

Jahresbericht 2023

FRAUNHOFER
75 JAHRE
INNOVATION

75 Jahre Fraunhofer – ein Grund zum Feiern ...



Dr. Ursula von der Leyen, Präsidentin der Europäischen Kommission

»... weil die Fraunhofer-Gesellschaft wie kaum eine andere Institution für Europas Spitzenposition in der angewandten Forschung steht. Unsere einzigartige europäische Forschungslandschaft, in Kombination mit dem Binnenmarkt und der Fülle an innovationsfreudigen Mittelständlern, ist der Treiber schlechthin für Wachstum und zukunftsfähige Arbeitsplätze in Europa. Vielen Dank und weiter so!«



Christian Lindner, Bundesminister der Finanzen

»... weil die angewandte Spitzenforschung der Fraunhofer-Gesellschaft seit 75 Jahren ein Wachstumstreiber der deutschen Wirtschaft ist. Auch die aktuellen Herausforderungen unserer Zeit können wir nur mit Innovationskraft und Technologieoffenheit meistern. Die Fraunhofer-Gesellschaft geht dabei mit leuchtendem Beispiel voran. Sie ist ein wichtiger Standortfaktor für unser Land.«



Anke Rehlinger, Ministerpräsidentin des Saarlandes

»... weil die Fraunhofer-Gesellschaft seit 75 Jahren mit enormer Innovationskraft und kreativen Ideen in der Wissenschaft und Forschung neue Impulse setzt. Gerade das Saarland braucht diesen Erfindungsreichtum, herausragende Forschungsergebnisse und den Mut, neue Wege zu gehen, um den Transformationsprozess erfolgreich voranzubringen. Ich gratuliere der Fraunhofer-Gesellschaft zu ihrem langjährigen erfolgreichen Arbeiten in der anwendungsorientierten Forschung, die wichtige Fortschritte für die Menschen und die Unternehmen vor Ort mit sich bringt.«



Dr. Markus Söder, Ministerpräsident des Freistaates Bayern

»... weil Technik Zukunft bedeutet! Fraunhofer verbindet seit 75 Jahren Spitzenforschung mit der Praxis und ist dabei internationale Spitze. Happy Birthday und Gratulation zu diesem Erfolg! Der Freistaat ist von Beginn an als Impulsgeber und enger Partner dabei. Fraunhofer und Bayern bilden eine tolle Allianz, die wir auch in Zukunft intensiv fortsetzen. Mit der Hightech Agenda investiert Bayern aktuell über 5,5 Mrd. € in Wissenschaft und Forschung im ganzen Land. Neben 13 000 neuen Studienplätzen und 1000 Professuren für die klügsten Köpfe fördern wir dabei bewusst den Wissenstransfer von der Forschung in die Praxis. Live long and prosper!«



Bettina Stark-Watzinger, Bundesministerin für Bildung und Forschung

»... weil die Fraunhofer-Gesellschaft seit nunmehr 75 Jahren das deutsche Wissenschaftssystem prägt. Sie forscht für die Praxis und hat dabei neue Technologien und Märkte im Blick. Sie verkörpert erfolgreichen Transfer und eine lebendige Gründungskultur. Sie wagt Fortschritt. All das wird im zunehmenden internationalen Wettbewerb immer wichtiger. Als Innovationsland müssen wir nicht nur exzellent forschen, sondern auch die Ergebnisse hierzulande verwerten. Unser Trumpf ist dabei die Zusammenarbeit, sind die Ökosysteme mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft. Getragen wird der Erfolg der Fraunhofer-Gesellschaft von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die tagtäglich den Spagat zwischen Forschung und unternehmerischem Denken meistern und engagiert an Lösung arbeiten.«



Michael Kretschmer, Ministerpräsident des Freistaates Sachsen

»... weil Fraunhofer für Aufbruch, Innovationskraft und exzellente Forschung steht. Und weil die Fraunhofer-Institute mit ihren engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern immer wieder aufs Neue auch in Sachsen wichtige Impulsgeber sind. Zudem hat die Forschungsgesellschaft ganz entscheidend mit dazu beigetragen, dass der Freistaat Sachsen sich nach der deutschen Wiedervereinigung so erfolgreich entwickeln konnte.«

Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

die Herausforderungen dieses Jahres sind vielfältig, sie eröffnen ein Spannungsfeld aus Risiken und Chancen: Sicherheits- und Konfliktsituationen, Umwelt- und Ressourcenveränderungen, wirtschaftliche Turbulenzen sowie sozialer Wandel – und all das verlangt nach Antworten. Entstanden ist eine Dynamik, die auch innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft nicht unbemerkt bleibt.

Im Mai 2023 wurde ich vom Senat zum 11. Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft gewählt, ein Amt, das ich im August 2023 mit großer Dankbarkeit und Hochachtung angetreten habe. Als Teil der Fraunhofer-Gesellschaft ist es meine feste Überzeugung, dass wir in dieser Zeit des komplexen Wandels eine entscheidende Rolle spielen werden. Unsere Forschung ist lösungsorientiert und anwendungsbezogen, und wir sind bereit, durch ganzheitliche Ansätze die Resilienz von Wirtschaft und Gesellschaft voranzutreiben.

Für Fraunhofer war das Jahr 2023 wirtschaftlich geprägt von einem Wachstum unseres Finanzvolumens auf 3,4 Mrd. €, was einen Anstieg um 12 Prozent zum Vorjahr bedeutet. Mit dem Fokus auf Vertragsforschung, die mit 88 Prozent unsere Kerntätigkeiten ausmacht, sind wir in der Lage, innovative Lösungen zu entwickeln, die bereits heute einen wichtigen Beitrag zur Zukunftsfähigkeit von Wirtschaft und Gesellschaft leisten. Dabei spielen Aufträge aus der Industrie eine zentrale Rolle, ergänzt durch öffentlich finanzierte Projekte und die Grundfinanzierung durch Bund und Länder. Dies ermöglicht es uns, vor allem als Gestalter von innovativen Lösungen für die Industrie zu fungieren und zu gesamtgesellschaftlichen Missionen beizutragen.

Unabdingbar ist unser Fokus auf das Fraunhofer-Modell. Durch unsere anwendungsorientierte Forschung und die Beschleunigung des Transfers mit unmittelbarem Bezug zum Kundennutzen stärken wir unsere Alleinstellung als zentraler Akteur im Forschungs- und



Transfergeschehen. Die Partnerschaft mit der Industrie trägt dabei nicht nur zur Förderung der Innovationskraft bei, sondern stärkt auch die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Europas.

Fraunhofer hat die Relevanz erkannt, ihre Governance-Strukturen anzupassen. Durch die Zusammenarbeit der entscheidenden Akteure, insbesondere des Senats, der Zuwendungsgeber und des Vorstands, stellen wir sicher, dass wir diesen Herausforderungen begegnen und unsere Governance zeitgemäß modernisieren. Unser Ziel ist es, eine Unternehmenskultur zu fördern, die auf Transparenz, Verantwortung und gemeinschaftlichem Engagement basiert.

Wir sind voller Entschlossenheit und Freude, die Zukunft der Fraunhofer-Gesellschaft aktiv zu gestalten und unsere Mission weiter voranzutreiben. Dies können wir nur dank des Engagements und der Unterstützung unserer geschätzten Mitarbeitenden, Partnerinnen und Partner sowie Zuwendungsgeber erreichen. Ihr Beitrag ist unverzichtbar für unseren Erfolg und unsere kontinuierliche Weiterentwicklung. Gemeinsam werden wir auch in den kommenden Jahren innovative Lösungen entwickeln, Herausforderungen bewältigen und neue Horizonte erschließen.

Ihr Holger Hanselka
Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft

Inhalt

Bericht des Vorstands	5
Der Vorstand	6
Lagebericht 2023	8
Bericht des Senats	35
Bericht des Senats zum Geschäftsjahr 2023	36
Neu im Senat	38
Aus der Fraunhofer-Forschung	41
Fraunhofer-Weltrekorde	42
Projekte und Ergebnisse	44
Auszeichnungen	56
Menschen in der Forschung	64
Ausgewählte Transferaktivitäten	76
Initiativen	80
Finanzen	83
Bilanz zum 31. Dezember 2023	84
Gewinn- und Verlustrechnung für das Geschäftsjahr 2023	86
Auszüge aus dem Anhang 2023	88
Wiedergabe des Bestätigungsvermerks des Abschlussprüfers	90
Service	93
Mitglieder, Organe, Gremien	94
Struktur der Fraunhofer-Gesellschaft	96
Fraunhofer Deutschland	98
Impressum	99

Bericht des Vorstands

- Der Vorstand
- Lagebericht 2023
- Bericht des Senats zum Geschäftsjahr 2023
- Neu im Senat

Der Vorstand



Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka
Präsident, Vorstand für Unternehmensstrategie, Forschung und Kommunikation, komm. Vorstand für Innovation, Transfer und Verwertung

Holger Hanselka ist seit 2023 der 11. Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft. Zuvor war er zehn Jahre lang Präsident des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft für den Forschungsbereich Energie. Der Maschinenbauingenieur leitete das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt von 2001 bis 2013 und gehörte zeitweise dem Fraunhofer-Präsidium an. Er ist in verschiedenen Beratungsgremien des Bundeskanzlers zu Fragestellungen der Wissenschafts- und Forschungspolitik aktiv.

«Der Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in Anwendungen, Lösungen und Produkte für und mit der deutschen und europäischen Wirtschaft, insbesondere dem Mittelstand, macht Fraunhofer systemrelevant. Mit einer strategischen Neuausrichtung stellt sich Fraunhofer für die Zukunft auf und schafft Leitplanken für unsere künftigen Forschungsaktivitäten.»



Elisabeth Ewen
Vorständin für Personal, Unternehmenskultur und Recht

Elisabeth Ewen ist Volljuristin mit einer Zusatzqualifikation in Verwaltungs- und Arbeitsrecht. Nach dem Studium arbeitete sie als Juristin im Personalbereich des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), bevor sie die Personalleitung der GMD – Forschungszentrum Informationstechnik GmbH übernahm. Im Zuge der Integration der GMD – Forschungszentrum Informationstechnik kam sie 2001 zur Fraunhofer-Gesellschaft. Dort bekleidete sie im Personalbereich mehrere Führungspositionen, zuletzt als Direktorin. Seit August 2022 ist Elisabeth Ewen im Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft.

«Unsere Kulturentwicklung erfolgt über einen partizipativen, vorausschauenden und nachhaltigen Gestaltungsprozess. Die Arbeitgeberattraktivität von Fraunhofer muss an den Bewerbendenmarkt glaubwürdig und authentisch kommuniziert und von den Mitarbeitenden erlebt werden.»



Prof. Dr. rer. nat. habil. Axel Müller-Groeling
Vorstand für Forschungsinfrastrukturen und Digitalisierung

Axel Müller-Groeling ist Professor an der Universität Kiel. Der Physiker und Manager forschte an mehreren renommierten Instituten und Forschungsorganisationen in Deutschland, Frankreich und Kanada. Er war als Unternehmensberater sowie Mitgründer und Vorstand eines internationalen, börsennotierten Photovoltaik-Konzerns tätig, bevor er 2016 die Leitung des Fraunhofer-Instituts für Siliziumtechnologie ISIT in Itzehoe und später zusätzlich des Fraunhofer-Instituts für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS in Duisburg übernahm. Seit August 2022 ist er im Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft.

«Effizienz und Performance ziehen sich wie ein roter Faden durch alle Aufgaben, die wir gemeinsam angehen müssen. Die Optimierung unserer Geschäftsprozesse, das Vortreiben von Digitalisierung und KI sowie das Ziel »Fraunhofer Klimaneutral 2030« gehören weiterhin zu den wichtigsten Herausforderungen.»



Dr. rer. pol. Sandra Krey
Vorständin für Finanzen und Controlling

Sandra Krey studierte Betriebswirtschaftslehre und promovierte an der Universität Erlangen-Nürnberg. Sie war einige Jahre in der Wirtschaftsprüfung bei KPMG tätig, bevor sie zum MAN Konzern wechselte. Sie bekleidete dort über 20 Jahre verschiedene Führungspositionen im Accounting und Controlling. Seit 2013 verantwortete sie als Senior Vice President den Bereich Rechnungswesen & Finanzprozesse der MAN Truck & Bus SE und leitete als Geschäftsführerin das MAN Shared Services Center in Polen. Seit August 2022 ist Sandra Krey im Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft.

«Forschung ist unser ureigener Zweck. Wir sorgen dafür, dass unsere finanziellen Mittel dort ankommen, wo aus Ideen Innovationen entstehen. Den Fraunhofer-Haushalt ausgewogen zu gestalten – auch in Zeiten des eingetrübten Wirtschaftsklimas, von Kostensteigerungen und knappen öffentlichen Mitteln –, ist gegenwärtig die wichtigste Aufgabe meines Ressorts.»

