die kleinen und unauffälligen Hearables trägt man im Ohr und steuert sie mit Sprachbefehlen. Sie können in Zukunft viele Einsatzbereiche der Internetkommunikation übernehmen wie z. B. Übersetzungen, Bezahlungsfunktionen und andere sprachbasierte Dienste. Zentral ist jedoch, dass die enthaltenen elektronischen Komponenten sehr klein und sehr leistungsfähig sein müssen. Dies ermöglicht die Technologie Nanoscopic Electrostatic Drive (NED), eine Erfindung des Fraunhofer IPMS.

Das neue Schallwandlerprinzip besitzt keine herkömmliche Membran mehr. Diese wurde in Streifen zerlegt und in Form einer Vielzahl von Biegebalken, ähnlich den Saiten einer Harfe, in einen MEMS-Siliziumchip integriert. Vorteil der Siliziumtechnologie ist die hohe Miniaturisierung. Dadurch nehmen die Komponenten im NED-Lautsprecher nur wenig Volumen ein. Aufgrund des gewählten elektrostatischen Antriebs werden sie auch energieeffizienter als herkömmliche Systeme sein. Der Mikrolautsprecher bietet zudem eine sehr hohe Audioqualität.

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist am Start-up Arioso Systems beteiligt und hat die NED-Technologie für das Anwendungsfeld »Audio« exklusiv an Arioso Systems lizenziert. Zudem stellt das Fraunhofer IPMS seine Infrastruktur zur Entwicklung und zur Fertigung der NED-Mikrolautsprecher in Kleinserien von mehreren Zehntausend Stück pro Jahr zur Verfügung.



Clous GmbH

Virtuelles Netzwerk beschleunigt Konstruktionsprozess

Konstruktionsprozesse sind zeit- und kostenaufwendig. Vor allem wenn, wie es üblich ist, die Schritte linear nacheinander abgearbeitet werden. Das Fraunhofer-Spin-off Clous organisiert die Zusammenarbeit bei Konstruktionsprozessen auf ganz neue Weise und ermöglicht Unternehmen damit schnelleres, flexibleres und effizienteres Engineering.

Im Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK in Berlin formten Claas Blume und Thomas Vorsatz bei einem Start-up-Bootcamp aus ihrer Idee ein erstes belastbares Konzept. Im Rahmen des Programms AHEAD Company Building von Fraunhofer Venture arbeiteten sie an der finalen Entwicklung von Team-, Markt- und Produktreife-grad und gingen 2020 als Clous auf den Markt.

Das Ziel der Clous-Gründer ist es, die Vorteile der Plattformökonomie im Engineering global nutzbar zu machen. Dazu löst Clous den Konstruktionsprozess in viele einzelne Projektbausteine auf, die über intelligente Methoden miteinander verbunden sind. An die Stelle der groben industriellen Fließbandabfolge tritt bei Clous ein virtuelles Netzwerk aus Kleinprozessen und interagierenden Akteuren nach dem Cloud-Prinzip. Alle Teilprojekte sind permanent verknüpft, werden aneinander ausgerichtet und überwacht. Auf diese Weise laufen viele Arbeitsschritte nahezu parallel ab. Der größte Kostenfaktor für ein konstruierendes Unternehmen, die Zeit von der Idee bis zum erfolgreichen Prototypentest, reduziert sich somit auf einen Bruchteil.

Ein weiterer Vorteil: Da Clous die Gesamtvorhaben in viele kleine Mikroprojekte zerlegt, können Unternehmen auch externe Ressourcen in den Konstruktionsprozess einbinden, ohne die komplette Entwicklung offenlegen zu müssen. So bleibt geistiges Eigentum geschützt, während nun auch externe Experten an innerbetrieblichen Innovationsprozessen teilnehmen können. Mittelfristig soll Clous so eine ganze Plattformökonomie werden, über die die gesamte Wertschöpfungskette von der Beschaffung bis zur Produktion abgewickelt werden kann.

Clous konnte 2020 mit APX (Axel Springer Porsche GmbH & Co. KG) einen namhaften Investor gewinnen.



CodeShield GmbH

Smarte Sicherheitschecks für Cloud-Anwendungen

Firewalls und Virens Scanner schützen Software vor Angreifern. Doch immer häufiger reicht dies nicht aus. Gerade moderne Cloud-Anwendungen sind zunehmend Cyberangriffen ausgesetzt. Das Start-up CodeShield hat einen Service entwickelt, der es möglich macht, die Sicherheit der Cloud-Software zu bewerten und Sicherheitslücken frühzeitig zu schließen.

Das Gründerteam, bestehend aus Manuel Benz, Andreas Dann, Dr. Johannes Späth und Prof. Dr. Eric Bodden, hat sich während seiner gemeinsamen Forschungsarbeit an der Fachgruppe von Prof. Bodden an der Universität Paderborn und dem Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik und Mechatronik IEM kennengelernt. Als Spin-off des Heinz Nixdorf Instituts, der Universität Paderborn und des Fraunhofer IEM startete CodeShield im April 2020. CodeShield hilft Entwicklern, Sicherheitslücken in ihrer Cloud-Software zu finden und zu schließen. Dazu bietet CodeShield eine interaktive Visualisierung von der entwickelten Software, deren Architektur und des Datenflusses innerhalb der Cloud. Mithilfe einer integrierten Sicherheitsüberprüfung können Entwickler so schnell kritische Sicherheitslücken identifizieren und beheben. CodeShields Technologie basiert auf der gemeinsamen Forschung der Gründer im Bereich IT-Security und Code-Analyse, die es erstmals möglich macht, bekannte und bisher unentdeckte Schwachstellen im Programmcode präzise und effizient aufzudecken.

Kurz bevor SAP und Telekom im Sommer die Corona-Warn-App herausbrachten, unterzog das Gründerteam diese einem Test. Der Quellcode war bereits veröffentlicht und CodeShield startete seine Analyse. Und tatsächlich, zwei Sicherheitslücken lösten Alarm aus. Eine davon wurde von der CodeShield-Analyse als besonders relevant eingestuft. Das Team informierte SAP umgehend über die Ergebnisse und Risiken und ermöglichte den Entwicklern damit, die Sicherheitslücken noch vor dem Launch der App zu schließen. Die betroffene Bibliothek wurde umgehend ersetzt.

Die Technologie hinter CodeShield wurde 2019 mit dem Ernst Denert Software Engineering Award ausgezeichnet. CodeShield wird gefördert durch das europäische Förderprogramm START-UP transfer.NRW und das Programm StartUpSecure des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.



Threedy GmbH

3D-Konstruktionsdaten optimal einsetzen

3D-Modelle – nichts geht mehr ohne sie. Doch der Einsatz von Konstruktionsdaten ist schwierig und aufwendig. Einfache Visualisierung und komplexe Mixed-Reality-Anwendungen erfordern viel Speicher und Rechenpower, schnelle Internetverbindungen, kompatible Software und vieles mehr. Das Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD hat eine Lösung entwickelt, die all diese Hürden überwindet. Die Vermarktung dieser Plattform mit Namen »instant3Dhub« ist Ziel der Fraunhofer-Ausgründung Threedy GmbH.

Instant3Dhub stellt CAD-Daten wie Konstruktions- und Montagepläne dar und ermöglicht weiterführende Berechnungen für deren Anwendungen. Damit unterstützt die Plattform Ingenieure, Techniker oder Monteure beispielsweise bei der Entwicklung neuer Prototypen oder bei der Wartung von Geräten. Derartige Softwarelösungen sind im Automobil-, Luft/Raumfahrt- und Energiesektor oder auch im Building Information Modeling im Einsatz. Die vier Gründer Christian Stein (CEO), Johannes Behr, Maik Thöner und Sascha Räsch haben bereits eine Vielzahl von Anwendungsszenarien in der Fertigung erfolgreich demonstriert oder gemeinsam mit Kunden umgesetzt.

Die Technologie ermöglicht die Nutzung beliebig großer Datensätze über alle Anwendungs- und Geräteklassen hinweg, direkt vernetzt mit Businessdaten und Sensoren. Durch intelligente Verteilung der Berechnungen können komplexe Modelldaten selbst auf Geräten mit geringer Leistung verwendet werden. So werden beispielsweise nur die tatsächlich sichtbaren Geometrieteile geladen und gerendert, was die Darstellung beschleunigt und selbst bei niedrigen Bandbreiten interaktive Anwendungen ermöglicht.

Das Unternehmen konnte zur Markteinführung 2020 Startkapital in Höhe von 1,8 Mio € sammeln. Die Investorengruppe wird vom Industrial Technologies Fund von btov Partners in Verbindung mit dem High-Tech Gründerfonds (HTGF) und Fraunhofer geführt.

THREEDY
GmbH

Wiferion GmbH

Mobile Transportsysteme berührungslos mit Energie versorgen

Wie bringt man die Energiewende in Wirtschaft und Industrie voran? Indem man Batteriesysteme so praktisch und effizient macht, dass fossile Energien nicht mehr infrage kommen. Das ist der Ansatz von Wiferion in Freiburg.

Die vier Gründer haben sich am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE bei einem Forschungsprojekt zum induktiven Laden von E-Autos kennengelernt. Das Team von Florian Reiners, Benriah Goeldi, Johannes Tritschler und Johannes Mayer beschloss, mit dieser Technologie den großen Markt der mobilen Industrieroboter zu erschließen und entwickelt kabellose Ladesysteme für Akkus in mobilen Transportsystemen. Sie erhielten 2017 den »Freiburger Innovationspreis« und belegten im Businessplanwettbewerb »CyberOne Hightech Award Baden-Württemberg« im Branchenschwerpunkt Industrielle Technologien den 1. Platz. 2020 erhielt Wiferion die Auszeichnung IFOY Award 2020 Start-up of the Year und das Ladesystem etaLINK wurde mit dem LogiMAT und dem Handling Award als »Bestes Produkt« des Jahres ausgezeichnet.

Wiferion entwickelt und vertreibt induktive Schnellladesysteme für industriell genutzte Elektrofahrzeuge und mobile Roboter. Das Laden funktioniert über ein magnetisches Wechselfeld. Der Wirkungsgrad der berührungslosen Übertragung entspricht dem hochwertiger Kabelverbindungen. Der Ladevorgang beginnt automatisch, sobald das Fahrzeug den Ladepunkt erreicht. Es gibt keine Unterbrechungen des Arbeitsablaufs, da das Laden in den Prozess integriert ist. So können industrielle E-Fahrzeuge effizient und ohne Unterbrechung betrieben werden.

Kunden von Wiferion sind Hersteller von mobilen Robotern, Flurförderfahrzeugen und fahrerlosen Transportsystemen wie KUKA und Magazino. Zudem sind viele weitere Anwendungsfelder außerhalb der Logistik denkbar in Landwirtschaft, Schifffahrt und natürlich Elektromobilität.

Die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ISE wurde kürzlich vertieft: Gemeinsam arbeitet man an neuen Speichersystemen, Batteriedesigns, Batteriemanagementsystemen und Prototypen für die saubere Energieversorgung von Staplern und fahrerlosen Transportsystemen (AGVs) in der Industrie.





Industrie und Lieferketten sichern: Fragiles Gleichgewicht zwischen Kosten und Resilienz mit Innovationen stärken.