Lagebericht 2023



Eckdaten	10
Transformation und Rahmenbedingungen	11
Profil der Fraunhofer-Gesellschaft	11
Transformationsprozess zur Stärkung der Fraunhofer-Mission	11
Wissenschaftspolitische Rahmenbedingungen und Positionierung	12
Internationales	14
Wirtschaftliche Entwicklung	16
Finanzvolumen	16
Vertragsforschung	16
Zusätzliche Forschungsförderung	17
Ausbauinvestitionen	17
Vermögens- und Finanzlage	17
Beteiligungen und Ausgründungen	19
Schutzrechtsverwertung	19
Zahlen und Fakten	20
Aspekte der Nachhaltigkeit	23
Verantwortung der Fraunhofer-Gesellschaft	23
Neuausrichtung des Compliance-Management-Systems	23
Umsetzung des Lieferkettensorgfaltspflichtengesetzes (LkSG)	24
Forschung für Nachhaltigkeit	24
Forschen in gesellschaftlicher Verantwortung	26
Mitarbeitende	26
Diversity	28
Nachhaltigkeit im Wissenschaftsbetrieb	29
Risiken und Ausblick	31
Risikomanagement und Risiken	31
Ausblick	33

Eckdaten: Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft 2023 in Mio. €

	2022	2023		Veränderung
Finanzvolumen	3049	3404	+355	+12 %
Vertragsforschung	2615	2991	+376	+14 %
Zusätzliche Forschungsförderung	245	249	+4	+2 %
Ausbauinvestitionen	189	164	-25	-13 %
Finanzvolumen nach Haushalt	3049	3404	+355	+12 %
Betriebshaushalt	2567	2823	+256	+10 %
Investitionen ¹	482	581	+99	+21 %
Projekterträge	2083	2327	+244	+12 %
Vertragsforschung	1907	2167	+260	+14 %
darin Wirtschaftserträge	787	836	+49	+6 %
darin Öffentliche Erträge ²	1120	1331	+211	+19 %
Zusätzliche Forschungsförderung	145	139	-6	-4 %
Ausbauinvestitionen	31	21	-10	-32 %

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

2 Beinhaltet Bund, Länder, EU und sonstige Erträge.

Transformation und Rahmenbedingungen

Profil der Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist weltweit eine der führenden Organisationen für anwendungsorientierte Forschung: Seit der Gründung 1949 stärken Fraunhofer-Institute die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft und den Innovationsraum in Deutschland und Europa. Mit ganzheitlichen Angeboten für Wirtschaft und Politik liefert Fraunhofer Lösungen für branchenübergreifenden Impact. Darüber hinaus ist die Fraunhofer-Gesellschaft ein bedeutender **Standortfaktor** für das Innovationsland Deutschland: Durch die Aktivitäten **erhöhen sich Investitionseffekte in der Wirtschaft**, entstehen **Arbeitsplätze**, **Fachkräfte werden qualifiziert**, und es steigt die **gesellschaftliche Akzeptanz moderner Technik**.

Knapp 32 000 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiteten 2023 in 76 Instituten das jährliche Forschungsvolumen von rund 3,4 Mrd. €. Davon entfielen 3,0 Mrd. € auf den Bereich Vertragsforschung. Rund ein Drittel davon erwirtschaftete Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und aus Lizenz-erträgen, die sich auf 836 Mio. € beliefen. Ein weiteres Drittel stammte aus öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Bund und Länder komplettierten die Vertragsforschung durch die Grundfinanzierung. Damit können die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln, die in naher Zukunft für Wirtschaft und Gesellschaft entscheidend wichtig werden. Wichtigstes Geschäftsfeld ist die Auftragsforschung. Fraunhofer ist insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen ein bedeutender Lieferant von innovativem Know-how. Darüber hinaus trägt Fraunhofer dazu bei, dass gesamtgesellschaftliche Missionen in Schlüsseltechnologien gelingen. Für öffentlich-private Partnerschaften ist Fraunhofer ein attraktiver und etablierter Akteur. 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 und -Einrichtungen entwickeln ihre Geschäftsfelder und Kernkompetenzen auf Basis ihres unmittelbaren Marktkontakts und ihrer Vernetzung mit der wissenschaftlichen Fachwelt. Sie werden

betriebswirtschaftlich eigenständig geführt, sind rechtlich aber nicht selbstständig. Darüber hinaus kooperieren Institute in Formaten wie Forschungsfabriken oder Allianzen, um bestimmte Geschäftsfelder oder Branchen gemeinschaftlich zu vermarkten. Eine bereits **initiierte Portfolio-Abstimmung**, die alle Organisationseinheiten umfasst, wird derzeit in und zwischen den Fraunhofer-Verbänden finalisiert.

Transformationsprozess zur Stärkung der Fraunhofer-Mission

2023 trat die Fraunhofer-Gesellschaft mit dem Beginn einer **neuen Präsidentschaft** in einen **umfassenden Transformationsprozess**. Der Senat wählte im Mai 2023 einstimmig den neuen Präsidenten **Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka**, der sein Amt Mitte August antrat. Zuvor war er Präsident des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und bis 2013 Leiter des Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF.

Als eine der führenden Organisationen für anwendungsorientierte Forschung nimmt die Fraunhofer-Gesellschaft **eine zentrale Stellung im Forschungs- und Transfergeschehen Deutschlands und Europas** ein. Dabei fokussieren sich die Fraunhofer-Aktivitäten insbesondere auf Transfer über Auftragsforschung mit der Industrie (größter Anteil), Transfer über Verwertung von geistigem Eigentum (IP), Transfer über Ausgründungen sowie Transfer durch Köpfe.

Ziel ist, dass Fraunhofer ein Drittel des Haushalts direkt mit Einnahmen aus der Wirtschaft erzielt. **Der hohe Anteil an Wirtschaftserträgen ist das Fraunhofer-Alleinstellungsmerkmal in der deutschen Forschungslandschaft.** Die zentrale Bedeutung, die dadurch der direkten Zusammenarbeit mit Wirtschaft und Industrie zukommt, garantiert einen stetigen Innovationspush und fördert die deutsche und europäische Wettbewerbsfähigkeit. Die Grundfinanzierung stärkt die wissenschaftlichen Kompetenzen, federt Entwicklungsrisiken ab, verkürzt den Faktor »Time-to-Market« und erschließt so neues technologisches Potenzial für Unternehmen. **Alle Fraunhofer-Aktivitäten werden an ihrem langfristig stabilen Wirtschaften im Fraunhofer-Modell gemessen.** Neben starken Wirtschaftserträgen und Einnahmen aus öffentlichen Förderprogrammen ist dafür die finanzielle Absicherung seitens der Zuwendungsgeber in Form einer verlässlichen, inflationskorrigierten Grundfinanzierung durch den Pakt für Forschung und Innovation unabdingbar. Ein Konsolidierungskurs kennzeichnet künftig den Paradigmenwechsel nach einer langen Wachstumsphase. Gleichzeitig soll für Fraunhofer-Institute die Chance gewahrt bleiben, neue wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedarfe mit Fraunhoferkongruenten Themenfeldern zu erschließen und dafür Kompetenzen aufzubauen.



Damit die Fraunhofer-Gesellschaft ihre **unternehmerische und marktorientierte Mission** für das deutsche Innovationssystem auch zukünftig wirkungsvoll erfüllen kann, wird sie auf Basis ihrer Alleinstellungsmerkmale weiterentwickelt: mit der konsequenten Ausrichtung auf die Fraunhofer-Kernkompetenzen – anwendungsorientierte Forschung und die Beschleunigung von Transfer, insbesondere in der direkten Kooperation mit der Wirtschaft – sowie dem Aufbau synergetischer Kooperationen in der Forschungslandschaft. Mit Beginn des Jahres 2024 startet der Prozess einer Fraunhofer-Dachstrategie 2030. Ziel ist es, mithilfe partizipativer Prozesse die langfristige Planung und Ausrichtung der Fraunhofer-Gesellschaft auf der übergeordneten Unternehmensebene zu ermitteln. Die Dachstrategie soll festlegen, wie die Fraunhofer-Gesellschaft ihre Ressourcen einsetzt, um Wettbewerbsvorteile zu erlangen und den langfristigen Erfolg im Fraunhofer-Modell sicherzustellen.

Weitere Bausteine des Transformationsprozesses bilden die **Weiterentwicklung einer modernen Governance und einer transparenten Compliance** sowie die **Gestaltung effizienterer und agiler Organisationsstrukturen auf Basis einer modernen, offenen Unternehmenskultur**. Ziel dieser Schritte ist es, ein innovationsfreundliches Klima für Spitzenforschende zu schaffen und vertrauensvolle Beziehungen zu internen und externen Stakeholdern zu etablieren. Diverse Dialogformate des Präsidenten und des Vorstands mit unterschiedlichen Bezugsgruppen der Mitarbeitenden starteten zeitgleich mit dem Amtsantritt von Prof. Hanselka im August 2023. Der Präsident reiste an mehrere Standorte zu **partizipativen Dialogen** mit Institutsleitungen, Belegschaft und Stakeholdern. Flankiert wurde dies durch themenoffene, instituts- und hierarchieübergreifende Diskussionsveranstaltungen des Vorstands an 7 Institutsstandorten. Interaktive Formate (Präsenz und online von September 2023 bis März 2024) mit unterschiedlichen Gruppen von Mitarbeitenden bilden die Basis für die Entwicklung eines **Zukunftsbilds Fraunhofer-Unternehmenskultur**: Damit verfolgen mehrere ineinandergreifende partizipative Formate das Ziel, organisationsweit Impulse für eine zukunftsgerichtete Fraunhofer-Kultur aufzugreifen und zu verdichten. Diese Formate markieren dadurch einen symbolischen Startpunkt für die gemeinsame Weiterentwicklung der Organisation.

Wissenschaftspolitische Rahmenbedingungen und Positionierung

Zunehmende geopolitische und wirtschaftliche Konflikte sowie Herausforderungen durch den Klimawandel prägten das Jahr 2023. Angesichts der sich daraus ableitenden, herausfordernden Transformationsprozesse in Wirtschaft und Gesellschaft sind Innovationen, wie sie Fraunhofer auf den Weg bringt, unverzichtbar. Jedoch war 2023 u. a. **ein Jahr großer technologischer Durchbrüche, etwa bei generativer Künstlicher Intelligenz (KI) sowie bei wichtigen Schritten in der**

Digitalpolitik. Fraunhofer bringt laufend die Perspektive der anwendungsorientierten Forschung in den wissenschaftspolitischen Diskurs ein, um innovationsfreundliche Rahmenbedingungen zu verbessern sowie Wissens- und Technologietransfer zu beschleunigen und effizienter zu gestalten.

2023 erfuhr die Haushaltspolitik auf Bundesebene einen Richtungswechsel, der auch Auswirkungen auf die Finanzierung forschungspolitischer Vorhaben hat. Der Bundeshaushalt 2024 sieht nach erhöhtem Finanzmitteleinsatz in Krisenzeiten wieder die **Einhaltung der Schuldenbremse** und damit Einsparungen bei Investitionen vor. Das betrifft in besonderem Maß die Etats der Bundesministerien für Gesundheit (BMG) sowie für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Hingegen wächst der Einzelplan für Verteidigung (BMVg), darunter auch die Mittel für Verteidigungsforschung. Der Etat des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) bleibt im Vergleich zum Vorjahr konstant, sieht jedoch im Forschungsbereich u. a. Drittmittelkürzungen bei Quantentechnologien, Künstlicher Intelligenz und Life Sciences vor. **Trotz der Einsparungen bleibt die Grundfinanzierung der außeruniversitären Forschungsorganisationen stabil.** Die Grundfinanzierung der Fraunhofer-Gesellschaft aus dem Bundeshaushalt wurde im Vergleich zu 2023 nur leicht abgesenkt. Insgesamt erhält Fraunhofer aus dem Bundeshaushalt eine Grundfinanzierung von ca. 940 Mio. €. Durch das Urteil des Bundesverfassungsgerichts zur Finanzierung des Klima- und Transformationsfonds (KTF) werden Einschnitte bei der Finanzierung von Forschungs- und Technologiemitte, u. a. bei diversen Wasserstoff-Anwendungen sowie im Batteriebereich, erwartet.

Die Bundesregierung verfolgt mit der »**Zukunftsstrategie Forschung und Innovation**« das Ziel, das deutsche Innovationsökosystem zu stärken. Sie betont dabei, wie bedeutend die Förderung des Transfers von innovativen Forschungsergebnissen in die Anwendung ist. Zu den einzelnen Missionen der Zukunftsstrategie (Kreislaufwirtschaft, digitale Souveränität, Gesundheit und weitere) formuliert die Fraunhofer-Gesellschaft wissenschaftspolitische Positionen und lässt diese in den weiteren Ausgestaltungsprozess der Strategie einfließen.

Die **digitale Transformation** bietet große Wettbewerbspotenziale für den Innovationsstandort Deutschland. Daten spielen dabei eine strategische Rolle als zentrale Ressource für **datengetriebene Innovationen**. Ein bürokratiearmer, einfacher und sicherer Zugang zu hochwertigen Daten ist daher wichtige Voraussetzung für den Forschungsstandort. Die Fraunhofer-Gesellschaft hat in unterschiedlichen Politikbereichen Positionierungen zur Erleichterung des Datenzugangs für die Forschung vorgenommen. So wurden beispielsweise beim **Mobilitätsdatengesetz, Forschungsdatengesetz** sowie **Gesundheitsdatennutzungsgesetz wissenschaftspolitische Positionen** formuliert und in den Gesetzgebungsprozess gegeben.

Das Thema generative KI hat im Jahr 2023 die wissenschaftspolitische Debatte stark geprägt. Aufgrund seines disruptiven Potenzials und der globalen Dynamik bedarf es eines schnellen orchestrierten Handelns des gesamten Innovationssystems. Gerade im Bereich der Geschäftsmodell-Entwicklung bestehen aufgrund des vorhandenen Know-hows und der branchenspezifischen Datenschätze in Deutschland und Europa große Wertschöpfungspotenziale. Die Fraunhofer-Gesellschaft besitzt sowohl die technologische Expertise als auch die langjährige Erfahrung in der Use-Case-Entwicklung, um diesen Prozess zu begleiten. Auf dieser Grundlage erhielt der Fraunhofer-Präsident 2023 **vom Zukunftsrat des Bundeskanzlers** das Mandat, zusammen mit SAP und der Max-Planck-Gesellschaft die **Patenschaft für das Thema »Generative KI«** zu übernehmen. Unter Federführung der acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften und in enger Zusammenarbeit mit den Themenpaten wurde ein Dossier erstellt, welches Herausforderungen und Chancen von generativer KI in Deutschland aufzeigt sowie Handlungsempfehlungen für die Bundesregierung ableitet. Diese Resultate wurden in der Zukunftsratssitzung im Januar 2024 der Bundesregierung vorgestellt. Zudem begleitet die Fraunhofer-Gesellschaft auf landes- und bundespolitischer Ebene die politische Debatte zu generativer KI und zeigt innovationsoffene Strategien auf, um die deutsche Wirtschaft dabei zu befähigen, die Potenziale dieser neuen Technologie in der Breite zu nutzen.

Mit einer Vielzahl an Instituten war Fraunhofer 2023 maßgeblich an der Erarbeitung eines Dossiers zur **Kreislaufwirtschaft** im Rahmen der **Allianz für Transformation (Leitdialog der Bundesregierung)** beteiligt. Im Fokus des Dossiers standen Kreislaufkonzepte für den Bausektor und die Batteriewirtschaft – Schlüsselindustrien für die Mobilitäts- und Energiewende. Es wurden gemeinsam Handlungsvorschläge abgeleitet, die im Zusammenwirken von Wirtschaft, Wissenschaft, Politik, Sozialpartnerinnen und -partnern sowie der Zivilgesellschaft umgesetzt werden können. Damit könnte Deutschland die Umsetzung von Kreislaufwirtschaft beschleunigen und gleichzeitig seine Importabhängigkeiten bei wichtigen Rohstoffen reduzieren. Diese Handlungsempfehlungen wurden in der abschließenden Sitzung im Januar 2024 mit der Bundesregierung diskutiert.

Die **Allianz der Wissenschaftsorganisationen** beschäftigte sich 2023 mit relevanten Themen der Innovations- und Forschungspolitik, die aktuelle gesamtgesellschaftliche Fragestellungen widerspiegeln. Beispiele sind das **Wissenschaftszeitvertragsgesetz, das Bürokratienteilungsgesetz, das Energieeffizienzgesetz, das KRITIS-Dachgesetz** und das **Lobbyregistergesetz**. Die Fraunhofer-Gesellschaft hat sich innerhalb der Allianz der Wissenschaftsorganisationen aktiv in die Erarbeitung von Stellungnahmen, Verbändeanhörungen und Positionierungen zu den wissenschaftspolitischen Herausforderungen eingebracht.

Auslandsgesellschaften arbeiten nicht gewinnorientiert, sondern gemeinnützig und erhalten im Regelfall Grundfinanzierung vom Sitzland. Die Finanzierung erfolgt analog zum Fraunhofer-Modell.

Fraunhofer Austria ist mit der Berufung von Prof. Dr.-Ing. Sebastian Schlund als Nachfolger des Geschäftsführers Prof. Dr.-Ing. Wilfried Sihm der Generationenwechsel gelungen. Zudem wurde das Fraunhofer Austria Center für Data Driven Design (DDD) – mit seinen Standorten in Graz und Klagenfurt – im Juli erfolgreich evaluiert/auditert. Das Audit ist Voraussetzung für die dreijährige Fortführung der Anschubfinanzierung Kärntens für den DDD-Standort in Klagenfurt.

Als neuer Chairman des Board of Directors von Fraunhofer USA wurde Prof. Dr. Raoul Klingner bestellt.

Die Gründung einer spanischen Fraunhofer-Stiftung als rechtliches Dach für ein **Fraunhofer Center in Barcelona** wurde 2023 **beantragt** und befindet sich derzeit im offiziellen Registrierungsprozess bei den spanischen Behörden. Partnerinstitut der geplanten Neugründung ist das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT, das zusammen mit dem katalanischen Institute for Bioengineering of Catalonia (IBEC) im Bereich der Applied Theragnostics auf institutioneller Basis aktiv werden will. Der notwendige Aufbau und die Grundfinanzierung für das neue Center sollen planmäßig zu 100 Prozent aus spanischen Quellen stammen.

Beide Center von **Fraunhofer Portugal**, das Center for Assistive Information and Communication Solutions AICOS und das Center for Advanced Water, Energy and Resource Management AWAM, durchliefen im Oktober 2023 einen **Strategie-Audit**. Beide wurden positiv bewertet, und es wurde eine **Empfehlung zur Weiterführung** für die kommende Förderperiode an die Zuwendungsgeber (Fundação para a Ciência e a Tecnologia FCT und Fraunhofer-Gesellschaft) ausgesprochen.

In **Fraunhofer Innovation Platforms (FIPs)** kooperieren Fraunhofer-Institute in einem bestimmten Themenfeld mit einer ausländischen Universität oder einer außeruniversitären Forschungseinrichtung. Die längerfristig angelegte Zusammenarbeit zielt auf gemeinsame anwendungsorientierte Forschung sowie gemeinsame Projekte für Kundinnen und Kunden aus der Wirtschaft und die Beteiligung an öffentlich geförderten Projekten. Nach zwei mehrstufigen Ausschreibungsrunden 2023 befinden sich nun 4 FIPs in Vorbereitung, die planmäßig 2024 in Südkorea (2), Taiwan und China etabliert werden.

Das interne Programm **ICON (International Cooperation and Networking)** ermöglicht die Zusammenarbeit mit wissenschaftlich exzellenten ausländischen Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen auf Basis von in der Regel dreijährigen Projekten. 2023 starteten 4 neue ICON-Projekte:

Internationales

Mit ihrer Internationalisierungsstrategie zielt die Fraunhofer-Gesellschaft auf wissenschaftliche Wertschöpfung in der eigenen Organisation sowie auf gewinnbringende Effekte für Deutschland und Europa wie auch im jeweiligen Partnerland. 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 11 Forschungscenter im Ausland. Diese institutionalisierten Fraunhofer-Kooperationen mit örtlichen Universitäten ermöglichen eine dauerhafte Forschungstätigkeit im Ausland. Die

Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE kooperiert seit März 2023 mit der Universität Strathclyde in Großbritannien im Rahmen des ICON-Projekts **GreenCom – Green Optical Wireless Communications Facilitated by Photonic Power Harvesting**. In dem Projekt wird der Ansatz verfolgt, die optische drahtlose Kommunikation LiFi (Light Fidelity) durch photonische Energiegewinnung zu ergänzen. Ziel ist eine Verbesserung der Energieeffizienz in Kommunikationsnetzen, um eine sowohl umweltfreundliche als auch ultraschnelle Konnektivität zu ermöglichen.

Das Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES kooperiert mit France Energies Marines im Projekt **NEMO – New methods for turbulence measurements and models in offshore wind**. Eine neue Mess- und Modellierungsmethodik zur Charakterisierung von Wind-Turbulenzen soll eine bessere Bewertung von Standorten für die Offshore-Windenergienutzung ermöglichen.

Am Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF ist im Oktober 2023 das ICON-Projekt **Simplified Safety Assessment of Cobots with a Fast Contact Model (SafeCoM)** mit der Kyung Hee University (KHU) in Südkorea gestartet. Ziel ist es, die Sicherheitsabnahme (Kollisionsmessungen) von kollaborativen Robotern (Cobots) für Anwendungen in der Produktion sowie im Maschinen- und Gesundheitswesen zu digitalisieren. Für die Modellentwicklung wird die komplexe Biomechanik des Menschen mithilfe von KI präzise nachgebildet, um Kollisionsgefahren an Cobots mithilfe von Simulationen schnell und kosteneffizient (80 Prozent Kostensenkung) zu bewerten.

Das ICON-Projekt **Tailored Powder Blends with low environmental footprint for Sustainable Metal Additive Manufacturing – SUSMET** des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM mit der University of Waterloo in Kanada startete im November 2023. Im Fokus der Kooperation stehen die Validierung wasserverdünster Pulvermischungen (water atomized powder) für additive Fertigungstechnologien mit industrieller Relevanz. SUSMET adressiert die Nachhaltigkeit (Verfügbarkeit von Rohstoffen und CO₂-Fußabdruck) und Kosteneffizienz (etwa ein Zehntel der derzeitigen Pulverkosten) sowie die Digitalisierung durch Sintersimulationen.

Das **Fraunhofer International Mobility Program (FIM)** fördert die internationale Mobilität und Vernetzung von Fraunhofer-Mitarbeitenden aus allen Arbeitsbereichen mit mehrmonatigen Auslandsaufenthalten, um so den Wissenstransfer zu unterstützen. Im Frühjahr 2023 wurde das Programm erneut ausgeschrieben. Insgesamt wurden 11 Förderungen für Aufenthalte ab dem 4. Quartal 2023 bewilligt. Am stärksten nachgefragt waren innovationsstarke Länder in (Nord-)Europa (Frankreich, Schweden, Norwegen) sowie den

USA und Australien. Bis Ende Oktober 2023 lief eine weitere Bewerbungsrunde für Aufenthalte ab Mitte 2024.

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 Forschungspartnerinnen und -partnern. Mit ihrem Wissen um die jeweilige regionale und lokale Forschungslandschaft geben die Repräsentanzen wichtige Impulse für das Fraunhofer-Forschungsportfolio.

Das **PACT – Program for Affiliate Cooperation and Knowledge Transfer** und die damit verbundenen FuE-Projekte, Kommerzialisierungsmaßnahmen und Initiativen zielen darauf ab, durch eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen den Fraunhofer-Auslandsgesellschaften und Fraunhofer-Instituten einen zusätzlichen Mehrwert für das gesamte Fraunhofer-Netzwerk zu schaffen. 2023 wurden insgesamt 20 PACT-Projekte mit Beteiligung von 6 Fraunhofer-Auslandsgesellschaften, 9 Centern und 18 Fraunhofer-Instituten gestartet.

Im PACT-Projekt **Cultured Meat** arbeitet das Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME mit dem Fraunhofer USA Center for Manufacturing Innovation CMI über 18 Monate zusammen, um die Fleischproduktion von einer landwirtschaftlichen Praxis zu biotechnologischen Verfahren unter Verwendung von Zellkulturen umzuwandeln. Das Ziel ist die Herstellung von kultiviertem Fleisch durch die Anpassung der bestehenden Techniken für kultivierte tierische Zellen für den großtechnischen Einsatz in der Lebensmittelindustrie.

Das PACT-Projekt **KI4Med – Künstliche Intelligenz in der Medizinischen Bildgebung** mit der Beteiligung des Fraunhofer Austria Center für Data Driven Design (DDD) und dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT zielt darauf ab, eine KI-basierte, medizinische Diagnostiklösung zu entwickeln. Das neue System soll hochaufgelöste kontaktlose und nichtinvasive tomographische Schnittbilder von Gewebe erzeugen und Veränderungen in den Gewebeschichten erkennen.

Das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM und das Fraunhofer-Chalmers Centre for Industrial Mathematics FCC arbeiten an dem PACT-Projekt **Efficient Particle Simulation – EFF-PART-SIM** zusammen, um die Arbeit von landwirtschaftlichen Maschinen an rauen und diskreten Oberflächen zu simulieren. Die Verwertung für diese Anwendung liegt vor allem im Bereich kommerzieller Fahrzeuge, insbesondere von Landwirtschafts- und Baufahrzeugen.

 *Fraunhofer international*

Wirtschaftliche Entwicklung

Finanzvolumen

Das Jahr 2023 verlief für Fraunhofer wirtschaftlich erfolgreich. Das Finanzvolumen erreichte 3,4 Mrd. € mit einem deutlichen Zuwachs von 12 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Mit einem Anteil von 88 Prozent bzw. 3,0 Mrd. € umfasst die Vertragsforschung die Kerntätigkeiten von Fraunhofer, die zu rund einem Drittel von Bund und Ländern grundfinanziert werden. Forschungsleistungen mit einer dauerhaften Finanzierung außerhalb dieser regulären Grundfinanzierung werden als zusätzliche Forschungsförderung zusammengefasst, die ein Volumen von 249 Mio. € erreichte. Die Ausbauinvestitionen lagen bei 164 Mio. €. Die drei Bereiche werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

— siehe S. 20, Grafik »Finanzvolumen Fraunhofer gesamt«

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 2023 investierte Fraunhofer insgesamt 581 Mio. € mit einem Anteil von 17 Prozent am Finanzvolumen. Der Personalaufwand stieg um 9 Prozent auf 1920 Mio. €. Dies ist im Wesentlichen auf einen Anstieg des Stammpersonals um 5 Prozent sowie Einmalzahlungen zum Inflationsausgleich im Rahmen der Tarifeinigung 2023 zurückzuführen. Der Sachaufwand lag mit 921 Mio. € um 13 Prozent über dem Vorjahr, u. a. aufgrund höherer Energie- und Materialpreise und einer Zunahme des extern finanzierten Projektvolumens. Die Rücklage wurde 2023 unterjährig zur Deckung von Liquiditätsbedarfen eingesetzt und wurde in Saldo in Höhe von 18 Mio. € aufgelöst, um den Aufbau von Leistungszentren, die Ausstattung von Fraunhofer-Instituten mit Photovoltaikanlagen und die Förderung strategisch wichtiger Beteiligungsförderformate zu finanzieren.