Finanzen

Bilanz zum 31. Dezember 2020	136
Gewinn- und Verlustrechnung für das Geschäftsjahr 2020	138
Zusammenhang zwischen Gewinn- und Verlustrechnung, Leistungsrechnung und Einnahmen- und Ausgabenrechnung	140
Leistungsrechnung der Fraunhofer-Einrichtungen	142
Auszüge aus dem Anhang 2020	147
Wiedergabe des Bestätigungsvermerks des Abschlussprüfers	149

Bilanz zum 31. Dezember 2020

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., München

AKTIVA	2020 in €	2020 in €	2020 in €	Vorjahr in T€
A. Anlagevermögen				
I. Immaterielle Vermögensgegenstände				
1. Konzessionen, gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte und Werte	11.369.614,64			16.705
2. Geleistete Anzahlungen	34.999.188,00			33.440
		46.368.802,64		50.145
II. Sachanlagen				
1. Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten einschließlich der Bauten auf fremden Grundstücken	1.296.790.603,25			1.237.237
2. Technische Anlagen und Maschinen	570.624.251,09			494.798
3. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	47.846.407,24			45.299
4. Geleistete Anzahlungen und Anlagen im Bau	493.152.323,40			472.927
		2.408.413.584,98		2.250.261
III. Finanzanlagen				
1. Anteile an verbundenen Unternehmen	92.782,82			93
2. Beteiligungen	9.010.126,41			8.487
3. Wertpapiere des Anlagevermögens	8.522.163,36			9.153
4. Sonstige Ausleihungen	127.500,00			515
		17.752.572,59		18.248
			2.472.534.960,21	2.318.654
B. Umlaufvermögen				
I. Vorräte				
1. Unfertige Leistungen	494.664.837,08			455.865
– erhaltene Anzahlungen	–408.822.141,87			–380.345
	85.842.695,21			75.520
2. Geleistete Anzahlungen	–			25
		85.842.695,21		75.545
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände				
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	201.246.213,68			216.125
2. Ausgleichsansprüche und Forderungen an Bund und Länder				
a) aus der institutionellen Förderung	104.249.165,80			103.003
b) aus Projektabrechnungen einschließlich Aufträgen	226.995.753,47			204.330
c) wegen Pensions- und Urlaubsrückstellungen	85.405.400,00			80.601
	416.650.319,27			387.934
3. Forderungen gegen verbundene Unternehmen	10.586.537,85			116
4. Sonstige Vermögensgegenstände	128.418.930,34			122.418
		756.902.001,14		726.593
		440.610.674,21		415.312
III. Sonstige Wertpapiere				
IV. Kassenbestand, Bundesbankguthaben und Guthaben bei Kreditinstituten				
		100.210.716,58		91.340
			1.383.566.087,14	1.308.790
C. Rechnungsabgrenzungsposten				
			87.124.251,84	80.942
			3.943.225.299,19	3.708.386
Treuhandvermögen			23.017.887,63	21.820

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., München

PASSIVA	2020 in €	2020 in €	2020 in €	Vorjahr in T€
A. Eigenkapital				
I. Vereinskaptal				
Vortrag	15.339.755,19			15.288
Jahresergebnis	47.512,24			52
		15.387.267,43		15.340
II. Rücklagen für satzungsgemäße Zwecke				
Vortrag	15.875,00			1.224
Entnahme	–			1.211
Einstellung	2.950,00			3
		18.825,00		16
			15.406.092,43	15.356
B. Sonderposten				
1. Rücklage aus Lizenzertträgen für satzungsgemäße Zwecke		415.508.285,76		415.508
2. Zuwendungen zum Anlagevermögen		2.460.606.390,82		2.305.946
3. Zur Finanzierung des Umlaufvermögens verwendete Zuwendungen		324.710.639,34		265.214
4. Barwert Teilzahlungen aus Patentverkauf		53.577.122,02		64.410
5. Zur Finanzierung von Restrukturierungen		25.000.000,00		–
			3.279.402.437,94	3.051.078
C. Rückstellungen				
1. Rückstellungen für Pensionen und ähnliche Verpflichtungen		8.805.400,00		9.101
2. Sonstige Rückstellungen		190.201.664,01		187.408
			199.007.064,01	196.509
D. Verbindlichkeiten				
1. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen		100.403.673,14		110.589
2. Noch zu verwendende Zuschüsse von Bund und Ländern				
a) aus der institutionellen Förderung	204.528.469,18			194.121
b) aus Projektabrechnungen	108.061.881,17			99.789
		312.590.350,35		293.910
3. Verbindlichkeiten gegenüber verbundenen Unternehmen		186.431,44		651
4. Sonstige Verbindlichkeiten (davon aus Steuern: Mio € 9; Vorjahr: Mio € 22)		31.626.826,31		35.579
			444.807.281,24	440.729
E. Rechnungsabgrenzungsposten			4.602.423,57	4.714
			3.943.225.299,19	3.708.386

Treuhandverbindlichkeiten

23.017.887,63

21.820

Gewinn- und Verlustrechnung für das Geschäftsjahr 2020

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., München

	2020 in €	2020 in €	2020 in €	Vorjahr in T€
1. Erträge aus institutioneller Förderung				
1.1 Bund		1.013.631.336,16		846.647
1.2 Länder		162.298.301,93		157.684
			1.175.929.638,09	1.004.331
2. Eigene Erträge				
2.1 Erlöse aus Forschung und Entwicklung				
2.1.1 Bund: Projektförderung	593.074.459,03			594.857
Aufträge	17.979.343,00			22.603
2.1.2 Länder: Projektförderung	215.690.829,76			183.247
Aufträge	2.266.857,81			1.874
2.1.3 Industrie, Wirtschaft und Wirtschaftsverbände	662.416.338,02			724.417
2.1.4 Einrichtungen der Forschungsförderung und Sonstige	132.128.176,79			166.616
		1.623.556.004,41		1.693.614
2.2 Sonstige Erlöse		8.208.451,83		6.528
Summe Umsatzerlöse			1.631.764.456,24	1.700.142
2.3 Erhöhung des Bestandes an unfertigen Leistungen		38.799.499,23		8.884
2.4 Andere aktivierte Eigenleistungen		7.060.969,92		8.964
2.5 Sonstige betriebliche Erträge		34.744.813,43		33.992
2.6 Erträge aus Beteiligungen		2.107.175,47		1.803
2.7 Sonstige Zinsen und ähnlich Erträge		1.525.738,35		2.001
			84.238.196,40	55.644
Summe Zuwendungen und eigene Erträge			2.891.932.290,73	2.760.117
3. Veränderung der Sonderposten				
3.1 Rücklage aus Lizenzträgen für satzungsgemäße Zwecke				
3.1.1 Einstellung		-13.090.684,99		-39.358
3.1.2 Verbrauch		13.090.684,99		8.758
3.2 Zuwendungen zum Anlagevermögen				
3.2.1 Einstellung (betrifft Investitionen)		-475.309.639,44		-481.059
3.2.2 Auflösung (betrifft Abschreibungen)		310.052.039,22		291.470
3.3 Zur Finanzierung des Umlaufvermögens verwendete Zuwendungen		-59.497.075,90		-62
3.4 Zur Finanzierung von Restrukturierungen				
Einstellung		-25.000.000,00		-
			-249.754.676,12	-220.251
4. Für die Aufwandsdeckung zur Verfügung stehende Zuwendungen und eigene Erträge			2.642.177.614,61	2.539.866

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., München

	2020 in €	2020 in €	2020 in €	Vorjahr in T€
Übertrag			2.642.177.614,61	2.539.866
5. Materialaufwand				
5.1 Aufwendungen für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	202.906.017,43			201.661
5.2 Aufwendungen für bezogene Forschungs- und Entwicklungsleistungen	223.937.646,05			204.510
		426.843.663,48		406.171
6. Personalaufwand				
6.1 Gehälter	1.268.900.660,50			1.199.381
6.2 Soziale Abgaben und Aufwendungen für Altersversorgung und für Unterstützung davon für Altersversorgung: € 63.801.910,34 (Vorjahr: T€ 60.605)	282.525.190,07			265.919
		1.551.425.850,57		1.465.300
7. Abschreibungen auf immaterielle Vermögensgegenstände des Anlagevermögens und Sachanlagen		309.117.320,28		288.293
8. Sonstige betriebliche Aufwendungen		347.470.036,29		372.523
9. Abschreibungen auf Finanzanlagen und auf Wertpapiere des Umlaufvermögens		6.831.202,38		8.067
10. Zinsen und ähnliche Aufwendungen		439.079,37		668
Summe der Aufwendungen			2.642.127.152,37	2.541.022
11. Jahresüberschuss (Vj.: Jahresfehlbetrag)			50.462,24	-1.156
12. Entnahme aus den Rücklagen			-	1.211
13. Einstellung in die Rücklagen			-2.950,00	-3
14. Jahresergebnis			47.512,24	52
15. Zuführung zum Vereinskaptal			-47.512,24	-52
			-	-

Zusammenhang zwischen Gewinn- und Verlustrechnung, Leistungsrechnung und Einnahmen- und Ausgabenrechnung

Erträge / Einnahmen	Leistungsrechnung in €	Vereinsvermögen in €	Überleitungs- posten in €	Gewinn- und Verlustrechnung in €
Erträge/Einnahmen				
aus institutioneller Förderung	1.171.125.238,09		4.804.400,00	1.175.929.638,09
aus Forschung und Entwicklung	1.664.499.273,88		-40.943.269,47	1.623.556.004,41
aus sonstigen Erlösen	4.388,24		8.204.063,59	8.208.451,83
Erhöhung des Bestandes an unfertigen Leistungen			38.799.499,23	38.799.499,23
Andere aktivierte Eigenleistungen	7.060.969,92			7.060.969,92
Sonstige betriebliche Erträge	44.092.468,35	345.552,25	-6.060.293,35	38.377.727,25
Einnahmen- und Ausgabenrechnung	2.886.782.338,48			
Veränderung der Sonderposten				
Zuwendungen zum Anlagevermögen				
Einstellung in den Sonderposten (betrifft Investitionen)			-475.309.639,44	-475.309.639,44
Auflösung des Sonderpostens (betrifft Abschreibungen)		19.847,81	310.032.191,41	310.052.039,22
Zur Finanzierung des Umlaufvermögens verwendete Zuwendungen	-59.497.075,90			-59.497.075,90
Zur Finanzierung von Restrukturierungen			-25.000.000,00	-25.000.000,00
Veränderung der Ausgleichsansprüche wegen Pensions- und Urlaubsrückstellungen	4.804.400,00		-4.804.400,00	
Finanzvolumen	2.832.089.662,58			
		365.400,06	-190.277.448,03	2.642.177.614,61

Aufwendungen/Ausgaben	Leistungs- rechnung in €	Vereins- vermögen in €	Überleitungs- posten in €	Gewinn- und Verlustrechnung in €
Aufwendungen/Ausgaben				
Materialaufwand	388.032.423,44	51.094,66	38.760.145,38	426.843.663,48
Personalaufwand	1.565.211.388,43	640,00	- 13.786.177,86	1.551.425.850,57
Abschreibungen auf Anlagevermögen		167.966,08	308.949.354,20	309.117.320,28
Sonstige betriebliche Aufwendungen	378.536.211,27	95.237,08	-23.891.130,31	354.740.318,04
Aufwand lt. Gewinn- und Verlustrechnung				2.642.127.152,37
Veränderung der Sonderposten				
Zur Finanzierung von Restrukturierungen	25.000.000,00		-25.000.000,00	
Investitionen (laufende Investitionen und Ausbauinvestitionen)	475.309.639,44		-475.309.639,44	
Jahresüberschuss		50.462,24		50.462,24
Finanzvolumen	2.759.712.788,89			
		365.400,06	- 190.277.448,03	2.642.177.614,61

Leistungsrechnung der Fraunhofer-Einrichtungen

Fraunhofer-Institut/-Einrichtung für	Ort	Aufwendungen		Erträge	Zuwendungs-
		Betriebshaushalt	Investitionen	Projekterträge	bedarf ¹
		2020	2020	2020	2020
		in T€	in T€	in T€	in T€
Verbund IUK-Technologie					
Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen SCAI	Sankt Augustin	14.964,7	600,3	10.877,3	4.687,7
Angewandte Informationstechnik FIT	Sankt Augustin	20.679,6	427,9	13.397,8	7.709,7
Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC	Garching	11.340,2	657,9	8.234,3	3.763,8
Bildgestützte Medizin MEVIS	Bremen	11.306,0	122,4	7.318,7	4.109,7
Digitale Medientechnologie IDMT	Ilmenau, Oldenburg	11.391,0	645,0	7.002,4	5.033,6
Experimentelles Software Engineering IESE	Kaiserslautern	15.708,7	612,2	12.037,5	4.283,3
Graphische Datenverarbeitung IGD	Darmstadt, Rostock	15.484,5	1.050,1	7.295,9	9.238,7
Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS	Sankt Augustin	26.370,6	711,7	20.772,3	6.310,0
Kognitive Systeme IKS	München	7.061,2	274,2	4.689,7	2.645,8
Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE	Wachtberg	9.609,5	104,6	7.313,8	2.400,2
Offene Kommunikationssysteme FOKUS	Berlin	31.176,9	1.816,3	26.643,4	6.349,8
Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB	Karlsruhe, Ettlingen, Ilmenau, Lemgo	36.934,3	3.001,7	28.077,5	11.858,5
Sichere Informationstechnologie SIT	Darmstadt	7.233,0	230,8	6.406,1	1.057,7
Software- und Systemtechnik ISST	Dortmund	6.579,2	196,0	5.638,1	1.137,1
Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM	Kaiserslautern	31.102,7	1.914,4	21.369,1	11.648,1
Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI	Dresden	13.144,4	2.495,9	12.431,6	3.208,7
Geschäftsstelle IUK-Technologie IUK-GS	Berlin	272,6	13,2	152,6	133,2
Summe Verbund IUK-Technologie		270.359,1	14.874,6	199.658,2	85.575,4

¹ Rundungen erfolgen anhand der Echtwerte.