— siehe S. 20, Grafik »Finanzvolumen 2023 nach Haushalt«

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

Im Jahr 2023 stieg der Zuwendungsbedarf aus der Grundfinanzierung um 16 Prozent auf 824 Mio. € an. Die Grundfinanzierung wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und den Ländern im Verhältnis 90:10 bereitgestellt. Die **Wirtschaftserträge** verzeichneten ein Wachstum um 6 Prozent auf 836 Mio. € und erreichten einen neuen Höchststand. Während die Erträge aus Aufträgen der Industrie um 8 Prozent auf 679 Mio. € anstiegen, lagen die Lizenzerträge aus der Wirtschaft mit 157 Mio. € leicht unter dem hohen Vorjahresniveau.

— siehe S. 20, Grafik »Erträge in der Vertragsforschung«

Die **öffentlichen Projekterträge** nahmen 2023 erneut deutlich zu. Insbesondere die Projektförderung des Bundes verzeichnete einen starken Aufwuchs um 21 Prozent auf 802 Mio. €. Dabei legten die Erträge des BMBF um 18 Prozent auf 406 Mio. €, die Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) um 15 Prozent auf 267 Mio. € und die Erträge der sonstigen Bundesressorts um 54 Prozent auf 129 Mio. € zu. Die Projektförderung der Länder ging nach einem starken Anstieg in den Vorjahren um 5 Prozent auf 232 Mio. € zurück. Bei den EU-Erträgen gab es einen deutlichen Aufwuchs um 28 Prozent auf 114 Mio. €. Die sonstigen Erträge nahmen um 46 Prozent auf 183 Mio. € zu und beinhalten u. a. Erträge von Stiftungen, Universitäten und anderen Einrichtungen der Forschungsförderung. Zudem enthalten sie im Jahr 2023 Erstattungen gemäß dem Energiepreisbremsengesetz von 19 Mio. € und eine außerordentliche Versicherungsentschädigung von 13 Mio. € für das Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT aufgrund des Hochwassers 2021.

— siehe S. 20, Grafik »Öffentliche Projekterträge 2023«

Der hohe **Finanzierungsanteil extern eingeworbener Erträge** 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 inklusive kalkulatorischer Abschreibungen auf Investitionen (ohne Projektgruppen und bilanzielle Sondereffekte bei Rücklage und Rückstellungen). Aufgrund des starken Anstiegs der öffentlichen Erträge nahm der Projektfinanzierungsanteil im Jahr

2023 erneut zu und lag bei 76,4 Prozent. Der Finanzierungsanteil von Bund und Ländern erhöhte sich dabei auf 36,3 Prozent. Der Anteil der Wirtschaftserträge lag mit 29,7 Prozent auf dem Vorjahresniveau.

— siehe S. 21, Grafik »Finanzierungsanteile«

Zusätzliche Forschungsförderung

In der zusätzlichen Forschungsförderung werden Forschungsleistungen mit einer dauerhaften Finanzierung außerhalb der regulären Grundfinanzierung zusammengefasst.

Neben der Verteidigungsforschung zählen dazu das Nationale Forschungszentrum für angewandte Cybersicherheit ATHENE und die Fraunhofer-Einrichtung Forschungsfertigung Batteriezelle FFB.

In **ATHENE** forschen das Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie SIT und das Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung 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 dem Land Hessen im Verhältnis 70:30 gefördert und wies 2023 einen Haushalt von 24 Mio. € auf.

Mit Ausgaben in Höhe von 84 Mio. € wurde der Aufbau der **FFB** im Jahr 2023 weiter vorangetrieben. Das Großprojekt wird vom BMBF mit insgesamt 500 Mio. € projektfinitziert. Weitere rund 200 Mio. € stellt Nordrhein-Westfalen für ein Gebäude in Münster bereit. Die FFB soll zum Zentrum der Entwicklung einer modernen und skalierbaren Batteriezellproduktion für Deutschland und Europa werden.

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. Die Ausgaben in der Verteidigungsforschung lagen 2023 mit 141 Mio. € auf Vorjahresniveau. Die Grundfinanzierung des BMVg erhöhte sich leicht um 4 Mio. € auf 87 Mio. €, während die Projektfinitzierung des BMVg um 5 Mio. € auf 54 Mio. € zurückging.

— siehe S. 21, Grafik »Zusätzliche Forschungsförderung«

Ausbauinvestitionen

In den Ausbauinvestitionen sind Baumaßnahmen sowie die Erstausrüstungen mit wissenschaftlichen Geräten und Mobilier erfasst. Die Investitionen in **Bau und Erstausrüstung** waren 2023 mit 164 Mio. € um 13 Prozent geringer als im Vorjahr, da externe Einflüsse weiterhin verzögernd auf den Mittelabfluss bei den Baumaßnahmen einwirken. Hierzu zählen insbesondere zeitlich fixierte Perioden aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und erhöhte Anforderungen im Zuwendungsbau. Dabei gingen die Baumaßnahmen um 19 Mio. € auf 133 Mio. € zurück, wovon 98 Mio. € auf Großbauprojekte und 35 Mio. € auf den Kleinbau entfielen. Die Investitionen in die Erstausrüstung sanken um 6 Mio. € auf 31 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 143 Mio. €. Bei den Projekterträgen entfielen 21 Mio. € auf EFRE-Mittel der Länder und sonstige Erträge.

— siehe S. 21, Grafik »Ausbauinvestitionen«

Vermögens- und Finanzlage

Zum 31. Dezember 2023 belief sich die Bilanzsumme auf 4855 Mio. € und lag 5 Prozent bzw. 239 Mio. € über dem Vorjahr. Die Bilanzsumme entfällt zu 99,7 Prozent auf das in der ordentlichen Rechnung geführte Vermögen und zu 0,3 Prozent auf das Vereinsvermögen.

Das **Anlagevermögen** macht 62 Prozent der Aktiva aus und erhöhte sich um 216 Mio. € auf 2997 Mio. €. Die Erhöhung ist vor allem dadurch bedingt, dass die Investitionen in die Sachanlagen die darauf entfallenden Abschreibungen überstiegen. Das Sachanlagevermögen stieg um 195 Mio. € auf 2919 Mio. €. Des Weiteren wurden zum 1. Januar 2023 aus der Rücklage finanzierte Beteiligungen zum Restbuchwert in Höhe von 14,5 Mio. € vom Umlaufvermögen in das Anlagevermögen umgewidmet.

Das **Umlaufvermögen** macht 37 Prozent der Aktiva aus und sank leicht um 3 Mio. € auf 1802 Mio. €. Die Ausgleichsansprüche und Forderungen an Bund und Länder aus der institutionellen Förderung stiegen um 346 Mio. € auf 374 Mio. € und beinhalten Forderungen für bewilligte Zuwendungen des Geschäftsjahres. Deren Überjährigkeit wird durch das haushaltsrechtliche Instrument der Selbstbewirtschaftung hergestellt, daher sind Selbstbewirtschaftungsmittel (SBM) des BMBF in



Höhe von 345 000 T€ und des BMVg in Höhe von 13 503 T€ enthalten (im Vorjahr wurden SBM als Kassenbestand ausgewiesen). Die Ausgleichsansprüche und Forderungen an Bund und Länder aus Projektabrechnungen (einschließlich Aufträgen) stiegen um 20 Mio. € auf 355 Mio. €. Die Forderungen gegenüber verbundenen Unternehmen gingen um 7 Mio. € auf 0,4 Mio. € zurück. Der Kassenbestand verringerte sich um 275 Mio. € auf 18 Mio. € (einschließlich Bankguthaben). Der Bestand an Wertpapieren sank um 53 Mio. € auf 459 Mio. €. Davon entsprechen 372 Mio. € der Rücklage aus Lizenzerträgen, 17 Mio. € dem Sonderposten »Zur Finanzierung von Restrukturierungen« und 70 Mio. € einem Patentverkauf.

Das **Eigenkapital** erhöhte sich leicht und setzt sich zusammen aus dem nicht zuwendungsfinanzierten Vereinskaptal in Höhe von 15,6 Mio. € und den Rücklagen für satzungsgemäße Zwecke in Höhe von 11 225 €. Zum wirtschaftlichen Eigenkapital zählen darüber hinaus 4 bilanzielle Sonderposten: Der Sonderposten »Zuwendungen zum Anlagevermögen« erhöhte sich um 216 Mio. € auf 2986 Mio. €. Der Sonderposten »Rücklage aus Lizenzerträgen für satzungsgemäße Zwecke« reduzierte sich um 32 Mio. € auf 372 Mio. €. Der »Sonderposten Zahlungen aus Patentverkäufen« betrug 103 Mio. €. Ihm stehen bei den Aktiva sonstige Forderungen sowie Wertpapiere in gleicher Höhe gegenüber.

Für eine notwendige Restrukturierung der Reinrauminfrastruktur besteht ein Sonderposten in Höhe von 17 Mio. €, 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. Im Geschäftsjahr wurden dafür 4,3 Mio. € verbraucht.

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 320 Mio. € belief.

Die **Rückstellungen** stiegen um 34 Mio. € auf 277 Mio. €, wovon 40 Mio. € auf Rückstellungen mit Laufzeiten von mehr als einem Jahr entfielen. Für Pensions- und Urlaubsrückstellungen in Höhe von 109 Mio. € wurden auf der Aktivseite Ausgleichsansprüche gegenüber Bund und Ländern angesetzt.

Die **Verbindlichkeiten** erhöhten sich um 106 Mio. € auf 756 Mio. €. Neben einem Anstieg der noch zu verwendenden Zuschüsse von Bund und Ländern aus institutioneller Förderung und aus Projektabrechnung von 77 Mio. € stiegen auch die Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen, die Verbindlichkeiten gegenüber verbundenen Unternehmen und die sonstigen Verbindlichkeiten um gesamt 29 Mio. €.

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 hat sich auch in Krisenzeiten bewährt und steht auf einem soliden Fundament.

Die **Fraunhofer-Zukunftsstiftung**, gegründet 2008, fördert als rechtlich eigenständige Einrichtung satzungsgemäß technologieorientierte Forschungsprojekte an den Fraunhofer-Instituten. 2023 führte die Stiftung insgesamt 3,7 Mio. € zum Verbrauchskapital zu. Diese Zuführungen resultieren aus Spendeneinnahmen, anteiligen Rückflüssen aus erfolgreichen Stiftungsprojekten, rückzahlbaren Förderungen und Erträgen aus der Vermögensverwaltung. Im Jahr 2023 förderte die Fraunhofer-Zukunftsstiftung mit 6,8 Mio. € Projekte an Fraunhofer-Instituten. Das Verbrauchskapital hat sich dadurch von 91,5 Mio. € auf 88,4 Mio. € reduziert.

Beteiligungen und Ausgründungen

Die Fraunhofer-Gesellschaft war zum Bilanzstichtag an insgesamt **83 Unternehmen** aus den unterschiedlichsten Branchen beteiligt. Bei 53 Unternehmen des Beteiligungsportfolios steht der **Technologietransfer** in die Wirtschaft im Fokus. Weitere 24 Beteiligungen sind strategischer Natur. Daneben existieren noch 6 verbundene Unternehmen. Die Fraunhofer-Gesellschaft investierte 2023 insgesamt 7,1 Mio. € in das Eigenkapital der Beteiligungen. Demgegenüber wurde bei 6 Unternehmen ein Exit vollzogen. Ein Unternehmen kam hinzu, bei dem sich Fraunhofer am Grund- bzw. Stammkapital beteiligt. Darüber hinaus wurden 6 Unternehmen in das Anlagevermögen umgewidmet, die bisher in den Wertpapieren des Umlaufvermögens gehalten wurden. Der Buchwert aller Beteiligungen erhöhte sich auf 31,5 Mio. € (inklusive Anteilen an verbundenen Unternehmen, Vorjahr: 9,2 Mio. €). Der starke Anstieg des Buchwerts resultierte im Wesentlichen aus der Umwidmung der 6 Unternehmen aus dem Umlaufvermögen, die Ende 2023 einen Buchwert von 21,8 Mio. € hatten. Die Exit-Erlöse aus dem Abgang von Beteiligungen beliefen sich auf 7,1 Mio. €.

Ausgründungen sind ein integraler Bestandteil der Verwertungsaktivitäten bei Fraunhofer. Typischerweise unterstützt die

Fraunhofer-Gesellschaft über die Abteilung Ausgründungen und Beteiligungen die Gründerinnen und Gründer bei ihren Vorbereitungsaktivitäten. Im Einzelfall übernimmt Fraunhofer im Rahmen des Technologietransfers eine gesellschaftsrechtliche Minderheitsbeteiligung. Im Jahr 2023 unterstützte Fraunhofer Venture 71 neue Ausgründungsprojekte; daraus gingen 23 Spin-offs 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 dies mit zielgerichteten Maßnahmen und Programmen, die im Rahmen des integralen Ansatzes AHEAD inhaltlich gebündelt wurden.

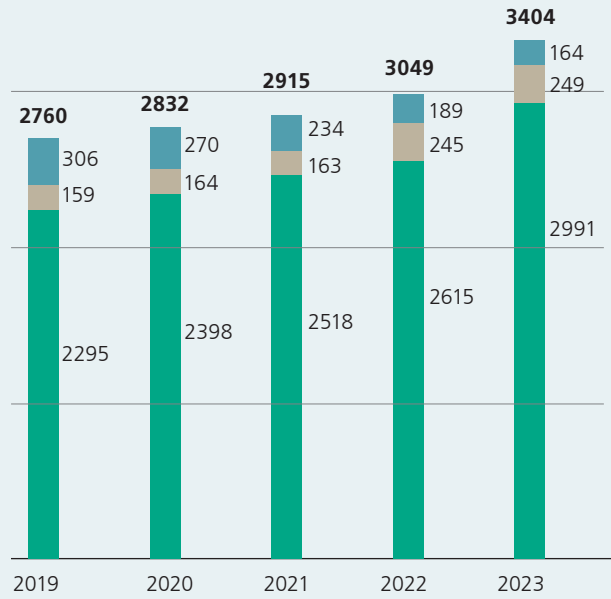
Schutzrechtsverwertung

Unter den Forschungseinrichtungen in Deutschland ist Fraunhofer nach wie vor Spitzenreiter bei der Anzahl der Erfindungen und der neu angemeldeten Patente. Nach dem Rückgang der vergangenen zwei Jahre ist die Zahl der Erfindungsmeldungen 2023 wieder auf **506 Erfindungen** gestiegen. Auch die Zahl der **prioritätsbegründenden Patentanmeldungen** lag mit **406** über dem Vorjahr. Mit zeitlicher Verzögerung wirkt sich die gesunkene Zahl an Neuanmeldungen in den Jahren 2021 und 2022 auf den Schutzrechtsbestand aus. Der Bestand an aktiven Patentfamilien, die alle Schutzrechte in unterschiedlichen Ländern beinhalten, ist gegenüber dem Niveau des Vorjahres auf 7068 gesunken. Zudem nehmen die Institute aufgrund der allgemeinen Preissteigerungen den Kostenaspekt von Schutzrechten noch stärker als bisher in den Fokus und bereinigen daher partiell ihre Portfolios für ältere Schutzrechte. Es bleibt die generelle Strategie der Fraunhofer-Institute, nur werthaltige Erfindungen dauerhaft patentrechtlich abzusichern. Um die Verwertung von Schutzrechten kontinuierlich voranzutreiben, werden weiterhin Patentportfolios gestaltet und ausgewählten Unternehmen angeboten, lizenziert oder in Einzelfällen veräußert (siehe S. 21, Grafik »Prioritätsbegründende Patentanmeldungen«).

Die **Verwertung des Intellectual Property (IP)** erfolgt in der Regel durch den Abschluss von Lizenzverträgen. Daneben kann IP auch in Patent-Pools eingebracht werden oder durch den Verkauf von IP verwertet werden. Die erfolgreichsten Patent-Pools beinhalten Patente der Audio- und Video-Codierung. Gemeinsam mit weiteren Inhaberinnen und Inhabern standardrelevanter Patente aus verschiedenen Ländern werden im Rahmen unterschiedlicher Patent-Pools weltweit Lizenzen erteilt. Diese Einnahmen werden in die Vorlaufforschung reinvestiert und stärken damit nachhaltig den Forschungsstandort Deutschland. Im Jahr 2023 schloss Fraunhofer 212 neue Verträge über die Lizenzierung oder den Verkauf von IP ab, die Gesamtanzahl lag Ende 2023 bei 2989 aktiven Verträgen. Die Erträge aus der Lizenzierung und dem Verkauf von IP betragen rund 158 Mio. €.

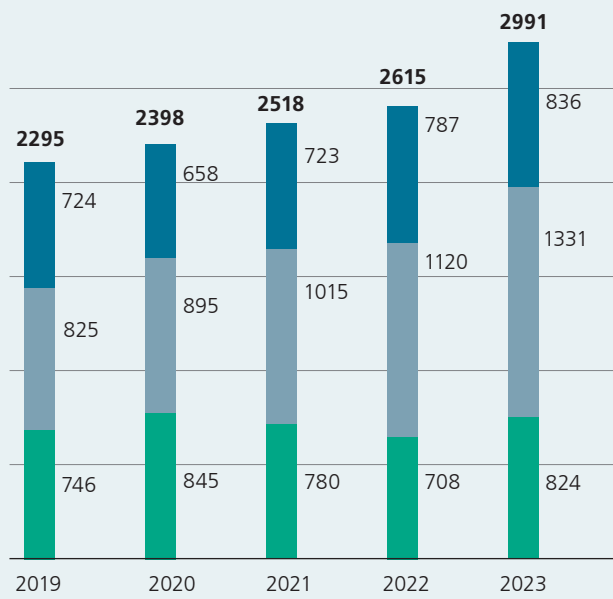
Zahlen und Fakten

Finanzvolumen Fraunhofer gesamt in Mio. €



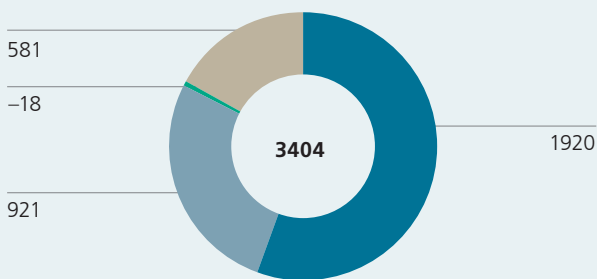
- Ausbauinvestitionen
- Zusätzliche Forschungsförderung
- Vertragsforschung

Erträge in der Vertragsforschung in Mio. €



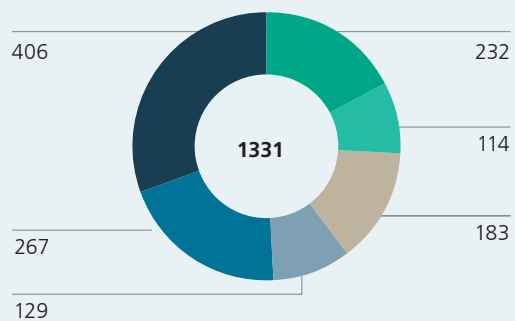
- Wirtschaftserträge
- Öffentliche Projekterträge
- Grundfinanzierung

Finanzvolumen 2023 nach Haushalt in Mio. €



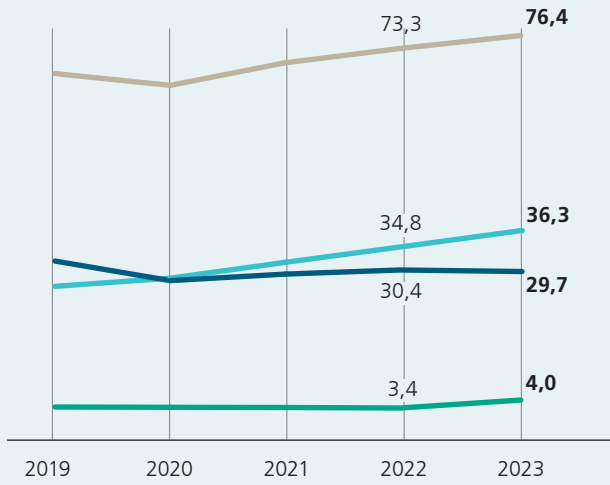
- Personalaufwand
- Sachaufwand
- Rücklagenveränderung
- Investitionen

Öffentliche Projekterträge 2023 in Mio. €



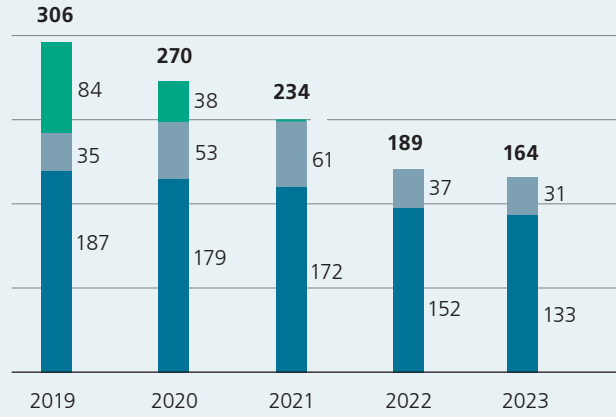
- BMBF
- BMWK
- Sonstige Bundesressorts
- Länder
- EU
- Sonstige

Finanzierungsanteile in %



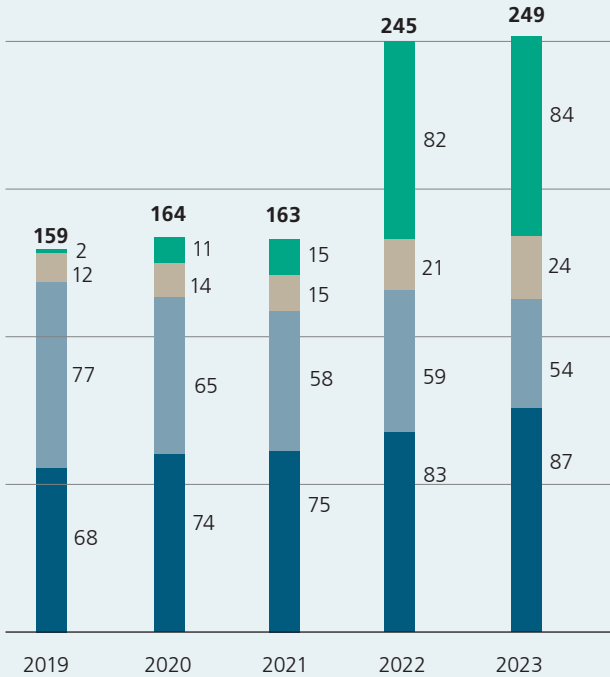
- Projekterträge gesamt
(darin sonstige Erträge, 2023: 6,4 %)
- Wirtschaft
- Bund und Länder
- EU

Ausbauinvestitionen in Mio. €



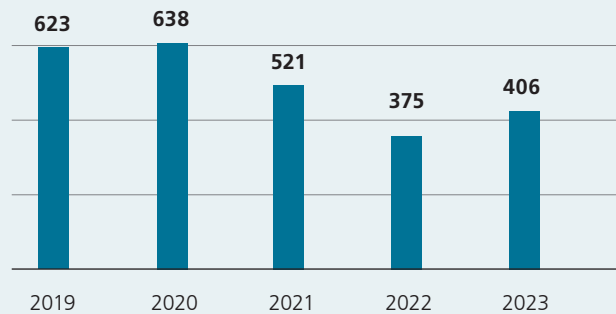
- Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)
- Erstausrüstung
- Baumaßnahmen (Groß- und Kleinbau)

Zusätzliche Forschungsförderung in Mio. €



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

Prioritätsbegründende Patentanmeldungen





Aspekte der Nachhaltigkeit

Verantwortung der Fraunhofer-Gesellschaft

Für Fraunhofer bedeutet Nachhaltigkeit, umfassende Verantwortung für eine lebenswerte Zukunft zu übernehmen. Neben der Forschung betrifft dies eine verantwortungsvolle Unternehmensgestaltung entlang der Dimensionen Ökologie, Ökonomie und soziale Belange. Verantwortung zeigt sich auch durch gesellschaftliches Engagement wie umfangreiche Entwicklungsmöglichkeiten der Mitarbeitenden, die Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern in Forschungsprozesse und in Programmen für Schülerinnen und Schüler sowie Studierende.

2023 veröffentlichte Fraunhofer einen umfassenden Corporate-Social-Responsibility-Bericht. Für alle Aspekte der Nachhaltigkeit bzw. Corporate Social Responsibility wurde Ende 2022 eine ressortübergreifende Managementstruktur etabliert. 2023 standen die Compliance-Anforderungen sowie die Governance im Bereich Nachhaltigkeit im Fokus. Erste Handlungsfelder und Maßnahmen der zu etablierenden Strategie wurden bereits im Nachhaltigkeitsbericht 2023 definiert und werden qualitätsgesichert begleitet: So wird der Transfer in Wirtschaft und Gesellschaft ausgebaut, z. B. durch strategische Partnerschaften mit Industriekunden, und ein organisationsübergreifender Austausch durch gemeinsam definierte Forschungsprozesse etabliert, etwa zu »Forschen in gesellschaftlicher Verantwortung«. Weiter gilt es, die Frauenquote beim wissenschaftlichen Personal sowie in den Kuratorien der Institute zu erhöhen. Fraunhofer bereitet sich darauf vor, **ab dem Geschäftsjahr 2025 nach den umfangreichen Vorgaben der Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)** im Lagebericht zu informieren. Die CSRD stellt eine transparente Kommunikation und die Vergleichbarkeit des Nachhaltigkeitsengagements von Unternehmen und Organisationen sicher. Fraunhofer etabliert frühzeitig ressortübergreifend alle notwendigen Prozesse, um die Datenerhebung als wesentliche Voraussetzung für die präzise, glaubwürdige und wirkungsvolle Berichterstattung

zu realisieren. Eine zentrale, vom Vorstand berufene Arbeitsgruppe arbeitet mit Hochdruck daran, die Voraussetzungen für eine umfangreiche und auf die wesentlichen Aspekte ausgerichtete CSRD-Berichterstattung zu schaffen. Die Grundlage hierfür wird mit der Analyse der doppelten Wesentlichkeit gelegt, die 2023 initiiert wurde. Als wesentlich betrachtet werden demnach Aspekte der Nachhaltigkeit, die entweder relevant sind aus der Inside-out-Perspektive (Auswirkungen der Geschäftstätigkeit von Fraunhofer auf Umwelt und Gesellschaft) oder aus der Outside-in-Perspektive (relevante Chancen und Risiken, die Nachhaltigkeitsthemen für die Zukunftsfähigkeit des Fraunhofer-Geschäftsmodells) mit sich bringen. Die entsprechende Befragung der Stakeholder ist für das erste Halbjahr 2024 geplant.