Fraunhofer-Institut/-Einrichtung für	Ort	Aufwendungen		Erträge	Zuwendungs-
		Betriebshaushalt	Investitionen	Projekterträge	bedarf ¹
		2020 in T€	2020 in T€	2020 in T€	2020 in T€
Verbund Innovationsforschung – INNOVATION					
Arbeitswirtschaft und Organisation IAO	Stuttgart	38.414,6	1.281,6	31.964,1	7.732,1
Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT	Euskirchen	2.688,4	469,3	2.297,5	860,2
System- und Innovationsforschung ISI	Karlsruhe	27.350,2	743,5	20.170,2	7.923,5
Informationszentrum Raum und Bau IRB	Stuttgart	8.180,8	72,0	2.297,9	5.954,9
Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie IMW	Leipzig	9.095,4	310,3	5.689,6	3.716,1
Summe Verbund Innovationsforschung – INNOVATION		85.729,4	2.876,8	62.419,4	26.186,8
Verbund Life Sciences					
Biomedizinische Technik IBMT	Sulzbach	16.273,0	880,8	12.085,7	5.068,1
Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB	Stuttgart, Leuna	26.468,8	2.959,9	19.736,0	9.692,8
Individualisierte und zellbasierte Medizintechnik IMTE	Lübeck	3.319,3	1.175,7	3.557,5	937,5
Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME	Aachen, Schmollenberg, Frankfurt am Main	41.370,2	3.323,1	31.763,2	12.930,2
Toxikologie und Experimentelle Medizin ITEM	Hannover, Braunschweig, Regensburg	35.728,7	3.873,9	27.429,4	12.173,3
Verfahrenstechnik und Verpackung IVV	Freising, Dresden	26.917,9	3.029,4	20.449,5	9.497,8
Zelltherapie und Immunologie IZI	Leipzig, Potsdam-Golm	40.277,9	3.867,1	30.079,1	14.066,0
Summe Verbund Life Sciences		190.355,8	19.110,0	145.100,3	64.365,6
Verbund Light & Surfaces					
Angewandte Optik und Feinmechanik IOF	Jena	39.682,7	11.741,6	38.960,6	12.463,7
Lasertechnik ILT	Aachen	41.326,3	6.238,4	29.464,0	18.100,7
Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP	Dresden	24.142,9	1.443,8	19.781,3	5.805,4
Physikalische Messtechnik IPM	Freiburg	21.234,3	1.248,4	11.113,5	11.369,2
Schicht- und Oberflächentechnik IST	Braunschweig	13.290,1	417,1	7.231,4	6.475,8
Werkstoff- und Strahltechnik IWS	Dresden	28.437,3	3.535,3	19.308,9	12.663,8
Summe Verbund Light & Surfaces		168.113,7	24.624,6	125.859,6	66.878,6

1 Rundungen erfolgen anhand der Echtwerte.

Fraunhofer-Institut/-Einrichtung für	Ort	Aufwendungen		Erträge		Zuwendungs- bedarf ¹
		Betriebshaushalt 2020 in T€	Investitionen 2020 in T€	Projekterträge 2020 in T€	2020 in T€	
Verbund Mikroelektronik						
Angewandte Festkörperphysik IAF	Freiburg	25.124,7	3.992,1	18.026,5	11.090,4	
Elektronische Nanosysteme ENAS	Chemnitz	13.881,4	2.282,6	11.284,5	4.879,4	
Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR	Wachtberg	19.714,8	568,3	12.957,7	7.325,5	
Integrierte Schaltungen IIS	Erlangen, Nürnberg, Dresden	185.008,0	5.377,5	132.264,0	58.121,5	
Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB	Erlangen	28.320,3	1.113,1	20.375,3	9.058,1	
Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS	Duisburg	45.792,5	2.815,5	21.535,9	27.072,1	
Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT	München	16.348,3	973,7	9.451,3	7.870,7	
Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI	Berlin, Goslar	59.958,8	3.961,1	50.838,5	13.081,4	
Photonische Mikrosysteme IPMS	Dresden	48.842,2	2.379,1	36.425,8	14.795,6	
Siliziumtechnologie ISIT	Itzehoe	22.058,3	2.899,3	17.474,5	7.483,2	
Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM	Berlin, Dresden	37.587,9	1.221,6	28.507,3	10.302,2	
Geschäftsstelle Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)	Berlin	2.135,7	6,5	1.641,9	500,3	
Summe Verbund Mikroelektronik		504.773,1	27.590,4	360.783,2	171.580,3	
Verbund Produktion						
Additive Produktionstechnologien IAPT	Hamburg	9.161,8	3.166,2	5.508,0	6.820,1	
Entwurfstechnik Mechatronik IEM	Paderborn	12.446,1	599,4	9.982,3	3.063,3	
Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF	Magdeburg	18.585,4	547,9	13.763,1	5.370,2	
Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV	Augsburg, Garching	16.984,6	3.429,8	15.212,4	5.201,9	
Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP	Rostock	10.091,9	1.035,8	7.517,3	3.610,3	
Materialfluss und Logistik IML	Dortmund, Hamburg	35.154,5	1.752,2	28.366,9	8.539,7	
Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK	Berlin	17.311,2	1.485,1	12.703,2	6.093,1	
Produktionstechnik und Automatisierung IPA	Stuttgart	62.351,3	4.311,0	48.477,0	18.185,2	
Produktionstechnologie IPT	Aachen	30.051,4	1.205,7	21.506,6	9.750,4	
Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT	Oberhausen, Sulzbach- Rosenberg	50.287,5	3.584,5	40.866,4	13.005,6	
Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU	Chemnitz	45.972,3	5.039,7	30.467,8	20.544,2	
Summe Verbund Produktion		308.397,9	26.157,2	234.371,0	100.184,0	

¹ Rundungen erfolgen anhand der Echtwerte.

Fraunhofer-Institut/-Einrichtung für	Ort	Aufwendungen		Erträge	Zuwendungs-
		Betriebshaushalt	Investitionen	Projekterträge	bedarf ¹
		2020	2020	2020	2020
		in T€		in T€	
Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS					
Angewandte Polymerforschung IAP	Potsdam-Golm	25.040,3	3.437,5	15.778,9	12.698,9
Bauphysik IBP	Stuttgart, Holzkirchen	29.350,1	1.553,2	19.210,0	11.693,2
Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF	Darmstadt	28.059,9	1.779,8	15.483,0	14.356,7
Chemische Technologie ICT, Teilinstitut für Polymertechnik	Pfanztal, Karlsruhe	26.378,0	3.272,3	17.384,6	12.335,7
Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG	Bochum	6.755,7	586,2	3.856,3	3.485,6
Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE	Kassel	27.150,8	2.681,1	21.721,0	8.111,0
Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM	Bremen, Dresden, Stade	53.530,5	7.174,4	41.619,0	19.086,0
Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI	Braunschweig	15.303,0	1.260,0	12.635,4	3.927,5
Keramische Technologien und Systeme IKTS	Dresden, Hermsdorf	62.472,2	14.573,8	53.486,2	23.559,7
Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI	Freiburg	9.531,3	204,6	6.974,5	2.761,3
Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS	Halle	23.306,4	2.688,4	18.088,0	7.906,9
Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM	Mainz	12.865,8	855,2	6.080,7	7.640,2
Silicatforschung ISC	Würzburg, Bronnbach, Garching, Bayreuth	25.216,0	815,1	15.192,1	10.839,0
Solare Energiesysteme ISE	Freiburg, Halle	91.119,7	13.660,6	87.965,2	16.815,1
Werkstoffmechanik IWM	Freiburg	23.180,7	1.977,8	15.377,4	9.781,0
Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS	Alzenau, Hanau	7.313,5	34,6	3.098,2	4.249,8
Windenergiesysteme IWES	Bremerhaven, Kassel	31.599,4	8.948,8	38.315,3	2.233,0
Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP	Saarbrücken	14.203,8	621,1	8.005,0	6.819,9
Geschäftsstelle Verbund MATERIALS V-MAT	Darmstadt	461,7	24,8	43,9	442,6
Summe Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS		512.838,7	66.149,4	400.244,8	178.743,3

¹ Rundungen erfolgen anhand der Echtwerte.

Fraunhofer-Institut/-Einrichtung für	Ort	Aufwendungen		Erträge	Zuwendungs-
		Betriebshaushalt	Investitionen	Projekterträge	bedarf ¹
		2020	2020	2020	2020
		in T€	in T€	in T€	in T€
Institute außerhalb von Verbänden					
Fraunhofer-Zentrale	München	44.755,6	5.665,9	4.968,9	45.452,5
Institutszentrum Birlinghoven	Sankt Augustin	1.039,1	139,2	27,9	1.150,4
Institutszentrum Stuttgart	Stuttgart	330,7	42,8	13,6	359,8
Zentrale Kosten		120.057,7	755,4	19.102,5	101.710,6
Fraunhofer-Kompetenznetzwerk Quantencomputing	Ehningen	2.793,8	0,0	0,0	2.793,8
Summe Institute außerhalb von Verbänden		168.976,8	6.603,4	24.113,1	151.467,1
Zusätzliche Forschungsförderung²					
Verteidigungsforschung					
Angewandte Festkörperphysik IAF	Freiburg	13.495,3	5.006,3	7.774,7	10.726,9
Chemische Technologie ICT, Teilinstitut für Chemische Energieträger	Pfingsttal	15.101,0	1.213,3	4.665,9	11.648,4
Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR	Wachtberg	17.062,8	2.245,6	7.229,2	12.079,3
Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE	Wachtberg	28.733,0	1.422,1	15.861,9	14.293,2
Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI	Freiburg	17.915,9	3.547,6	10.346,0	11.117,4
Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT	Euskirchen	7.732,5	464,3	2.824,5	5.372,3
Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, Teilinstitut Ettlingen	Ettlingen	22.898,3	2.565,1	16.649,2	8.814,2
ATHENE					
Graphische Datenbearbeitung IGD	Darmstadt	1.834,8	76,0	0,0	1.910,8
Sichere Informationstechnologie SIT	Darmstadt	11.889,5	507,4	0,0	12.396,9
Forschungsfertigung Batteriezelle FFB					
Produktionstechnologie IPT, Institutsteil	Münster	10.572,3	5,8	10.578,2	0,0
Summe Zusätzliche Forschungsförderung		147.235,4	17.053,5	75.929,5	88.359,5
Ausbauinvestitionen			270.269,9	87.178,0	183.091,9
Leistungsrechnung		2.356.780,0	475.309,6	1.715.657,1	1.116.432,6
Finanzvolumen			2.832.089,7		

¹ Rundungen erfolgen anhand der Echtwerte.

² Dauerhaft angelegte Forschungsleistungen außerhalb der regulären Grundfinanzierung.

Auszüge aus dem Anhang 2020

1. Allgemeine Erläuterungen

Die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. mit Sitz in München wird im Vereinsregister des Amtsgerichts München unter der Registernummer VR 4461 geführt.

Die Aufstellung des Jahresabschlusses zum 31. Dezember 2020 erfolgt freiwillig unter Beachtung der Vorschriften des Handelsgesetzbuches für große Kapitalgesellschaften. Die Aufstellung der Gewinn- und Verlustrechnung erfolgt nach dem Gesamtkostenverfahren.

Kernstück der Rechnungslegung der Fraunhofer-Gesellschaft ist die Leistungsrechnung, aus der sich nach Überleitung der kaufmännische Jahresabschluss ergibt.

Die Leistungsrechnung ist den Anforderungen der öffentlichen Zuwendungsgeber in Gliederung und Überleitung angepasst. Sie beinhaltet Betriebs- und Investitionshaushalte auf den Ebenen der Institute, der Zentrale und der Gesamtgesellschaft. Die Zahlen des Betriebshaushalts sind im kaufmännischen Sinn als Aufwand und Ertrag dargestellt. Die Investitionen in die Sach- und Finanzanlagen hingegen werden in Höhe

der Ausgaben zum Zeitpunkt der Anschaffung dargestellt. Abschreibungen sind daher im Betriebshaushalt nicht enthalten.

Für die Abrechnung gegenüber den Zuwendungsgebern wird die Leistungsrechnung der Gesamtgesellschaft durch Neutralisierung von nicht kassenwirksamen Erträgen und Aufwendungen zur kameralistischen Einnahmen- und Ausgabenrechnung übergeleitet. Die Gewinn- und Verlustrechnung enthält diese erfolgswirksamen Veränderungen der Forderungen und Verbindlichkeiten gegenüber dem Vorjahr sowie die Abschreibungen. In der Bilanz werden diese Überleitungen unter der Position Sonderposten »Zur Finanzierung des Umlaufvermögens verwendete Zuwendungen« ausgewiesen bzw. im Sonderposten »Zuwendungen zum Anlagevermögen« mitberücksichtigt. Im Lagebericht werden die Zahlen der Leistungsrechnung getrennt nach den drei Bereichen Vertragsforschung, Zusätzliche Forschungsförderung und Ausbauinvestitionen erläutert.

2. Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden

Immaterielle Vermögensgegenstände und Sachanlagen sind zu Anschaffungs- bzw. Herstellungskosten vermindert um planmäßige, lineare Abschreibungen bewertet.

Darstellung der Jahresrechnung der Fraunhofer-Gesellschaft

Jahresabschluss der Fraunhofer-Gesellschaft		Überleitung auf kameralistische Einnahmen- und Ausgabenrechnung
Gewinn- und Verlustrechnung		
Bilanz Lagebericht Anhang	Überleitung auf kaufmännische Rechnungslegung	
	Leistungsrechnung	
	Betriebs- und Investitionshaushalt auf Ebene Fraunhofer-Gesellschaft »Finanzvolumen«	
	Einzelabschlüsse der Institute/Zentrale	
	Betriebshaushalt	Investitionshaushalt
Aufwand (ohne Abschreibung)	Ausgaben	
Ertrag	Ertrag	

Immaterielle Vermögensgegenstände werden über eine Nutzungsdauer von 3 Jahren abgeschrieben.

Institutsbauten auf eigenen und fremden Grundstücken werden wie folgt abgeschrieben:

- Zugang vor April 1985 mit 2 Prozent
- Zugang zwischen 1. April 1985 und 31. Dezember 2000 mit 4 Prozent
- Zugang ab dem 1. Januar 2001 mit 3 Prozent

Für bewegliche Sachanlagen wird eine Nutzungsdauer von 5 Jahren zugrunde gelegt. Abweichend davon wird für Kommunikations-, Video- und Audioanlagen eine Nutzungsdauer von 4 Jahren und bei EDV-Hardware eine Nutzungsdauer von 3 Jahren unterstellt. Kraftfahrzeuge werden über eine Nutzungsdauer von 4 Jahren abgeschrieben. Die Finanzanlagen sind zu Anschaffungskosten bzw. mit dem niedrigeren beizulegenden Wert angesetzt.

Da das Anlagevermögen der Ordentlichen Rechnung zuwendungsfinanziert ist, erfolgt eine Auflösung des Sonderpostens »Zuwendungen zum Anlagevermögen« in Höhe der Abschreibungen, sodass die Anpassungen erfolgsneutral sind.

Die Bewertung der unfertigen Leistungen erfolgt zu Herstellungskosten bzw. zum niedrigeren beizulegenden Wert. Die Herstellungskosten umfassen Personal- und Sacheinzelkosten, Gemeinkosten sowie Abschreibungen. Die erhaltenen Anzahlungen (einschließlich Umsatzsteuer) sind unter den Vorräten offen abgesetzt.

Forderungen aus Lieferungen und Leistungen und sonstige Vermögensgegenstände werden mit dem Nominalwert angesetzt. Uneinbringliche Forderungen werden zum Stichtag wertberichtigt. Das allgemeine Forderungsrisiko wird durch eine pauschale Wertberichtigung in Höhe von 2 Prozent des Forderungsbestands berücksichtigt.

Wertpapiere des Umlaufvermögens sind zu Anschaffungskosten angesetzt.

Die liquiden Mittel sind zu Nominalwerten angesetzt.

Geleistete Ausgaben vor dem Bilanzstichtag, die erst nach dem Bilanzstichtag aufwandswirksam werden, werden als Rechnungsabgrenzungsposten aktiviert.

Die Fraunhofer-Gesellschaft nutzt das im Rahmen ihrer Bewirtschaftungsgrundsätze verfügbare Instrument der Rücklagenbildung, um im Wesentlichen die Einnahmen aus der Lizenzierung von Audiocodierungs-Technologien mittelfristig gezielt zur Förderung ihrer eigenen Vorlaufforschung einsetzen zu können.

Die zur Finanzierung des Anlagevermögens verwendeten Zuwendungen werden dem Sonderposten »Zuwendungen zum Anlagevermögen« zugeführt. Die zur Finanzierung des Umlaufvermögens verwendeten Zuwendungen sind in einem eigenen Sonderposten eingestellt.

Die Bewertung der Pensionsrückstellungen bei bestehender Rückdeckungsversicherung erfolgt zum Bilanzstichtag mit den von der Versicherungsgesellschaft ermittelten Aktivierungswerten. Die Berechnung der Aktivierungswerte erfolgt gemäß Mitteilung der Versicherungsgesellschaft unter Zugrundelegung der »Richttafeln DAV 2004 R«. Eine Anpassung der laufenden Renten sowie der anrechenbaren Bezüge wird nicht zugrunde gelegt. Besteht keine Rückdeckungsversicherung bzw. ist der Erfüllungsbetrag der Pensionsverpflichtung höher als der Aktivierungswert der Rückdeckungsversicherung, wird eine Bewertung in Höhe des Betrags der Pensionsverpflichtung laut versicherungsmathematischem Gutachten vorgenommen. Die Bestimmung des Erfüllungsbetrags der Pensionsverpflichtung erfolgt nach dem Barwertverfahren (Methode der laufenden Einmalprämien). Für die Bewertung wurde ein Rechnungszins aus 10-jähriger Durchschnittsbildung von 2,3 Prozent gemäß § 253 Abs. 2 HGB verwendet sowie die »Heubeck-Richttafeln 2018 G« herangezogen.

Die sonstigen Rückstellungen berücksichtigen alle erkennbaren Risiken und ungewisse Verbindlichkeiten. Die Bewertung der sonstigen Rückstellungen erfolgt gemäß § 253 Abs. 1 HGB mit dem nach vernünftiger kaufmännischer Beurteilung notwendigen Erfüllungsbetrag. Sonstige Rückstellungen mit einer Laufzeit von mehr als einem Jahr wurden gemäß § 253 Abs. 2 HGB mit den von der Deutschen Bundesbank im Dezember 2020 ermittelten laufzeitabhängigen durchschnittlichen Marktzinssätzen abgezinst. Die Altersteilzeitrückstellung wurde auf Basis der abgeschlossenen Verträge sowie einer Prognose zukünftig zu erwartender Verträge berechnet.

Die Verbindlichkeiten sind mit dem Erfüllungsbetrag angesetzt.

Nicht ertragswirksame Einnahmen vor dem Bilanzstichtag werden als passiver Rechnungsabgrenzungsposten ausgewiesen.

Geschäftsvorfälle in fremder Währung werden mit den jeweiligen Sicherungskursen in Ansatz gebracht. Fremdwährungskonten werden im Jahresabschluss mit dem am Bilanzstichtag geltenden Devisenkassamittelkurs umgerechnet.

Durchlaufende Posten sind als Treuhandvermögen bzw. Treuhandverbindlichkeiten unter der Bilanz der Fraunhofer-Gesellschaft vermerkt.

Wiedergabe des Bestätigungsvermerks des Abschlussprüfers

Grundlage für die Wiedergabe des nachfolgenden Bestätigungsvermerks des Abschlussprüfers ist neben der Bilanz zum 31. Dezember 2020 und der Gewinn- und Verlustrechnung für das Geschäftsjahr 2020 auch der vollständige Anhang 2020 sowie der Lagebericht 2020.

»An die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., München

Prüfungsurteile

Wir haben den Jahresabschluss der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., München, – bestehend aus der Bilanz zum 31. Dezember 2020 und der Gewinn- und Verlustrechnung für das Geschäftsjahr vom 1. Januar 2020 bis zum 31. Dezember 2020 sowie dem Anhang, einschließlich der Darstellung der Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden – geprüft. Darüber hinaus haben wir den Lagebericht der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., München, für das Geschäftsjahr vom 1. Januar 2020 bis zum 31. Dezember 2020 geprüft.

Nach unserer Beurteilung aufgrund der bei der Prüfung gewonnenen Erkenntnisse

- entspricht der beigefügte Jahresabschluss in allen wesentlichen Belangen den deutschen, für Kapitalgesellschaften geltenden handelsrechtlichen Vorschriften einschließlich den ergänzenden Bestimmungen der Satzung und vermittelt unter Beachtung der deutschen Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung ein den tatsächlichen Verhältnissen entsprechendes Bild der Vermögens- und Finanzlage des Vereins zum 31. Dezember 2020 sowie seiner Ertragslage für das Geschäftsjahr vom 1. Januar 2020 bis zum 31. Dezember 2020 und
- vermittelt der beigefügte Lagebericht insgesamt ein zutreffendes Bild von der Lage des Vereins. In allen wesentlichen Belangen steht dieser Lagebericht in Einklang mit dem Jahresabschluss, entspricht den deutschen gesetzlichen Vorschriften und stellt die Chancen und Risiken der zukünftigen Entwicklung zutreffend dar.

Gemäß § 322 Abs. 3 Satz 1 HGB erklären wir, dass unsere Prüfung zu keinen Einwendungen gegen die Ordnungsmäßigkeit des Jahresabschlusses und des Lageberichts geführt hat.

Grundlage für die Prüfungsurteile

Wir haben unsere Prüfung des Jahresabschlusses und des Lageberichts in Übereinstimmung mit § 317 HGB unter Beachtung der vom Institut der Wirtschaftsprüfer (IDW) festgestellten deutschen Grundsätze ordnungsmäßiger Abschlussprüfung durchgeführt. Unsere Verantwortung nach diesen Vorschriften und Grundsätzen ist im Abschnitt »Verantwortung des Abschlussprüfers für die Prüfung des Jahresabschlusses und des Lageberichts« unseres Bestätigungsvermerks weitergehend beschrieben. Wir sind von dem Verein unabhängig in Übereinstimmung mit den deutschen handelsrechtlichen und berufsrechtlichen Vorschriften und haben unsere sonstigen deutschen Berufspflichten in Übereinstimmung mit diesen Anforderungen erfüllt. Wir sind der Auffassung, dass die von uns erlangten Prüfungsnachweise ausreichend und geeignet sind, um als Grundlage für unsere Prüfungsurteile zum Jahresabschluss und zum Lagebericht zu dienen.

Verantwortung der gesetzlichen Vertreter und des Senats für den Jahresabschluss und den Lagebericht

Die gesetzlichen Vertreter sind verantwortlich für die Aufstellung des Jahresabschlusses, der den deutschen, für Kapitalgesellschaften geltenden handelsrechtlichen Vorschriften in allen wesentlichen Belangen entspricht, und dafür, dass der Jahresabschluss unter Beachtung der deutschen Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung ein den tatsächlichen Verhältnissen entsprechendes Bild der Vermögens-, Finanz- und Ertragslage des Vereins vermittelt.

Ferner sind die gesetzlichen Vertreter verantwortlich für die internen Kontrollen, die sie in Übereinstimmung mit den deutschen Grundsätzen ordnungsmäßiger Buchführung als notwendig bestimmt haben, um die Aufstellung eines Jahresabschlusses zu ermöglichen, der frei von wesentlichen – beabsichtigten oder unbeabsichtigten – falschen Darstellungen ist.

Bei der Aufstellung des Jahresabschlusses sind die gesetzlichen Vertreter dafür verantwortlich, die Fähigkeit des Vereins zur Fortführung der Unternehmenstätigkeit zu beurteilen. Des Weiteren haben sie die Verantwortung, Sachverhalte in Zusammenhang mit der Fortführung der Unternehmenstätigkeit, sofern einschlägig, anzugeben. Darüber hinaus sind sie

dafür verantwortlich, auf der Grundlage des Rechnungslegungsgrundsatzes der Fortführung der Unternehmenstätigkeit zu bilanzieren, sofern dem nicht tatsächliche oder rechtliche Gegebenheiten entgegenstehen.

Außerdem sind die gesetzlichen Vertreter verantwortlich für die Aufstellung des Lageberichts, der insgesamt ein zutreffendes Bild von der Lage des Vereins vermittelt sowie in allen wesentlichen Belangen mit dem Jahresabschluss in Einklang steht, den deutschen gesetzlichen Vorschriften entspricht und die Chancen und Risiken der zukünftigen Entwicklung zutreffend darstellt. Ferner sind die gesetzlichen Vertreter verantwortlich für die Vorkehrungen und Maßnahmen (Systeme), die sie als notwendig erachtet haben, um die Aufstellung eines Lageberichts in Übereinstimmung mit den anzuwendenden deutschen gesetzlichen Vorschriften zu ermöglichen, und um ausreichende geeignete Nachweise für die Aussagen im Lagebericht erbringen zu können.

Der Senat beschließt die der Mitgliederversammlung vorzulegende Jahresrechnung.

Verantwortung des Abschlussprüfers für die Prüfung des Jahresabschlusses und des Lageberichts

Unsere Zielsetzung ist, hinreichende Sicherheit darüber zu erlangen, ob der Jahresabschluss als Ganzes frei von wesentlichen – beabsichtigten oder unbeabsichtigten – falschen Darstellungen ist, und ob der Lagebericht insgesamt ein zutreffendes Bild von der Lage des Vereins vermittelt sowie in allen wesentlichen Belangen mit dem Jahresabschluss sowie mit den bei der Prüfung gewonnenen Erkenntnissen in Einklang steht, den deutschen gesetzlichen Vorschriften entspricht und die Chancen und Risiken der zukünftigen Entwicklung zutreffend darstellt, sowie einen Bestätigungsvermerk zu erteilen, der unsere Prüfungsurteile zum Jahresabschluss und zum Lagebericht beinhaltet.

Hinreichende Sicherheit ist ein hohes Maß an Sicherheit, aber keine Garantie dafür, dass eine in Übereinstimmung mit § 317 HGB unter Beachtung der vom Institut der Wirtschaftsprüfer (IDW) festgestellten deutschen Grundsätze ordnungsmäßiger Abschlussprüfung durchgeführte Prüfung eine wesentliche falsche Darstellung stets aufdeckt. Falsche Darstellungen können aus Verstößen oder Unrichtigkeiten resultieren und werden als wesentlich angesehen, wenn vernünftigerweise erwartet werden könnte, dass sie einzeln oder insgesamt die auf der Grundlage dieses Jahresabschlusses und Lageberichts getroffenen wirtschaftlichen Entscheidungen von Adressaten beeinflussen.