Neuausrichtung des Compliance-Management-Systems

Gute Unternehmensführung beinhaltet für die Fraunhofer-Gesellschaft neben der selbstverständlichen Einhaltung gesetzlicher Vorgaben die Orientierung an Werten wie Vertrauen, Respekt und Fairness im Innen- sowie Außenverhältnis. Seit 2010 betreibt Fraunhofer ein Compliance-Management-System (CMS). Es wird seitdem kontinuierlich weiterentwickelt, um der steigenden Regulatorik auch im Forschungsbereich gerecht werden zu können.

Bei Fraunhofer verstehen wir Compliance als sogenannte Business Enabler, indem die Mitarbeitenden der zentralen Compliance-Abteilung vertrauensvolle Ansprechpersonen sind, die Geschäftsabläufe kennen und Mehrwerte schaffen können. Ein Compliance-konformes Handeln bedeutet für uns, stimmige Maßnahmen im Sinne eines fairen Miteinanders innerhalb gemeinsam definierter Leitplanken für eine verantwortungsvolle und erfolgreiche Forschung abzuwägen. Das Compliance-Rahmenwerk gewährleistet u. a. darauf abgestimmte Kontrollprozesse, indem verschiedene Teilnehmende mit eigenverantwortlichen Zuständigkeiten und Funktionen im CMS interagieren. Permanente Überprüfungen (z. B. Vieraugenprinzip) finden durch alle Mitarbeitenden in den festgelegten Prozessen statt. Periodische Überprüfungen regulatorischer sowie prozessualer Anforderungen (z. B. Einhaltung der Kontrollen) werden im Rahmen des Compliance-Kontrollkonzepts durch die Themenverantwortlichen in den Fachabteilungen durchgeführt.

Zusätzlich bedarf das innovative sowie flexible Geschäftsmodell moderner Wissenschaft und angewandter Forschung mit gesellschaftlicher Verantwortung der Integration von Compliance in die Unternehmenskultur. Denn allen Mitarbeitenden müssen die Regeln, Rollen und Werte kommuniziert sowie von ihren Führungskräften vorgelebt werden. Hierzu braucht es ein orchestriertes Zusammenspiel bereichsübergreifender Kompetenzen u. a. aus Personal, Kommunikation, Recht und

Compliance. Die nötige Kombination von Eigenverantwortung, Kenntnis des Leitbilds sowie des Regelwerks führt zu verantwortungsbewussten Mitarbeitenden und Führungskräften, die für Fraunhofer jeweils auch Compliance-konform handeln. Nur auf diesem gemeinsam zu beschreitenden Weg kann die Sicherung des nachhaltigen Erfolgs von Fraunhofer gelingen, sodass genügend Raum für die wichtigen Aufgaben – Forschung und Transfer von Innovationen – erhalten bleibt.

Umsetzung des Lieferkettensorgfaltspflichten-gesetzes (LkSG)

Am 1. Januar 2023 trat das Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten zur Vermeidung von Menschenrechtsverletzungen in Lieferketten – kurz LkSG – in Kraft. Das deutsche Bundesgesetz steuert das wirtschaftliche Handeln von in Deutschland ansässigen Unternehmen ab einer Größe von 3000 Arbeitnehmenden im Inland (ab nächstem Jahr ab 1000 Arbeitnehmenden), indem es ihnen Sorgfaltspflichten auferlegt, welche menschenrechtliche und umweltbezogene Risiken in ihren Lieferketten minimieren sollen. Die Fraunhofer-Gesellschaft setzt die Anforderungen des LkSG um und hat Maßnahmen zur Erfüllung der Sorgfaltspflichten implementiert.

Die Funktion des Menschenrechtsbeauftragten ist in einer neu geschaffenen Stabsabteilung, welche die menschenrechtlichen und umweltbezogenen Risiken der eigenen Wertschöpfungskette und der Lieferkette von Fraunhofer überwacht, verortet worden. Das **bestehende Risikomanagementsystem** der Fraunhofer-Gesellschaft **wurde um das Thema LkSG erweitert** und wird kontinuierlich ausgebaut, um menschenrechtliche und umweltbezogene Risiken erkennen zu können.

In diesem Jahr fand die erste regelmäßige Risikoanalyse statt, um die menschenrechtlichen und umweltbezogenen Risiken im eigenen Geschäftsbereich sowie bei den unmittelbaren Zulieferern zu ermitteln. In Bezug auf die unmittelbaren Zulieferer wurde ein spezialisierter externer Anbieter hinzugezogen. Zunächst wurde anhand der Vorgaben des LkSG sowie der Handreichungen des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) eine abstrakte Risikoanalyse durchgeführt, deren Ergebnisse im Anschluss manuell plausibilisiert wurden. Hierbei wurden Risiken, jedoch keine Verletzungen identifiziert und angemessene Präventionsmaßnahmen in die Wege geleitet. Für den Fall, dass zukünftig Verletzungen identifiziert werden, wurden Prozesse zur Durchführung von Abhilfemaßnahmen definiert.

Ende 2022 wurde die Menschenrechtsstrategie der Fraunhofer-Gesellschaft verabschiedet, welche in einer Grundsatzerklärung des Vorstands festgehalten wurde und seit 1. Januar 2023 auf der Fraunhofer-Website abrufbar ist.

Das Fraunhofer-Hinweisgebersystem konnte um einen LkSG-Kanal erweitert werden, sodass gewährleistet ist, dass eingehende Hinweise zu möglichen Verletzungen systematisch und anonymisiert bearbeitet werden können.

Im Verhältnis zu mittelbaren Zulieferern wurde ein Prozess zur anlassbezogenen Risikoanalyse definiert, um bei Kenntniserlangung von Verletzungen in der Lieferkette sofort Maßnahmen ergreifen zu können. Die Dokumentation und öffentliche Berichterstattung nach den Vorgaben der BAFA wird fristgerecht zum 30. April 2024 erfolgen.

Forschung für Nachhaltigkeit

Knapp 32 000 Fraunhofer-Mitarbeitende entwickeln gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft aus Ideen innovative Lösungen. Damit begegnen sie den drängenden gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit. Die Fraunhofer-Forschung konzentriert sich derzeit auf fünf gesamtgesellschaftliche Ziele: digitale Wertschöpfung, ganzheitliche Kreislaufwirtschaft, vollendete Energiewende, bezahlbare Gesundheit sowie Sicherheit und resiliente Gesellschaft. Der Transfer von Forschungsergebnissen in die Anwendung kann Unternehmen wesentlich darin unterstützen, Nachhaltigkeitsziele zu erreichen sowie nachhaltigere Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln.

Zu den weltweit wichtigsten gesamtgesellschaftlichen Aufgaben gehört der Klimaschutz, d. h. vor allem die Umstellung der Energiesysteme auf erneuerbare Energien und die Dekarbonisierung der Wirtschaft. Fraunhofer-Forschende steuern hierzu maßgebliche Impulse bei. Ein Beispiel ist das Fraunhofer-Leitprojekt **Elektrokalorische Wärmepumpen EIKaWe**. Hier entwickeln Forschungsteams elektrokalorische Wärmepumpen als Alternative zur derzeit vorherrschenden, aber unwirtschaftlichen Kompressor-Technologie. Die neuartigen Wärmepumpen – EIKaWe – versprechen eine höhere Effizienz und kommen ohne Kältemittel aus. 2023 gelang ein Meilenstein in der hierfür notwendigen Galliumnitrid-basierten Leistungselektronik: Fraunhofer-Forschende realisierten eine ultraeffiziente **Schaltungstopologie für Spannungswandler mit 99,74 Prozent elektrischem Wirkungsgrad**. Dieses Ergebnis setzt weltweit Maßstäbe und ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu vollständig emissionsfreien Lösungen zum Heizen und Kühlen.

Maßgeblich zur Vermeidung von CO₂-Emissionen trägt auch das EU-Projekt (Horizon Europe) **ReSoURCE** bei. Als Teil des Konsortiums unter Industrieführung arbeiten Fraunhofer-Forschende mit an nachhaltigen Lösungen für das Recycling von Feuerfestmaterialien. Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT und dessen Spin-off Laser Analytical Systems & Automation GmbH (LSA) liefern dabei vor allem Laser-Know-how für die

Messtechnik in automatisierten Sortieranlagen. Weltweit fallen jährlich etwa 32 Millionen Tonnen gebrauchte Feuerfestmaterialien an, von denen bisher nur ein Bruchteil recycelt wird. Da die Herstellung feuerfester Werkstoffe aus Primärrohstoffen erhebliche Mengen CO₂ verursacht, ist es das Ziel, diese Materialien im Kreislauf zu führen. Die Projektergebnisse schaffen die Grundlage dafür, den diesbezüglichen Recyclinganteil von bislang 7 bis 30 Prozent auf 90 Prozent zu steigern, und somit die europäischen CO₂-Emissionen um bis zu 800 000 Tonnen pro Jahr zu reduzieren.

Der globale Wasserverbrauch hat sich in den letzten 100 Jahren fast versechsfacht und wächst um etwa 1 Prozent jährlich. Steigender Verbrauch und Verschmutzung von Wasserressourcen bei gleichzeitig wachsender Weltbevölkerung und länger werdenden Dürreperioden machen nutzbares Wasser zu einem knappen Gut. Zudem werden derzeit ca. 70 Prozent des Trinkwassers für die Landwirtschaft genutzt, wovon 60 Prozent durch übermäßige Bewässerung verschwendet werden. Die Fraunhofer-Institute für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI und für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF entwickelten mit ihren Spin-offs constellr GmbH und SPACEOPTIX GmbH die innovative Infrarotkamera »LisR«, kurz für »Longwave infrared sensing demonstratoR«, um eine nachhaltigere Bewässerung zu ermöglichen. »LisR« misst vom Orbit aus die reale Landoberflächentemperatur und ist somit für Bewässerungsstrategien erheblich präziser als bisherige Modellierungen. Der Technologiedemonstrator wurde 2022 erfolgreich auf der Internationalen Raumstation (ISS) getestet. Ab 2026 könnten durch eine solch gezielte Bewässerung jährlich 180 Milliarden Tonnen Wasser und 94 Millionen Tonnen CO₂ eingespart werden – bei einer globalen Erntesteigerung von bis zu 4 Prozent (siehe Jahresbericht 2022).

Ein Beispiel für Nachhaltigkeit im Transfer von Forschungsergebnissen direkt in die Industrie stellt die **strategische Zusammenarbeit zwischen Fraunhofer und Procter & Gamble (P & G)** dar. Diese wurde im Juli 2023 mit der »**Joint Innovation Platform**« um einen neuen integrierten Ansatz ergänzt. Ziel der Plattform ist eine intensiviertere Vernetzung zwischen interdisziplinären Fraunhofer-Kompetenzen und P & G, um zielgerichtet an Nachhaltigkeit in der Lieferkette zu arbeiten. Hintergrund der langfristigen strategischen Partnerschaft sind klar definierte Ziele innerhalb der Nachhaltigkeitsagenda von P & G. Im Einzelnen hat sich P & G u. a. verpflichtet, seine mehr als 200 Produktionsstandorte, Verteilerzentren und technischen Zentren sowie die mehr als 100 000 ein- und ausgehenden Transportwege bis auf »Net Zero GHG« (null Treibhausgase) zu bringen. Darüber hinaus hat sich P & G vorgenommen, die betroffenen Wassereinzugsgebiete aller Produktionsstandorte zu schützen und die Frischwasserentnahme um mehr als 111 Mrd. Liter pro Jahr zu reduzieren. Zudem arbeitet P & G daran, Nachhaltigkeitsdatensysteme der Lieferkette aufzubauen und prüfbare, granulare

und zugängliche Daten für die interne und externe Berichterstattung bereitzustellen. Die neue Form der Zusammenarbeit über die Joint Innovation Platform soll für einen effizienten und deutlich beschleunigten Zugang zu Fraunhofer-Kompetenzen in vier strategischen Themenfeldern führen: Transport, Scope-1- und -2-Emissionen, Wasser sowie Environmental, Social and Governance (ESG) Data.