Während der Prüfung üben wir pflichtgemäßes Ermessen aus und bewahren eine kritische Grundhaltung. Darüber hinaus

- identifizieren und beurteilen wir die Risiken wesentlicher – beabsichtigter oder unbeabsichtigter – falscher Darstellungen im Jahresabschluss und im Lagebericht, planen und führen Prüfungshandlungen als Reaktion auf diese Risiken durch sowie erlangen Prüfungsnachweise, die ausreichend und geeignet sind, um als Grundlage für unsere Prüfungsurteile zu dienen. Das Risiko, dass wesentliche falsche Darstellungen nicht aufgedeckt werden, ist bei Verstößen höher als bei Unrichtigkeiten, da Verstöße betrügerisches Zusammenwirken, Fälschungen, beabsichtigte Unvollständigkeiten, irreführende Darstellungen bzw. das Außerkraftsetzen interner Kontrollen beinhalten können.
- gewinnen wir ein Verständnis von dem für die Prüfung des Jahresabschlusses relevanten internen Kontrollsystem und den für die Prüfung des Lageberichts relevanten Vorkehrungen und Maßnahmen, um Prüfungshandlungen zu planen, die unter den gegebenen Umständen angemessen sind, jedoch nicht mit dem Ziel, ein Prüfungsurteil zur Wirksamkeit dieser Systeme des Vereins abzugeben.
- beurteilen wir die Angemessenheit der von den gesetzlichen Vertretern angewandten Rechnungslegungsmethoden sowie die Vertretbarkeit der von den gesetzlichen Vertretern dargestellten geschätzten Werte und damit zusammenhängenden Angaben.
- ziehen wir Schlussfolgerungen über die Angemessenheit des von den gesetzlichen Vertretern angewandten Rechnungslegungsgrundsatzes der Fortführung der Unternehmenstätigkeit sowie, auf der Grundlage der erlangten Prüfungsnachweise, ob eine wesentliche Unsicherheit im Zusammenhang mit Ereignissen oder Gegebenheiten besteht, die bedeutsame Zweifel an der Fähigkeit des Vereins zur Fortführung der Unternehmenstätigkeit aufwerfen können. Falls wir zu dem Schluss kommen, dass eine wesentliche Unsicherheit besteht, sind wir verpflichtet, im Bestätigungsvermerk auf die dazugehörigen Angaben im Jahresabschluss und im Lagebericht aufmerksam zu machen oder, falls diese Angaben unangemessen sind, unser jeweiliges Prüfungsurteil zu modifizieren. Wir ziehen unsere Schlussfolgerungen auf der Grundlage der bis zum Datum unseres Bestätigungsvermerks erlangten Prüfungsnachweise. Zukünftige Ereignisse oder Gegebenheiten können jedoch dazu führen, dass der Verein seine Unternehmenstätigkeit nicht mehr fortführen kann.
- beurteilen wir die Gesamtdarstellung, den Aufbau und den Inhalt des Jahresabschlusses einschließlich der Angaben sowie ob der Jahresabschluss die zugrunde liegenden Geschäftsvorfälle und Ereignisse so darstellt, dass der Jahresabschluss unter Beachtung der deutschen Grundsätze

ordnungsmäßiger Buchführung ein den tatsächlichen Verhältnissen entsprechendes Bild der Vermögens-, Finanz- und Ertragslage des Vereins vermittelt.

- beurteilen wir den Einklang des Lageberichts mit dem Jahresabschluss, seine Gesetzesentsprechung und das von ihm vermittelte Bild von der Lage des Vereins.
- führen wir Prüfungshandlungen zu den von den gesetzlichen Vertretern dargestellten zukunftsorientierten Angaben im Lagebericht durch. Auf Basis ausreichender geeigneter Prüfungsnachweise vollziehen wir dabei insbesondere die den zukunftsorientierten Angaben von den gesetzlichen Vertretern zugrunde gelegten bedeutsamen Annahmen nach und beurteilen die sachgerechte Ableitung der zukunftsorientierten Angaben aus diesen Annahmen. Ein eigenständiges Prüfungsurteil zu den zukunftsorientierten Angaben sowie zu den zugrunde liegenden Annahmen geben wir nicht ab. Es besteht ein erhebliches unvermeidbares Risiko, dass künftige Ereignisse wesentlich von den zukunftsorientierten Angaben abweichen.

Wir erörtern mit den für die Überwachung Verantwortlichen unter anderem den geplanten Umfang und die Zeitplanung der Prüfung sowie bedeutsame Prüfungsfeststellungen, einschließlich etwaiger Mängel im internen Kontrollsystem, die wir während unserer Prüfung feststellen.

Nürnberg, den 19. März 2021

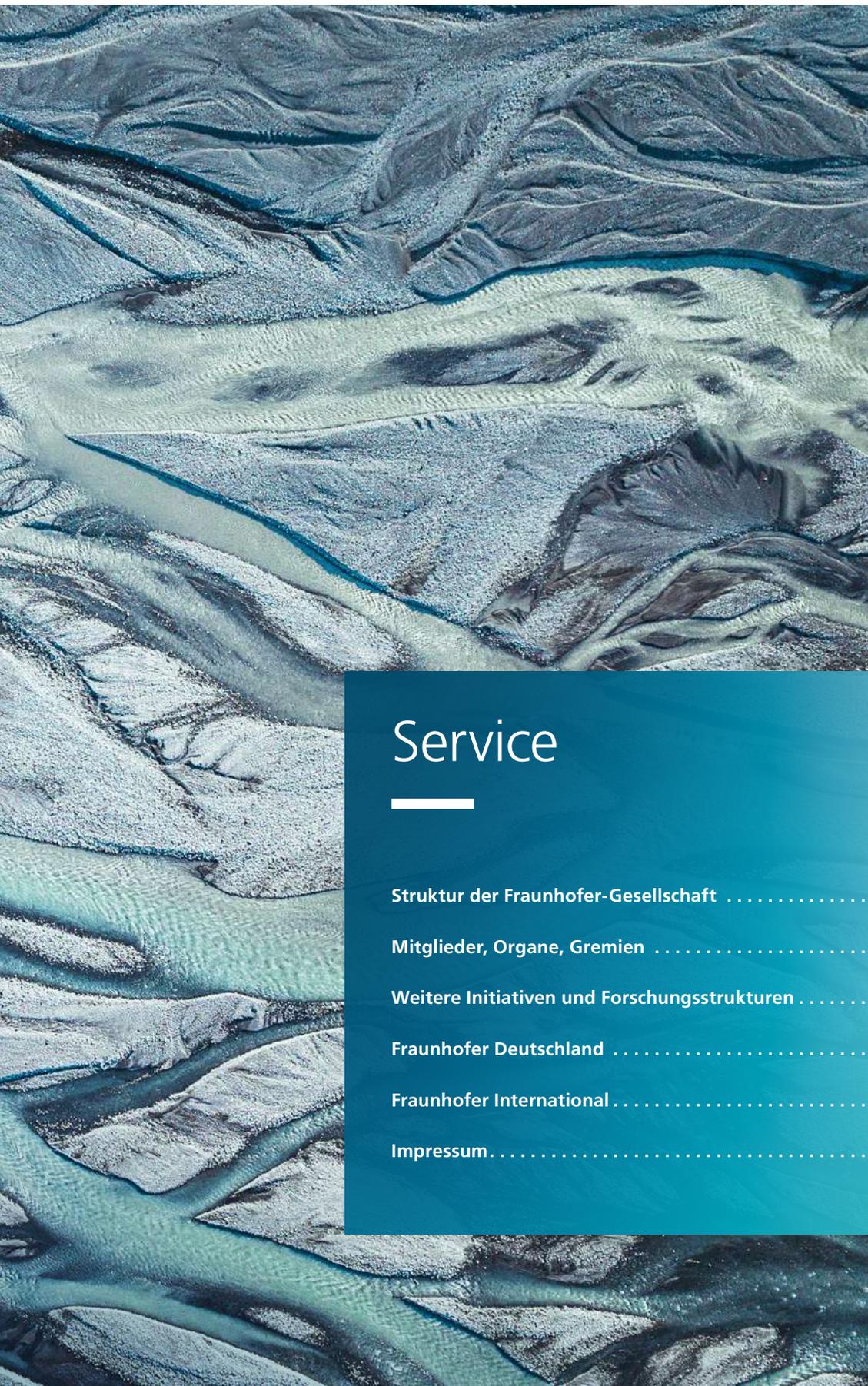
Rödl & Partner GmbH
Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Steuerberatungsgesellschaft

gez. Vogel gez. Hahn
Wirtschaftsprüfer Wirtschaftsprüfer

(An dieser Stelle endet die Wiedergabe des Bestätigungsvermerks des Abschlussprüfers.)«



Resilient gegen Extremwetterereignisse:
Mit nachhaltigen Präventions- und
Notfallmaßnahmen Folgen des Klima-
wandels dämpfen.



Service

Struktur der Fraunhofer-Gesellschaft	154
Mitglieder, Organe, Gremien	156
Weitere Initiativen und Forschungsstrukturen	158
Fraunhofer Deutschland	162
Fraunhofer International	164
Impressum	166

Struktur der Fraunhofer-Gesellschaft

Einrichtungen und Aufgaben

Der Vorstand besteht aus dem Präsidenten und weiteren hauptamtlichen Mitgliedern. Zu seinen Aufgaben zählen die Geschäftsführung, die Vertretung der Fraunhofer-Gesellschaft nach innen und außen, die Erarbeitung der Grundzüge der Wissenschafts- und Forschungspolitik, die Ausbau- und Finanzplanung, die Akquisition der Grundfinanzierung und ihre Verteilung auf die Institute sowie die Berufung der Institutsleitungen.

Unter dem Dach von Fraunhofer arbeiten **75 Institute und Forschungseinrichtungen** an Standorten in ganz Deutschland. Sie agieren selbstständig auf dem Markt und wirtschaften eigenverantwortlich. Sie sind in neun thematisch orientierten **Fraunhofer-Verbänden** organisiert. Deren Ziele sind die fachliche Abstimmung innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft und ein gemeinsames Auftreten am Markt. Die Sprecher der Verbände bilden zusammen mit dem Vorstand das Präsidium der Fraunhofer-Gesellschaft. Das Präsidium beteiligt sich an der Entscheidungsfindung des Vorstands und hat ein Vorschlags-, Empfehlungs- und Anhörungsrecht.

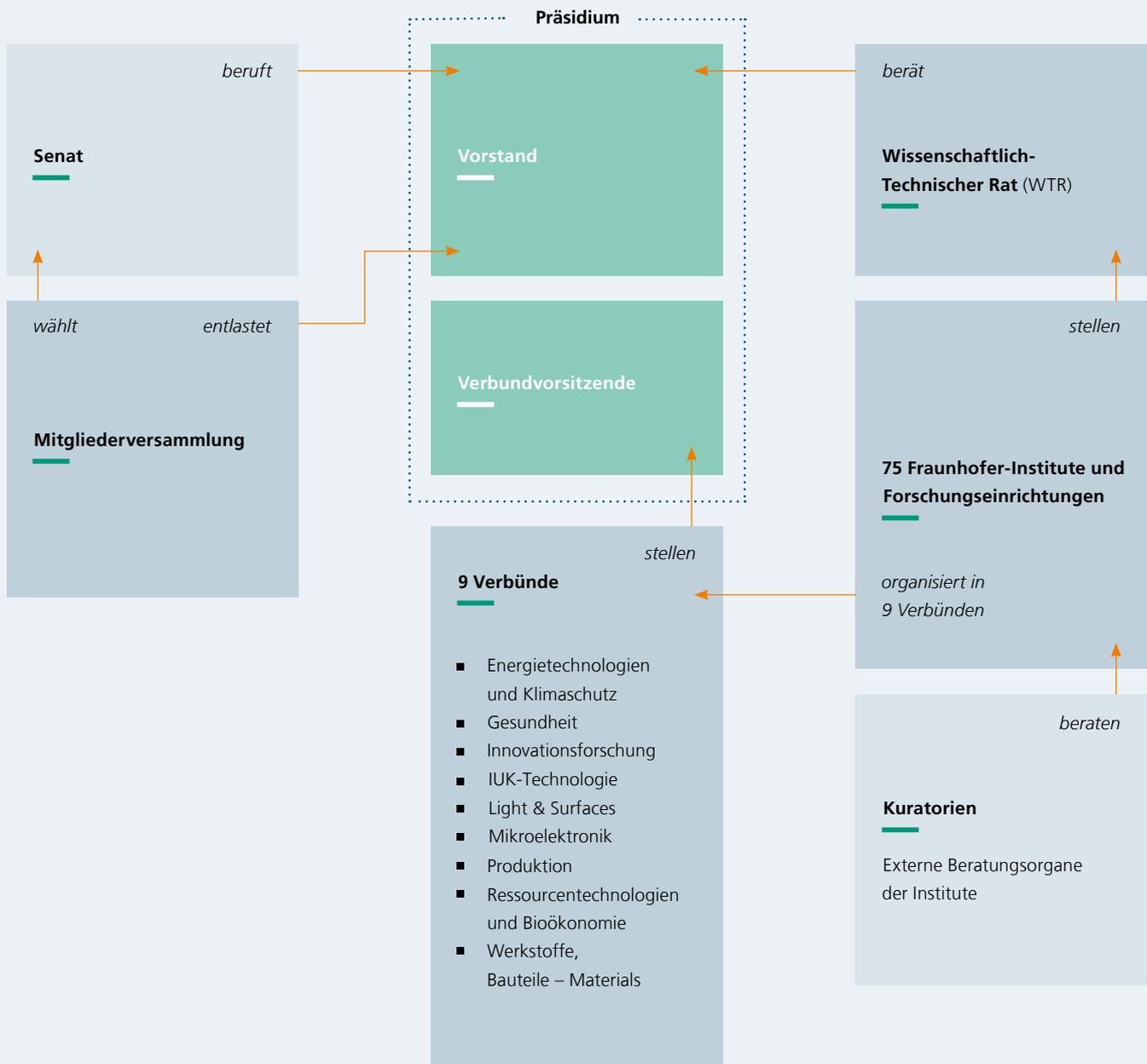
Der **Senat** umfasst etwa 30 Mitglieder; es sind Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Wirtschaft und öffentlichem Leben, Vertretungen des Bundes und der Länder sowie Mitglieder des Wissenschaftlich-Technischen Rats (WTR). Der Senat beruft den Vorstand und legt die Grundzüge der Wissenschafts- und Forschungspolitik fest. Er beschließt Errichtungen, Wandlungen oder Auflösungen von Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft.