Die **Fraunhofer-Zukunftsstiftung** orientiert sich mit ihrem Förderprogramm an den Nachhaltigkeitszielen (Sustainable Development Goals – SDGs) der Vereinten Nationen. Mit einem jährlichen Volumen von 5 Mio. € ermöglicht sie Forschenden der Fraunhofer-Gesellschaft, Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle zu entwickeln, die einen Beitrag zur Gestaltung einer ökologisch intakten, sozial ausgewogenen und ökonomisch nachhaltigen Welt leisten. 2023 förderte die Stiftung zum Beispiel mit »**NexusHub**« ein wassersparendes Pflanzenanbausystem für Trockengebiete sowie mit »**Phosphatfänger**« eine Technologieentwicklung zur Rückgewinnung von Phosphat aus Abwässern. Bei der Umsetzung ihrer Projekte setzt die Stiftung zunehmend partizipative Elemente ein, um Bedarfe von Stakeholdern frühzeitig in der Produktentwicklung und im Technologietransfer zu verankern.

Der Transfer von Wissen und Technologie leistet durch Ausgründungs- und Lizenzierungsprojekte einen Beitrag zur Nachhaltigkeit des Wirtschaftsstandorts und zu einer nachhaltigeren Gesellschaft. Im Förderprogramm AHEAD, das den Technologietransfer von Innovationsideen unterstützt, wurde mit **AHEAD SDG-Track** eine Linie geschaffen speziell für Ausgründungs- und Lizenzierungsvorhaben, die bedeutsam sind für das Erreichen der SDGs. Die teilnehmenden Teams erhalten Coachings von Expertinnen und Experten zu Themen wie Impact-Kalkulation, Kreislaufwirtschaft und Vorbereitung auf Finanzierungsmöglichkeiten. Sie verfolgen ein Impact-orientiertes Geschäftsmodell und wollen durch ihre innovativen Lösungen positive soziale oder ökologische Auswirkungen erzielen. Seit das AHEAD-Programm 2019 geschaffen wurde, haben 64 Teams den SDG-Track des AHEAD-Programms durchlaufen.

Ihre Systemkompetenz zu Zukunftstechnologien stellen die Fraunhofer-Expertinnen und -Experten für politische Entscheidungsprozesse zur Verfügung. Nachgefragt wird diese etwa in der **Allianz für Transformation des Bundeskanzlers**. In diesem Dialogformat beraten sich die Bundesregierung, Wirtschaftsvertretungen, Sozialpartner und Wissenschaft, wie der sozial-ökologische Wandel in Deutschland gelingen kann. Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka nahm 2023 an mehreren Treffen teil. In die **Taskforce Kreislaufwirtschaft** der Allianz berief das Bundeskanzleramt Prof. Dr.-Ing. Manfred Renner. Als einer der Leiter des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT koordiniert Renner zahlreiche Konsortien und Aktivitäten zur Circular Economy.


Für ein Positionspapier der Taskforce konnte er wesentliche Expertise zur zirkulären Wertschöpfung bei Batterien sowie zum zirkulären Wirtschaften bei Bau, Baustoffen und Gebäuden beisteuern.

Forschen in gesellschaftlicher Verantwortung

Die Initiative »Forschen in gesellschaftlicher Verantwortung« beschreibt die ganzheitliche Verantwortung der Forschenden für die verschiedenen Aspekte ihres Wirkens. Dazu gehören auf der Corporate-Ebene Fragen zur Auswahl der Forschungsthemen (Was sollen wir forschen? Was wollen wir nicht forschen?) und auf der Ebene der einzelnen FuE-Projekte die qualitätsgesicherte Projektdurchführung und der nutzenorientierte Transfer der Ergebnisse. Auf Basis eines bereits erarbeiteten Reflexionsrahmens (BMBF-Verbundprojekt LeNa mit der Leibniz- und der Helmholtz-Gemeinschaft) wurden 2023 in einem weiterführenden Fraunhofer-Projekt interne und externe Verantwortungsbereiche für Fraunhofer-Projektteams definiert, die anhand eines neuen Leitfadens erörtert werden können. Der interne Verantwortungsbereich adressiert die Gestaltung des Forschungsprozesses, insbesondere die gute wissenschaftliche Praxis, das qualitätsgesicherte Projektmanagement und, wo nötig, die Befolgung ethischer Kodizes bei der Projektdurchführung. Die externe Verantwortung gegenüber Stakeholdern beinhaltet die Auseinandersetzung mit den möglichen Wirkungen der Projektergebnisse, einerseits durch den notwendigen Transfer der Ergebnisse zur Nutzenstiftung in Wirtschaft und Gesellschaft und andererseits durch eine kompetent durchgeführte Folgenabschätzung zur Minimierung der Risiken eines missbräuchlichen Einsatzes der Ergebnisse. Der Leitfaden soll den Fraunhofer-Projektteams vor dem Projektstart durch eine gemeinsam geführte, offene interne Diskussion Sicherheit geben, dass alle relevanten Verantwortungsaspekte berücksichtigt wurden. Insbesondere können die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler individuelle moralische Sichten einbringen und werden für (neue) ethische Fragestellungen sensibilisiert. Mit der fakultativen Einführung des Leitfadens für alle Fraunhofer-Projektteams wurde zeitgleich das Modul **Einführung in die Technikethik und Technikfolgenabschätzung** (Start 2024) für den zentralen Fraunhofer-Weiterbildungsbereich entwickelt. Beide Maßnahmen – der Leitfaden und das Modul – dienen zur Stärkung der Exzellenz in der Fraunhofer-Forschung und führen zu einer höheren Zufriedenheit mit der eigenen Arbeit.

Die Partizipation von Bürgerinnen und Bürgern im Forschungs- und Innovationsprozess ist ein wichtiger Beitrag dazu, Innovationen nutzbringend zu gestalten. Im EU-Projekt **FRANCIS – Frugal Innovation by Citizens for Citizens** (Förderzeitraum: 2021–2024) initiierten das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO und das Fraunhofer-Informationszentrum für Raum und Bau IRB mit weiteren Partnerinnen

und Partnern sogenannte Open Innovation Challenges. Hier werden weltweit Menschen eingeladen, Ideen für einfache, nachhaltige Lösungen zu entwickeln. Das Projekt bemüht sich besonders darum, marginalisierte Gruppen wie ältere Menschen zur Teilnahme zu motivieren und zu befähigen. Der erste Ideen-Wettbewerb, der das Thema Küche und Haushalt behandelte und sich vor allem an die Länder Deutschland, Türkei und Indien richtete, wurde im August 2023 abgeschlossen. Die drei ersten Plätze belegen ein Konzept für personalisierte Möbel, ein Gerät zum Bettenbeziehen und ein System für cleveres Recycling.

 [Nachhaltigkeitsmanagement in außeruniversitären Forschungsorganisationen \(PDF\)](#)

Mitarbeitende

Zum Jahresende 2023 waren bei Fraunhofer 31 942 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt, davon 23 543 wissenschaftliche, technische und administrative Beschäftigte (WTA-Personal), 7887 Studierende sowie 512 Auszubildende.

Der Transferpfad **Transfer durch Köpfe** hat zum Ziel, dass exzellent ausgebildete Fraunhofer-Mitarbeitende nach einigen Jahren verantwortungsvolle Positionen in der Wirtschaft bzw. Wissenschaft übernehmen oder in die Selbstständigkeit wechseln.

So wuchs Fraunhofer 2023 im wissenschaftlichen, technischen und administrativen Bereich um 1113 Personen. Tatsächlich aber wurden 3300 Personen eingestellt und 2200 Personen ausgestellt. Die beabsichtigte Fluktuation verlangt insbesondere in Zeiten des Fachkräftemangels ein professionelles Recruiting und Onboarding, eine strukturierte Karrierebegleitung und eine hohe Führungs- und Managementkompetenz.

Im Projekt **Zukunftsbild Fraunhofer-Unternehmenskultur** wird seit Herbst 2022 an der Ist-Analyse der Rahmenbedingungen und an Stellhebeln für die Weiterentwicklung der Fraunhofer-Kultur gearbeitet. Perspektivisch sollen Prozesse und Strukturen geschaffen werden, die einen kontinuierlichen Kulturdialog fördern. Ab Ende August wurden 2023 zwei eng aufeinander abgestimmte partizipative Dialogformate durchgeführt:

■ »Vorstand vor Ort«

Dieses offene Diskussionsformat zu aktuellen Rahmenbedingungen und Zukunftsaussichten beruht auf dem persönlichen Austausch zwischen Mitarbeitenden und mindestens zwei Vorstandsmitgliedern. Damit zeigt der Vorstand angesichts der internen und externen Dynamiken der Fraunhofer-Gesellschaft Präsenz, nimmt die Bedarfe auf und gibt der breiten Basis Gelegenheit, deren persönliche Erfahrungen und Wünsche mit dem Vorstand zu teilen. Durchgeführt wurden 7 Workshops an 7 verschiedenen Fraunhofer-Standorten

■ »Kulturdialog«

In 16 zielgruppenspezifischen Workshops erarbeiteten Fraunhofer-Mitarbeitende Zukunftsperspektiven zu einer für sie erstrebenswerten Fraunhofer-Kultur. Im Anschluss werden Vertretungen aus den einzelnen Kulturdialogen die Erkenntnisse mit dem Vorstand diskutieren und ein Zukunftsbild der Fraunhofer-Unternehmenskultur synthetisieren.

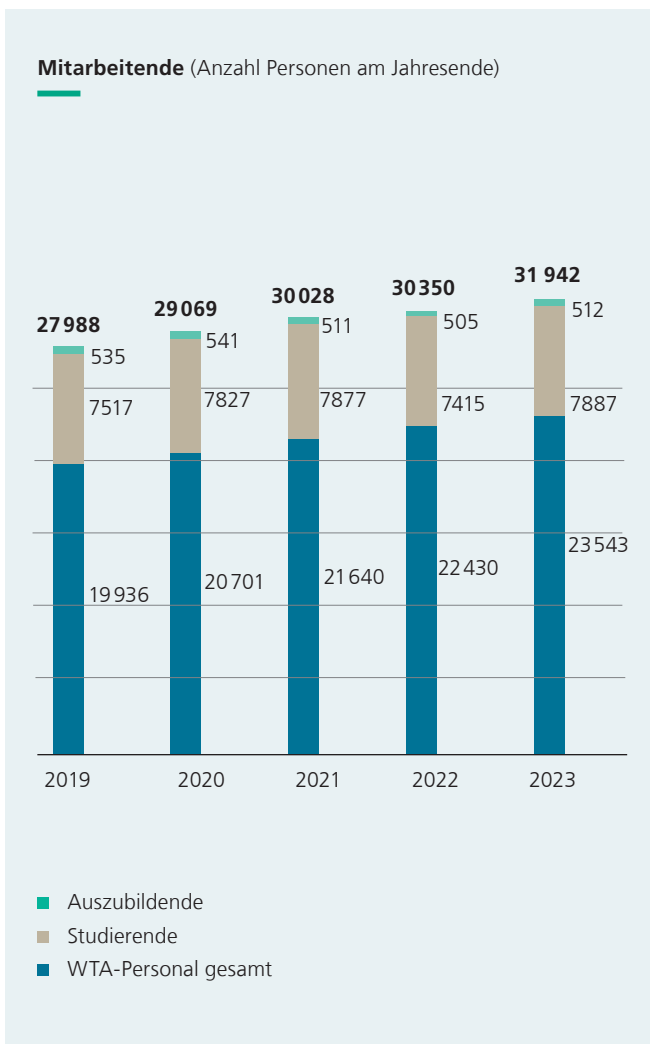
Im Nachgang zu den Dialogformaten werden in der letzten Projektphase Tools und Formate entwickelt und etabliert, die die Verstärkung des Kulturdialogs, des Feedbacks und somit die kulturelle Weiterentwicklung unterstützen.

2023 stand im Zeichen der **Einführung einer neuen Arbeitgebermarke**: Als neuer Claim des Employer Brand löste »Veränderung startet mit uns.« die bisherige »DOCH.«-Kampagne ab. Sie bildet das Dach-Konzept für die Kommunikation aller Institute für die Ansprache der unterschiedlichsten Zielgruppen, zeigt Team-Spirit und Diversität und bietet authentische Einblicke, indem sie echte Mitarbeitende in ihrer jeweiligen Arbeitsumgebung zeigt.

Rahmenbedingungen der Arbeit weiter entwickeln

Der zentrale Auftrag »Transfer durch Köpfe« wird vorwiegend durch den Ansatz **Karriere mit Fraunhofer** umgesetzt, der sich auf ein holistisches Personalentwicklungskonzept mit dem Ziel stützt, die individuelle Karriereplanung der Mitarbeitenden zu fördern. Das zentrale Element der individuellen Entwicklungsplanung bildet das verpflichtende **Mitarbeitendengespräch**. Die individuelle Karriereplanung orientiert sich dabei an den Fraunhofer-Entwicklungs- und -Karrierpfaden (intern sowie hinsichtlich der klassischen Anschlusskarrieren in Wirtschaft, Wissenschaft oder Ausgründung), die durch definierte Qualifikationsfelder, -themen und -maßnahmen konsolidiert werden. Nach Einführung des SAP-Tools **SuccessFactors Talent** als eine Fraunhofer-weite einheitliche Plattform zur digitalen Unterstützung der Entwicklungsplanung sowie des SAP-Learning-Management-Systems als eine einheitliche Lern-Plattform folgte ein umfangreicher Ausbau des E-Learning-Angebots. So stehen mittlerweile ca. 50 kostenlose E-Learnings zu Themen wie Führung, Business-Management sowie Arbeits- und Selbstorganisation allen Mitarbeitenden für die selbst gesteuerte Weiterbildung zur Verfügung. Darüber hinaus unterstützen **zielgruppenspezifische Karriere-Programme** weiterhin die Vernetzung über die Institute hinweg: **Vintage Class** und **Advanced Management Class** für das Top- sowie obere Management, **TALENTA** für Wissenschaftlerinnen sowie weibliche wissenschaftliche Führungskräfte und **Step forward** für Young Professionals. Neu eingeführt wurde ein **Business-Management-Programm**, um Verwertung, Business Development und Zusammenarbeit mit Industriekunden an den Instituten zu optimieren.