Die **Mitgliederversammlung** besteht aus den Mitgliedern der Fraunhofer-Gesellschaft. Mitglieder von Amts wegen sind die Senatorinnen und Senatoren, der Vorstand, die Institutsleitungen und die Kuratorinnen und Kuratoren. Ordentliche Mitglieder können natürliche und juristische Personen werden, die die Arbeit der Fraunhofer-Gesellschaft fördern wollen. Forscher und Förderer der Gesellschaft können für besondere Verdienste zu Ehrenmitgliedern ernannt werden. Die Mitgliederversammlung wählt die Senatorinnen und Senatoren, entlastet den Vorstand und beschließt Satzungsänderungen.

Der **Wissenschaftlich-Technische Rat (WTR)** ist ein internes Beratungsorgan. Zu ihm gehören die Institutsleitungen und pro Institut eine vom wissenschaftlichen und technischen Personal gewählte Vertretung. Der WTR berät den Vorstand und die übrigen Organe bei Fragen von grundsätzlicher Bedeutung. Er spricht Empfehlungen bezüglich der Forschungs- und Personalpolitik aus, nimmt zu Institutsgründungen und -schließungen Stellung und wirkt bei der Berufung von Institutsleitungen mit.

Die **Kuratorien** sind externe Beratungsorgane der Institute. Sie umfassen Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und öffentlichem Leben. Die etwa zwölf Mitglieder pro Institut werden vom Vorstand im Einvernehmen mit der Institutsleitung berufen. Die Kuratorien beraten die Institutsleitung und den Vorstand in Fragen der fachlichen Ausrichtung und strukturellen Veränderung des Instituts.

Struktur der Fraunhofer-Gesellschaft



Die Fraunhofer-Gesellschaft ist dezentral organisiert, weist aber auch Strukturen auf, die eine strategische Ausrichtung und wirksame Steuerung von zentraler Seite aus möglich machen. Verschiedene Organe und Gremien sorgen organisationsweit für Koordination, Beratung und Führung.

Mitglieder, Organe, Gremien

Mitglieder

Die Fraunhofer-Gesellschaft zählt 1158 Mitglieder, die sich aus 211 ordentlichen Mitgliedern, 948 Mitgliedern von Amts wegen und 9 Ehrenmitgliedern zusammensetzen. Einige Mitglieder haben mehrere Funktionen.

Ehrenmitglieder

Dr.-Ing. Peter Draheim

Dr. Alfred Hauff

Dr.-Ing. Horst Nasko

Dr. Dirk-Meints Polter

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c. Ekkehard D. Schulz

Dr. Markus Söder

Prof. Dr. rer. nat. Erwin Sommer

Prof. Klaus-Dieter Vöhringer

Dr. rer. pol. Hans-Ulrich Wiese

Senat

Mitglieder aus Wissenschaft, Wirtschaft und öffentlichem Leben

Prof. Dr.-Ing. Heinz Jörg Fuhrmann
Vorsitzender des Senats der Fraunhofer-Gesellschaft, Vorstandsvorsitzender der Salzgitter AG

Prof. Dr. phil. habil. Dr.-Ing. Birgit Spanner-Ulmer
stellvertretende Vorsitzende des Senats der Fraunhofer-Gesellschaft, Direktorin für Produktion und Technik des Bayerischen Rundfunks

Oliver Zipse
Stellvertretender Vorsitzender des Senats der Fraunhofer-Gesellschaft, Mitglied des Vorstands der BMW AG

Bärbel Bas
Mitglied des Deutschen Bundestages, stellvertretende Vorsitzende der SPD-Bundestagsfraktion für die Bereiche Gesundheit, Bildung und Forschung, Petitionen

Dr. Oliver Blume
Mitglied des Vorstands der Volkswagen AG
Vorstandsvorsitzender der Dr. Ing. h. c. F. Porsche AG

Dr. Roland Busch
Chief Technology Officer und Mitglied des Vorstands der Siemens AG

Kerstin Grosse
Geschäftsführerin der DEROSI invest GmbH

Dr. Sabine Herlitschka
Vorstandsvorsitzende und CTO der Infineon Technologies Austria AG

Sabine Herold
Geschäftsführende Gesellschafterin von DELO Industrie Klebstoffe GmbH & Co. KGaA

Reiner Hoffmann
Vorsitzender des Deutschen Gewerkschaftsbundes DGB

Pär Malmhagen
Chief Operation Officer von ABC Technologies

Natalie Mekelburger
Vorsitzende der Geschäftsführung der Coroplast Fritz Müller GmbH & Co. KG

Bernard Meyer
Geschäftsführer MEYER WERFT GmbH & Co. KG

Tankred Schipanski
Mitglied des Deutschen Bundestages, CDU/CSU-Bundestagsfraktion

Dr.-Ing. Karl Tragl
Ehemaliger Sprecher des Vorstands der Diehl Gruppe

Prof. Dr. Wiltrud Treffenfeldt
Ehemalige CTO Dow Europe, Middle East, Africa & India

Grazia Vittadini
Airbus Chief Technology Officer & Member of the Airbus Executive Committee

Dr.-Ing. Anna-Katharina Wittenstein
Mitglied des Vorstands der WITTENSTEIN SE

Mitglieder aus dem staatlichen Bereich

Vertreterinnen und Vertreter der Bundesebene

MinDirig Dr. Ole Janssen
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Parl. Staatssekretär Thomas Rachel
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

MinDirig Ralf Schnurr
Bundesministerium der Verteidigung (BMVg)

Vertreterinnen und Vertreter der Länder

Staatssekretärin Dr. Sabine Johannsen
Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur

MinDirig Günther Leßnerkraus
Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg

Dr. Volker Saß
Referatsleiter »Wissenschaftsplanung und Forschungsförderung« bei der Bremer Senatorin für Wissenschaft und Häfen

Mitglieder aus dem Wissenschaftlich-Technischen Rat (WTR)

Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger

Leiter des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS

Dipl.-Ing. Stefan Schmidt
stellvertretender Vorsitzender des WTR,
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

Prof. Dr. rer. nat. habil.
Andreas Tünnermann
Vorsitzender des WTR,
Leiter des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF

Ehrensponsor

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h.
Dr. h. c. Ekkehard D. Schulz

Ständige Gäste

Staatssekretär Carsten Feller
Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft

Prof. Dr.-Ing.
Anke Kaysser-Pyzalla
Vorsitzende des Vorstands des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR)

Dr. Susanne Reichrath
Beauftragte des Ministerpräsidenten für Hochschulen, Wissenschaft und Technologie Staatskanzlei des Saarlandes

Stefan Rughöft
Stellvertretender Vorsitzender des Gesamtbetriebsrats der Fraunhofer-Gesellschaft,
Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS

Prof. Dr. Martin Stratmann
Präsident der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V.

Dipl.-Ing. Dominik Toussaint
Vorsitzender des Gesamtbetriebsrats der Fraunhofer-Gesellschaft,
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Prof. Dr. Dorothea Wagner
Vorsitzende des Wissenschaftsrats

MinDirig Dr. Manfred Wolter
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Kuratorien

Für die Institute der Gesellschaft sind 838 Kuratorinnen und Kuratoren tätig; einige davon gehören mehreren Institutskuratorien zugleich an.

Wissenschaftlich-Technischer Rat (WTR)

Der WTR zählt 181 Mitglieder, 109 davon als Mitglieder der Institutsleitungen und 72 als gewählte Vertretungen der wissenschaftlichen und technischen Mitarbeitenden.

Vorsitzender des WTR:
Prof. Dr. rer. nat. habil.
Andreas Tünnermann
Leiter des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF

Präsidium

Das Präsidium der Fraunhofer-Gesellschaft besteht aus den Vorständen und den im Folgenden aufgeführten sieben Vorsitzenden und drei kommissarischen Vorsitzenden der Fraunhofer-Verbünde:

Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Bauer
Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung

Prof. Dr. Karsten Buse
Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces

Prof. Dr.-Ing.
Welf-Guntram Drossel
Fraunhofer-Verbund Produktion

Prof. Dr. techn.
Dieter W. Fellner
Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie

Prof. Dr. Peter Gumbsch
Fraunhofer-Verbund Werkstoffe,
Bauteile – Materials

Prof. Dr.-Ing.
Albert Heuberger
Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik

Prof. Dr. Dr. Gerd Geißlinger
(kommissarisch)
Fraunhofer-Verbund Gesundheit

Prof. Dr.-Ing.
Eckhard Weidner
(kommissarisch)
Fraunhofer-Verbund Ressourcentechnologien und Bioökonomie

Prof. Dr. Hans-Martin Henning (kommissarisch)
Fraunhofer-Verbund Energietechnologien und Klimaschutz

Präsidiumsmitglied aus dem Leistungsbereich mit beratender Stimme

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
Fraunhofer-Leistungsbereich Verteidigung, Vorbeugung und Sicherheit VVS

Vorstand

Prof. Dr.-Ing. habil.
Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult.
Dr. h. c. mult.
Reimund Neugebauer
(Präsident)

Prof. Dr. rer. nat.
Ralf Boris Wehrspohn

Prof. Dr. rer. publ. ass. iur.
Alexander Kurz

Dipl.-Kfm. Andreas Meuer

Auflistung der Gremienmitglieder mit Stand vom 31. Januar 2021

Weitere Initiativen und Forschungsstrukturen

Impact-Ziele

Impact-Ziele sollen Fraunhofer zu einem geschärften Profil bei Politik, Industrie und Gesellschaft verhelfen. Sie adressieren gesellschaftliche und branchenübergreifende Herausforderungen und zeigen, in welchen Bereichen Fraunhofer durch interdisziplinäre Zusammenarbeit signifikante Lösungen beisteuern kann.

- bezahlbare Gesundheit
- vollendete Energiewende
- digitalisierte Wertschöpfung
- ganzheitliche Kreislaufwirtschaft
- Sicherheit und resiliente Gesellschaft

Fraunhofer Strategische Forschungsfelder

Die Fraunhofer Strategischen Forschungsfelder definieren die systemrelevanten und portfoliobildenden Forschungsschwerpunkte der Fraunhofer-Gesellschaft. Unter Berücksichtigung von Relevanz, Strategie und Priorität positioniert sich Fraunhofer mit folgenden Forschungsfeldern:

- Bioökonomie
- Intelligente Medizin
- Künstliche Intelligenz
- Next Generation Computing
- Quantentechnologien
- Ressourceneffizienz und Klimatechnologien
- Wasserstofftechnologien

Fraunhofer-Verbünde

Im Fraunhofer-Modell stehen Verbünde gleichsam für Orte der gemeinsamen Ressourcennutzung und des solidarischen Schulterschlusses. Mission der Verbünde ist es, ihre wissenschaftliche Exzellenz in den jeweiligen Forschungsfeldern zu sichern und weiterzuentwickeln.

In allen Verbänden wurde 2020 ein Portfolioprozess durchgeführt, um die Kompetenzen zu erfassen und zu strukturieren. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde eine Neustrukturierung der Verbände beschlossen. Anpassungen ergaben sich insbesondere bei den Lebenswissenschaften (Life Sciences), die in drei

neuen Verbänden aufgehen. Die Institute mit Zielrichtung Sicherheit von Mensch, Gesellschaft und Staat koordinieren ihre Aktivitäten im Leistungsbereich Verteidigung, Vorbeugung und Sicherheit VVS. Derzeit agieren kompetenzorientierte Verbände auf folgenden Feldern:

- Energietechnologien und Klimaschutz
- Gesundheit
- Innovationsforschung
- IUK-Technologie
- Light & Surfaces
- Mikroelektronik
- Produktion
- Ressourcentechnologien und Bioökonomie
- Werkstoffe, Bauteile – Materials

Leitmarktorientierte Allianzen

Mit den **leitmarktorientierten Allianzen** hat Fraunhofer eine Struktur kooperativer Technologietransferplattformen der Institute geschaffen, um Industriekunden einen optimalen Zugang zu gebündelten, institutsübergreifenden Forschungsangeboten und systemischen Lösungen zu bieten. Als Leitmärkte wurden acht Branchen mit hoher Relevanz für die Innovationskraft in Deutschland und Europa definiert, die von je einer leitmarktorientierten Allianz adressiert werden.

- Anlagen- und Maschinenbau
- Bauwirtschaft
- Energiewirtschaft
- Gesundheitswirtschaft
- Mobilitätswirtschaft
- Digitalwirtschaft
- Chemische Industrie
- Ernährungswirtschaft (Start 2021)

Fraunhofer Cluster of Excellence

Fraunhofer hebt das Synergiepotenzial zwischen thematisch profilierten Einzelinstituten durch strategische Vernetzung in internen Programmen und Projekten. Diese zielen darauf ab, komplementär aufgestellte Institute zusammenzuführen und/oder spezifische Kompetenzen von Instituten, die im selben Themenfeld agieren, zu führender Stellung zu bündeln.

Als neue Förderinitiative wurden ab 2017 die Fraunhofer Cluster of Excellence eingeführt. Ziel ist die internationale Profilierung eines Themenfelds. Die Cluster unterstützen die langfristige Zusammenarbeit mehrerer Fraunhofer-Institute im Rahmen strategischer Roadmaps für systemrelevante Innovationen mit potenziell disruptivem Charakter. Sie sind inhaltlich getriebene und auf zunächst fünf Jahre angelegte Initiativen, die eine verantwortliche Leitung besitzen; sie sind in bestehende Infrastrukturen integriert und in der Regel über mehrere Standorte verteilt. Somit wirken sie wie ein virtuelles Institut. Im März 2021 erfolgt eine Zwischenevaluierung aller sechs laufenden Cluster.

- Advanced Photon Sources – Lasersysteme höchster Leistung bei kürzesten Impulsen
- Cognitive Internet Technologies – Schlüsseltechnologien für das Kognitive Internet. Mit den Kompetenzzentren Machine Learning, IoT-COMMs, Data Spaces
- Immune-Mediated Diseases – Individualisierte Therapie und Diagnostik für Fehlregulationen des Immunsystems
- Programmable Materials – Materialien mit reversiblen Funktionalitäten, die Systeme aus Sensoren und Aktoren ersetzen können
- Circular Plastics Economy – Wege zu einer wissensbasierten Kunststoff-Kreislaufwirtschaft für Wirtschaft und Gesellschaft
- Integrated Energy Systems – System- und Marktintegration hoher Anteile variabler erneuerbarer Energien in das Energiesystem

Leitprojekte

Mit den Leitprojekten setzt die Fraunhofer-Gesellschaft strategische Schwerpunkte in der Vorlaufforschung. Die Konsortien aus Fraunhofer-Instituten und Fraunhofer-Partnern setzen wissenschaftlich originäre Ideen schnell in marktfähige Produkte um.

Laufende Leitprojekte

- 6G SENTINEL – Mobilfunk der nächsten Generation
- Future Proteins – Hochwertiges Eiweiß weltweit
- ALBACOPTER – Experiment eines vertikalen Gleiters
- ShaPID – Green Deal für die chemische Industrie
- WASTE4FUTURE – Vom Abfall zum Rohstoff
- EVOLOPRO – Evolutionäre Selbstanpassung von komplexen Produktionsprozessen und Produkten
- EIKaWe – Elektrokalendarische Wärmepumpen
- MaNiTU – Materialien für nachhaltige Tandemsolarzellen mit höchster Umwandlungseffizienz
- SWAP – Heterogene, auslastungsoptimierte Roboterteams und Produktionsarchitekturen
- COGNAC – Cognitive Agriculture

- MED²ICIN – Medical Data Driving An Integrated Cost-Intelligent Model
- ML4P – Machine Learning for Production
- QUILT – Quantum Methods for Advanced Imaging Solutions
- QMag – Quantenmagnetometrie
- ZEPOWEL – Towards Zero Power Electronics
- eHarsh – Sensorsysteme für raue Umgebungen

Abgeschlossene Leitprojekte

- Nächste Generation Additive Manufacturing – futureAM
- Digitale Fertigung in der Massenproduktion – Innovation der Serienfertigung mit digitalen Druck- und Laserverfahren – Go Beyond 4.0
- Verbrennungsmotor für die Mobilität der Zukunft – neue Antriebe, Kraftstoffe und KI
- Strom als Rohstoff – Elektrochemische Verfahren für fluktuierende Energie- und Rohstoffsysteme
- Theranostische Implantate – Zulassungsrelevante Entwicklung von Schlüsseltechnologien
- Kritikalität Seltener Erden – Effizienz beim Einsatz von strategischen Hightech-Metallen
- Paradigmenwechsel in der Produktionstechnik: Von maximalem Gewinn aus minimalem Kapitaleinsatz zu maximaler Wertschöpfung bei minimalem Ressourceneinsatz – E³-Produktion
- Elektromobilität – Innovative Technologien und Komponenten für Hybrid- und Elektrofahrzeuge
- Zellfreie Bioproduktion – Eiweiße im industriellen Maßstab ohne Zellen herstellen

Kooperationen

Forschungsfertigung Batteriezelle FFB

Als Institutsteil des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT soll die Forschungsfertigung Batteriezelle FFB am Standort Münster das deutsche Entwicklungszentrum einer Batteriezellproduktion werden. Ziel ist es, den Innovations- und Kommerzialisierungsprozess von Produktionstechnologien für bestehende und künftige Zellformate zu beschleunigen. Kooperationspartner sind die RWTH Aachen und das Batterieforschungszentrum Münster Electrochemical Energy Technology (MEET) an der Universität Münster.

Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)

Als größter standortübergreifender FuE-Zusammenschluss für die Mikro- und Nanoelektronik in Europa bietet die Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) eine einzigartige Kompetenz- und Infrastrukturvielfalt. Die FMD schlägt dabei die Brücke von der Grundlagenforschung bis zur kundenspezifischen Produktentwicklung. Als »One Stop Shop« bietet sie den industriellen Kunden maßgeschneiderte Technologie- und Systemlösungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. KMUs und Start-ups ermöglicht sie einen

umfassenderen und einfacheren Zugang zu Hochtechnologien sowie Zugriff auf Anlagen- und Technologiepools für die Erprobung neuer Produkte. Dabei kooperieren elf Fraunhofer-Institute des Verbunds Mikroelektronik mit zwei Leibniz-Instituten: dem Ferdinand- Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) sowie dem Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik (IHP).

Lernlabor Cybersicherheit

Im Weiterbildungsprogramm Lernlabor Cybersicherheit haben sich neun Fraunhofer-Institute bzw. -Einrichtungen und ausgewählte Fachhochschulen in ganz Deutschland zusammengeschlossen. In hochwertig ausgestatteten Laboren mit realen Arbeitsumgebungen können Teilnehmende der Weiterbildungen die Auswirkungen von Hackerangriffen hautnah erleben und Verteidigungsstrategien einüben, beispielsweise auf die Schaltzentrale eines Kraftwerks oder eines Produktionsfließbands in der industriellen Produktion.

Max Planck School of Photonics

Das Bundesministerium für Forschung und Bildung (BMBF) fördert die Max Planck Schools als neue Marke der Graduierten-ausbildung. Die Max Planck School of Photonics wird federführend vom Fraunhofer-Institut für Optik und Feinmechanik IOF in Jena geleitet. Kooperationspartner sind darüber hinaus das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, die Max-Planck-Institute für biophysikalische Chemie (BPC), für die Physik des Lichts (MPL), für Quantenoptik (MPQ), das Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY), das Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung Institut Jena (GSI HIJ) und das Leibniz-Institut für Photonische Technologien (IPHT).

Nationales Forschungszentrum für angewandte Cybersicherheit ATHENE

Mehr als 500 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen unter dem Dach von ATHENE zur Cybersicherheit. Neben dem Schwerpunkt in der Informatik und Technik werden interdisziplinäre Fragen, etwa zu Rechts- und Wirtschaftswissenschaften, Psychologie und Ethik einbezogen. Das stark anwendungsorientiert geprägte Profil schließt Technologietransfer bis hin zu Unternehmensgründungen ein. Beispielsweise erforscht ATHENE, wie man die kritischen Infrastrukturen Deutschlands (Strom, Verkehr usw.) schützt und wie man IT-Systeme langfristig absichert, selbst angesichts neuer Technologien wie Quantencomputern. Darüber hinaus identifiziert ATHENE fortlaufend die wichtigen, anwendungsorientierten Fragen zur Cybersicherheit und zum Schutz der Privatsphäre.

ATHENE ist ein Forschungszentrum der Fraunhofer-Gesellschaft (Institute für Sichere Informationstechnologie SIT sowie für Graphische Datenverarbeitung IGD) unter Beteiligung der Technischen Universität Darmstadt und der Hochschule Darmstadt. Das nationale Forschungszentrum ist ein innovatives

Kooperationsmodell von universitärer und außeruniversitärer Forschung, die Spitzenforschung zum Wohle von Gesellschaft, Wirtschaft und Staat ermöglicht.

Leistungszentren

Leistungszentren organisieren den Schulterschluss der universitären und außeruniversitären Forschung mit der Wirtschaft. Universitäten, Hochschulen, Fraunhofer-Institute und weitere außeruniversitäre Forschungseinrichtungen arbeiten an einem Standort themenspezifisch mit Unternehmen und zivilgesellschaftlichen Akteuren zusammen, um Innovationen schnell in die Anwendung zu bringen. Leistungszentren stehen für exzellente, organisationsübergreifend nutzbare Infrastruktur, Ausbildungskonzepte und Know-how. Sie führen passende Partner zusammen und begleiten Ideen als Innovationslotsen bis in den Markt. Das Konzept der Leistungszentren ist bereits an 16 Standorten in 10 Bundesländern etabliert:

- Chemie- und Biosystemtechnik, Region Halle-Leipzig
- Digitale Vernetzung, Berlin
- Dynaflex – Technologien für die Energie- und Rohstoff-wende, Oberhausen
- Elektroniksysteme, Erlangen
- Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik, Dresden und Chemnitz
- Integration biologischer und physikalisch-chemischer Materialfunktionen, Potsdam-Golm
- Logistik und IT, Dortmund
- Mass Personalization, Stuttgart
- Mobilitätssysteme, Karlsruhe
- Nachhaltigkeit, Freiburg
- Photonik, Jena
- Sichere Intelligente Systeme, München
- Simulations- und Software-basierte Innovation, Kaiserslautern
- Smart Production and Materials, Chemnitz und Dresden
- Translationale Medizintechnik, Hannover
- Vernetzte Adaptive Produktion, Aachen

Internationale Initiativen

Fraunhofer Innovation Platform for the Water-Energy-Food Nexus, Stellenbosch

An der Universität Stellenbosch in Südafrika startete im Februar 2020 eine Kooperation, um Forschung und Technologien in den Sektoren Wasser, Energie und Ernährung voranzutreiben. Südafrikas Wasserversorgung steht vor wachsenden Belastungen, insbesondere durch den Klimawandel und damit verbundene Wetterextreme sowie durch das Bevölkerungswachstum. Die neue Fraunhofer Innovation Platform (FIP) wird das Wissen, die Expertise und die zugehörigen Technologien

der Kooperationspartner zusammenführen, um ganzheitliche Lösungen in den Bereichen Wasserbehandlung, -sicherheit, -nutzung- und -management zu erarbeiten. Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für Grenzflächen und Bioverfahrenstechnik IGB, für Solare Energiesysteme ISE sowie für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB.

»Fraunhofer Innovation Platform« ist eine neue Förderlinie. Damit wird die Einrichtung von temporären Forschungseinheiten an einer Universität oder Forschungseinrichtung im Ausland unterstützt.

Fraunhofer USA

Die Forschungseinheiten in den USA sind jetzt in drei großen regionalen Centern zusammengefasst:

- Fraunhofer USA Center Midwest mit den Schwerpunkten Oberflächen, Werkstoffe, Mikroelektronik
- Fraunhofer USA Center Northeast mit den Schwerpunkten Produktionstechnik, Energietechnik, Medizintechnik
- Fraunhofer USA Center Mid-Atlantic mit den Schwerpunkten Informationstechnik, Datensicherheit, Künstliche Intelligenz.

Weitere Initiativen

International Data Spaces Association

Als ein wesentlicher Bestandteil der Digitalisierung von Unternehmen – über alle Domänen hinweg – kristallisiert sich die Datenwirtschaft heraus. Bei der digitalen Nutzung von Daten sehen sich sowohl Erzeuger als auch Besitzer der Daten oft der Gefahr ausgesetzt, die Kontrolle und damit den strategischen Wert ihrer Datenressourcen aus der Hand zu geben. Die International Data Spaces Association (IDSA) stellt dafür die nötige Dateninfrastruktur bereit, indem die Vereinigung Datengebern das Teilen von Daten unter Wahrung der Datensouveränität ermöglicht. Sie hat mittlerweile über 100 Mitglieder aus dem In- und Ausland.

Proof-of-Concept-Initiative für die translationale Gesundheitsforschung

Helmholtz-Gemeinschaft, Fraunhofer-Gesellschaft und die Deutsche Hochschulmedizin erproben mit der Proof-of-Concept-Initiative (PoC) ein Format, um die schnellere und effizientere Umsetzung präklinischer Forschung in die klinische Entwicklung zu fördern. Der klinische Wirkungsnachweis (Proof-of-Concept, kurz PoC) eines innovativen Therapie- oder Diagnostikverfahrens ist in aller Regel eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Weitergabe von Projekten an Unternehmen, damit diese zur Marktreife weiterentwickelt werden können.

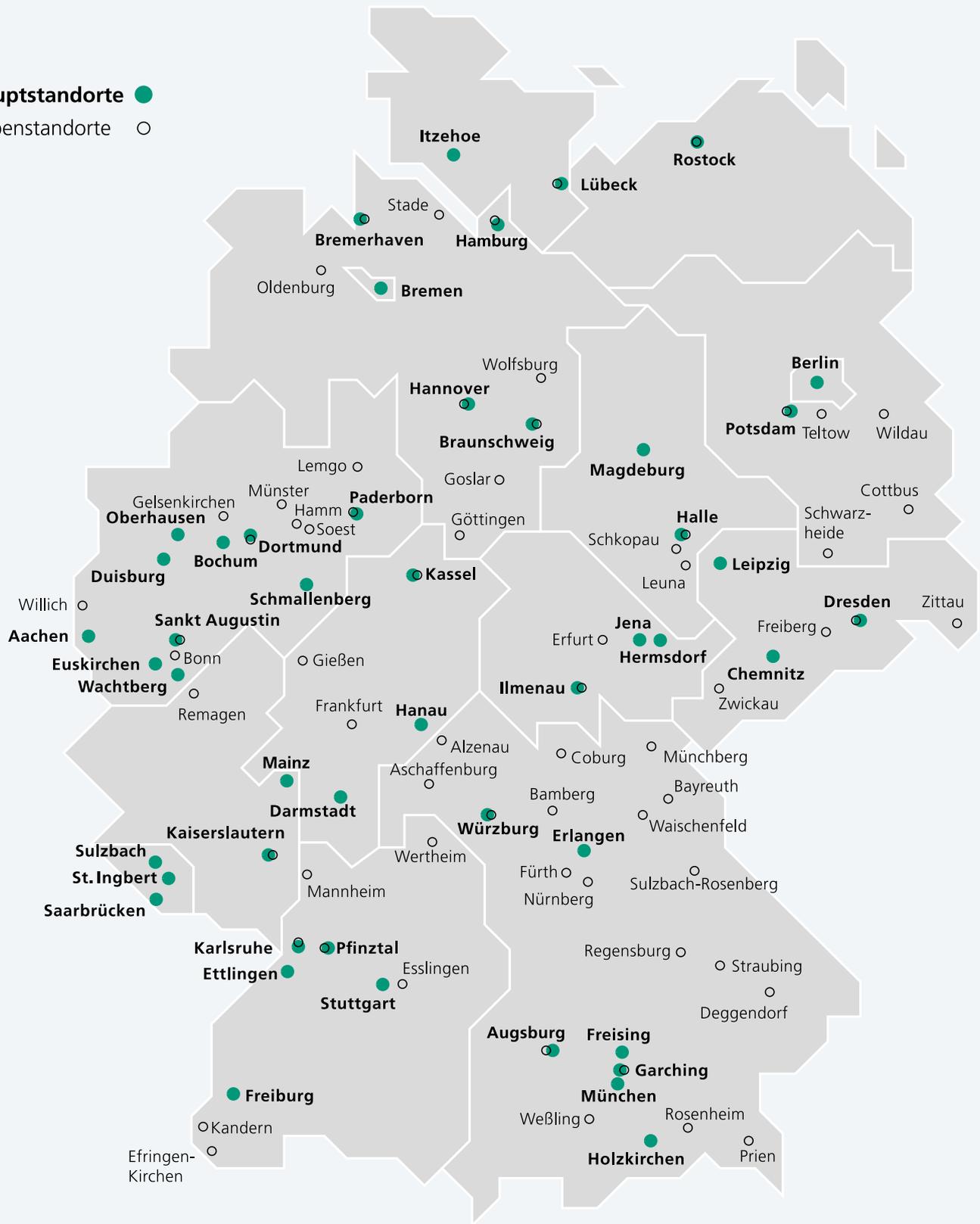
Projektzentren

Fraunhofer-Projektzentren sind interdisziplinäre und an einem Standort fokussierte Aktivitäten mehrerer Fraunhofer-Institute. Erreicht werden soll ein langfristiges Engagement am Standort, um dort ein spezifisches Thema zu verankern.

- Leichtbau und Elektromobilität, Wolfsburg
- Mikroelektronische und Optische Systeme für die Biomedizin, Erfurt
- Energiespeicher und Systeme ZESS, Braunschweig
- Stammzellprozesstechnik, Würzburg

Hauptstandorte ●

Nebenstandorte ○



Fraunhofer Deutschland

Postanschrift

Postfach 20 07 33
80007 München
Telefon +49 89 1205-0
Fax +49 89 1205-7531
info@fraunhofer.de

Besucheradresse

Hansastraße 27 c
80686 München

Vorstand

Präsident, Unternehmenspolitik, Forschung, Internationales,
Technologiemarketing, Geschäftsmodelle:
Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. mult.
Reimund Neugebauer

Personal, Recht und Verwertung:
Prof. Dr. rer. publ. ass. iur. Alexander Kurz

Finanzen und Digitalisierung:
Dipl.-Kfm. Andreas Meuer

Forschungsfelder und Kontaktadressen aller
Fraunhofer-Institute und Fraunhofer-Verbünde sowie
der Ansprechpartner in der Zentrale sind in englischer
und deutscher Sprache über das Internet abrufbar:

www.fraunhofer.de

Historische

Fraunhofer-Glashütte

Fraunhoferstraße 1
83671 Benediktbeuern



Fraunhofer International

Ansprechpartner in Deutschland

Fraunhofer-Gesellschaft,
Internationale
Forschungsprogramme
und Netzwerke
Thomas Dickert
Telefon +49 89 1205-4700
Fax +49 89 1205-77-4700
thomas.dickert@
zv.fraunhofer.de
Hansastraße 27 c
80686 München

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt Tochtergesellschaften in Europa und in Nord- und Südamerika. Weltweit bilden Fraunhofer Representative Offices und Fraunhofer Senior Advisors die Brücke zu den lokalen Märkten. Ein Büro in Brüssel fungiert als Schnittstelle zwischen Fraunhofer und den europäischen Institutionen. Acht selbstständige Fraunhofer-Auslandsgesellschaften in Europa, Nord- und Südamerika sowie Asien betreiben Forschung im Fraunhofer-Modell und bereichern so das Fraunhofer-Netzwerk. Die Kontaktadressen sind über das Internet abrufbar:

www.fraunhofer.de

Fraunhofer-
Auslandsgesellschaften
und -Vertretungen
Torsten Nyncke
Telefon +49 89 1205-4721
torsten.nyncke@
zv.fraunhofer.de
Hansastraße 27 c
80686 München

Ansprechpartner in Brüssel

Fraunhofer-Gesellschaft
Büro Brüssel
Verena Fennemann MBA
Telefon +32 2 50642-45
verena.fennemann@
zv.fraunhofer.de
Rue Royale 94
1000 Brüssel, Belgien

Impressum

Redaktion

Dr. Martin Thum (verantw.)
Tanja Schmutzer
Eva Bachmann
Mandy Bartel
Katrin Kuch
Thomas Röll
Christoph Schneider
Ulla Wolfshöfer

Forschungsfelder und Kontaktadressen aller Fraunhofer-Institute und Fraunhofer-Verbünde sind in englischer und deutscher Sprache über das Internet abrufbar:
www.fraunhofer.de

You can call up the addresses, focal fields of research, and contacts for all Fraunhofer Institutes and Groups in English or German on the Internet:
www.fraunhofer.de

Bildredaktion

Markus Jürgens

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Gesellschaft
Hansastraße 27 c
80686 München
Dr. Martin Thum
Kommunikation
Telefon +49 89 1205-1367
martin.thum@zv.fraunhofer.de

Produktion und Layout

Silke Schneider

Satz

SCS Grafikdesign,
Christin Schneider

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

© Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., München 2021

Bildquellen

© Copyright JB 2020

Titel, Rücktitel: iStock

S. 2: Bernhard Huber

S. 4/5: iStock

S. 6/7: iStock

S. 8: Bernhard Huber

S. 9: Bernhard Huber

S. 9: Markus Jürgens

S. 34: Salzgitter AG

S. 36: Airbus Defence and Space

S. 39: Diehl-Gruppe

S. 40: Wittenstein SE

S. 43: Meyer Werft

S. 44: photothek

S. 46: Bayerische Staatskanzlei

S. 48/49: iStock

S. 51: iStock

S. 53: iStock/Bearbeitung Fraunhofer

S. 53: Fraunhofer ITMP/Bernd Müller

S. 55: iStock/Bearbeitung Fraunhofer

S. 56: Fraunhofer ISE

S. 59: iStock

S. 60: Fraunhofer IWES/Ulrich Perrey

S. 61: Fraunhofer ISE

S. 61: Fraunhofer UMSICHT

S. 61: Bernd Müller

S. 62: Fraunhofer ITMP/Bernd Müller

S. 64: Fraunhofer/dedimag

S. 65: Fraunhofer IVV

S. 66: Artvisu Artur Krause

S. 67: Fraunhofer IWU

S. 68: Adobe Stock

S. 69: IBM

S. 71: Fraunhofer IPA

S. 72: 5G Universität Stuttgart IFF/

Fraunhofer IPA, Foto: Rainer Bez

S. 73: Shutterstock Brain AI

S. 74: Fraunhofer CNT

S. 75: Fraunhofer FHR/Vollrath

S. 76: SMR

S. 76: Fraunhofer IWU

S. 77: Fraunhofer

S. 78: iStock

S. 79: Fraunhofer IVV

S. 80: iStock

S. 81: Fraunhofer IISB/Kurt Fuchs

S. 83: Fraunhofer IMWS

S. 83: iStock

S. 84: Fraunhofer IWM

S. 85: Fraunhofer IMM

S. 85: Fraunhofer IFAM

S. 86: Fraunhofer/Piotr Banczerowski

S. 87: Fraunhofer/Piotr Banczerowski

S. 87: Fraunhofer/Piotr Banczerowski

S. 88: Vonovia/Bierwald

S. 89: Fraunhofer ICT

S. 90: iStock

S. 91: Fraunhofer IIS

S. 91: Fraunhofer FEP/Jan Hosan

S. 92: Fraunhofer ISE

S. 93: Fraunhofer IGB Stuttgart

S. 94: Fraunhofer IZM/Tim Hosman

S. 94: Bernd Müller

S. 95: iStock

S. 96: Fraunhofer ITEM/P. Reinig

S. 97: Binz

S. 98: picture alliance/ZUMAPRESS.com/

Will Lester

S. 99: iStock

S. 100: Fraunhofer IPM/Holger Kock

S. 101: iStock

S. 102: Fraunhofer ILT, Aachen/Volker Lannert

S. 104: Fraunhofer/Piotr Banczerowski

S. 105: Fraunhofer EMFT/Bernd Müller

S. 105: Fraunhofer EMFT/Bernd Müller

S. 106: Fraunhofer IIS/EAS

S. 107: Fraunhofer EMFT/Bernd Müller

S. 109: Deutscher Zukunftspreis/Bildschön

S. 110: Fürsteneck Fotografie

S. 111: Foto-Studio Schwab Remlingen

S. 112: f-cell Award/Angelika Emmerling

S. 113: CNA e.V./Kurt Fuchs

S. 114: Adobe Stock/georgejmcittle

S. 114: Fraunhofer IML

S. 115: Fraunhofer IZM

S. 117–128: Jürgen Lösel

S. 134/135: iStock

S. 152/153: iStock



Forschung erleben – Zukunft hören. Der Fraunhofer-Podcast.

Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler geben Einblick
in die anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung.
www.fraunhofer.de/podcast



Auch verfügbar auf:
Spotify,
Apple Podcasts,
Google Podcasts,
Deezer u.v.m.

Fraunhofer in Social Media



@ Fraunhofer



[www.facebook.com/
fraunhofer.de](http://www.facebook.com/fraunhofer.de)



[www.instagram.com/
fraunhofergesellschaft](http://www.instagram.com/fraunhofergesellschaft)



[www.linkedin.com/company/
fraunhofer-gesellschaft](http://www.linkedin.com/company/fraunhofer-gesellschaft)



[www.youtube.com/c/
fraunhofer](http://www.youtube.com/c/fraunhofer)