Seit 2020 existiert mit dem **Code of Conduct »Promovieren mit Fraunhofer«** ein verbindlicher Qualitätsstandard für Rahmenbedingungen der Promotionsbetreuung bei Fraunhofer. Im Mai 2023 erfolgte eine umfassende Evaluationsbefragung zum aktuellen Umsetzungsgrad der im Code of Conduct formulierten Qualitätsstandards an den Instituten. Im Rahmen der Evaluation wurden Institutsleitungen, Betreuungspersonen am Institut und promovierende Mitarbeitende befragt. Die deskriptive Standortbestimmung auf Fraunhofer-Gesamtebene zeigt ein differenziertes Stärken- und Schwächenprofil zum Thema Promovieren mit Fraunhofer auf. Im Rahmen einer Zusammenhangsanalyse konnten zudem differenzierte Korrelationen zwischen Kontextfaktoren, Aspekten der Promotionsbetreuung und Erfolgsgrößen (Arbeitszufriedenheit, Promotionsfortschritt, Promotionsdauer, Abbruchneigung, Arbeitgeberattraktivität) aufgezeigt werden. Dies indiziert zum einen, dass die Umsetzung der im Code of Conduct verankerten Qualitätsstandards einen wichtigen Beitrag zu den Erfolgsgrößen darstellt und weist zum anderen auf wichtige Stellhebel im Kontext einer spezifischen Maßnahmenableitung hin.



Ein zentrales Instrument, um die Wirksamkeit der Maßnahmen im Rahmen des Gesamtkonzepts Personalentwicklung zu ermitteln, stellt die **systematische Exit-Befragung** der ausscheidenden Mitarbeitenden dar. 2023 indizierte eine positive Entwicklung bei der essenziellen Frage, ob die ausscheidenden Mitarbeitenden Fraunhofer als Arbeitgeber weiterempfehlen würden: Die Zustimmungswerte liegen derzeit bei 63 Prozent (2021: 60 Prozent und 2020: 59 Prozent). Ein konsolidierter Entwicklungsstand zeigt sich bei der Austrittsrate aufgrund von Eigeninitiative. Diese liegt 2023 bei 75 Prozent (2021: 74 Prozent und 2020: 73 Prozent). Kongruent zum Fraunhofer-Ansatz wurde »Transfer durch Köpfe« als häufigster Grund (26 Prozent) für einen Weggang aus Eigeninitiative genannt (2021: 49 Prozent und 2020: 27 Prozent). Die Bewertung der Unterstützung in der Entwicklungsplanung durch die ausscheidenden Mitarbeitenden liegt 2023 bei 51 Prozent. Im Vergleich zu den Vorjahren (2021 und 2020 jeweils 40 Prozent) ist der Wert deutlich gestiegen. Dieser positive Trend zeigt sich im Berichtsjahr bei allen Mitarbeitenden-Gruppen.

Diese Rahmenbedingungen tragen dazu bei, dass Fraunhofer jährlich **unter den Top-Arbeitgebern** zu finden ist. Auch 2023 gehörte die Fraunhofer-Gesellschaft bei den Arbeitgeber-rankings »Trendence« und »Universum« zu den beliebtesten Arbeitgebern. So belegte Fraunhofer beim »Trendence«-Barometer der Absolventen im Bereich Forschung den ersten Platz und den zweiten Platz, ebenfalls in der Kategorie Forschung, beim Barometer der Professionals.

Diversity

Mit wissenschaftlicher Exzellenz Innovationsstärke zu erzielen, liegt in der Mission der Fraunhofer-Gesellschaft. Deshalb ist es ihr Ziel, eine Forschungs- und Arbeitswelt zu gestalten, in der alle Beschäftigten durch die Förderung von Vielfalt und die Schaffung inklusiver Rahmenbedingungen Chancengleichheit erleben. Ein umfassender Diversity-Management-Ansatz fördert einen Kulturwandel der beruflichen Chancengleichheit von Frauen und Männern, der Wertschätzung der Vielfalt aller Mitarbeitenden und den Aufbau inklusiver Rahmenbedingungen. Insofern befinden sich entsprechende Fördermaßnahmen bei Fraunhofer in Kongruenz zu den Zielen des Pakts für Forschung und Innovation sowie mit dem 2022 von der EU-Kommission implementierten **Gender Equality Plan**.

Beim Gesamtansatz Diversity ist die berufliche **Chancengleichheit** ein zentrales Handlungsfeld. Ein ganzheitliches Konzept stärkt die ambitionierten Ziele der Gleichstellung von Frauen und Männern. Für die Umsetzung **chancengerechter und familienfreundlicher Strukturen und Prozesse** setzt Fraunhofer ein Gesamtkonzept um, das sechs Handlungsfelder – Rekrutierung, Karriereförderung, Kommunikation, Kulturentwicklung, Monitoring und Rahmenbedingungen – systematisch

miteinander verzahnt. Als Kernstück wurde das **Begleitangebot Chancengleichheit 2023** fortgeführt. Das Programm unterstützt die Institute bei der Entwicklung einer Strategie, der Analyse des Status quo sowie bei der Ableitung von Maßnahmen zur Förderung von Chancengleichheit.

Eine zentrale Säule für Chancengleichheit in Forschung und Führung ist seit 2013 **TALENTA**. 2023 ging das Förder- und Entwicklungsprogramm von der Projektanschubfinanzierung in ein dauerhaftes Finanzierungsmodell über. 812 Wissenschaftlerinnen konnten seit 2013 davon profitieren: z. B. mit Karriere- und Forschungszeit oder mit Qualifizierungs- und Vernetzungsformaten für ihre Karriereziele, wie die Fertigstellung der Promotion, die Weiterentwicklung der Führungskompetenz oder die Stärkung ihrer wissenschaftlichen Sichtbarkeit bei Fraunhofer.

Gerechte Karrierechancen werden stark von unbewussten Vorannahmen, vom sogenannten Unconscious Bias, beeinflusst. Seit 2023 unterstützt die **Pilot-Initiative Unconscious Bias** Institute dabei, entsprechende Maßnahmen einzuführen. 2023 nutzten neun Institute das dafür entwickelte Analyse-, Schulungs- und Kommunikationspaket.

Seit 12 Jahren unterstützt das **Förderprogramm Diversity** Institute bei der Umsetzung neuer Maßnahmen zur Förderung von Chancengleichheit und Vielfalt. Seither wurden insgesamt 240 Anträge von Instituten mit einem Gesamtvolumen von 2,3 Mio. € gefördert. Zu den 2023 geförderten institutsspezifischen Maßnahmen zählen u. a. Diversity-Sensibilisierungskonzepte, überwiegend mit dem Schwerpunkt Unconscious Bias, innovative Maßnahmen zur Barrierefreiheit für Menschen mit Behinderungen und Workshops zur interkulturellen Zusammenarbeit.

Der Fraunhofer-weite Rahmenvertrag mit dem **pme Familienservice** (Kindernotbetreuung, Homecare/Eldercare und Lebenslagencoaching) wurde im Oktober 2023 um zwei Jahre verlängert. Inbegriffen ist seitdem auch die Nutzung der pme Akademie mit Webinaren, E-Learnings und Tipps für den acht-samen Alltag. 2023 gab es neben 9 Nutzungen von Kinderbetreuung 70 Anfragen für Home- und Eldercare und, am stärksten genutzt, 130 Anfragen für Lebenslagen-Coachings.

Der von Fraunhofer unterstützte Zertifizierungsprozess zum **FamilienLOGO** dient dazu, den Stand der Vereinbarkeit von Beruf und Familie im Institut in einem gemeinsamen Dialog zwischen Institutsleitung bzw. Verwaltung und der Beauftragten für Chancengleichheit zu überprüfen. Im Rahmen der Zertifizierung werden die folgenden Aspekte abgefragt: Information und Kommunikation, flexible Arbeitsmöglichkeiten, institutsspezifische Betreuungsangebote, Elternzeit und Wiedereinstieg, Fraunhofer-Unterstützungsangebote und Budget für Vereinbarkeit. Die Möglichkeit der Erst-Zertifizierung nahmen

2023 6 Institute in Anspruch. Davon wurde 4 Instituten das FamilienLogo aufgrund herausragender Rahmenbedingungen für Familienfreundlichkeit verliehen. Insgesamt erhielten seit 2019 24 Einheiten das FamilienLOGO.

Fraunhofer setzt sich für chancengerechte und inklusive Rahmenbedingungen der Beschäftigten ein. Inklusion heißt für Fraunhofer, dass Menschen mit und ohne Behinderungen selbstverständlich und gleichberechtigt miteinander arbeiten und forschen können. Zentrales Ziel ist, Rahmenbedingungen, Strukturen und Prozesse so zu gestalten, dass diese den Bedürfnissen aller Mitarbeitenden mit und ohne Behinderungen gerecht werden sowie vielfaltsbewusstes Handeln dauerhaft in der Unternehmenskultur zu fördern. Für ein **Gesamtkonzept zur Förderung der Inklusion** wurde 2023 eine Bestands- und Bedarfsanalyse durchgeführt. Entwicklungspotenziale wurden insbesondere bei Barrierefreiheit, Sensibilisierung und Kompetenzaufbau sowie beim Abbau von Vorurteilen identifiziert. Daraus wurden erste strategische Maßnahmen abgeleitet. Um für die Gleichberechtigung von Menschen mit Behinderungen in Wissenschaft und Forschung zu sensibilisieren und um Inklusion zu fördern, haben die Fraunhofer- und die Max-Planck-Gesellschaft die Initiative Inklusion ins Leben gerufen. Sie wird von allen zehn Allianzorganisationen getragen und unterstützt. Diese umfasst im Wesentlichen:

- **Strategieworkshop im November 2023**
Ansatzpunkte zur Förderung von Inklusion in der Wissenschaft wurden erarbeitet und es wurde eine Maßnahmenlandkarte für 2024 erstellt.
- **Karriereevent im Dezember 2023**
Über 100 externe Talente mit Behinderungen informierten sich über Karrierewege in Forschungsorganisationen.
- **Social-Media-Kampagne von November 2023 bis Januar 2024**
Gezeigt wurden Impressionen aus dem Strategieworkshop, dem Karriereevent, innovative Forschungsprojekte und inspirierende Karrierewege von Menschen mit Behinderung.

Nachhaltigkeit im Wissenschaftsbetrieb

Ein wesentliches Nachhaltigkeitsziel für Fraunhofer sind klimafreundliche Forschungsprozesse und Infrastrukturen. Deshalb setzt Fraunhofer konkrete Maßnahmen zur Einsparung von Treibhausgasen in einer **eigenen Klimastrategie** um. Ein wichtiger Baustein ist die Steigerung der Energieeffizienz: An mehreren Instituten wurden **Energiemanagementsysteme** eingeführt; der flächendeckende Einsatz eines zertifizierten Energiemanagementsystems gemäß ISO 50001 ist in Vorbereitung. Auch institutsübergreifende Energieeffizienz- und Klimaschutz-Netzwerke wurden initiiert. Hier tauschen sich

50 Institute in 4 regionalen Netzwerken über einen Zeitraum von drei Jahren aus, um konkrete Einsparziele nachzuverfolgen. Die Netzwerke können auf Moderationsunterstützung und externe Energieberatung zugreifen. Zur Finanzierung der nötigen Investitionen in Energieeffizienz- und Klimaschutzmaßnahmen steht seit Mitte 2023 ein **internes Förderprogramm** zunächst in Höhe von 20 Mio. € zur Verfügung. In den ersten 6 Monaten wurden hierfür bereits Anträge in Höhe von rund 2,1 Mio. € gestellt.

Mit der Beschaffung von **Grünstrom ab 2023** konnten Fraunhofer-weit geschätzt Emissionen in Höhe von knapp 35 000 Tonnen CO₂-Äquivalenten (CO₂e) im Vergleich zum Vorjahr eingespart werden. Dieser Wert wurde auf Basis der zur Verfügung stehenden Zahlen zum Gesamtstromverbrauch 2021 hochgerechnet. Im Wärmesektor kann u. a. der Einsatz von **Geothermie** zur Reduzierung von CO₂-Emissionen führen. In 2 im Jahr 2023 gestarteten Klimaschutzprojekten zur oberflächennahen und mitteltiefen Geothermie werden ausgewählte **Fraunhofer-Standorte auf Eignung und Nutzungsoptionen** geprüft und in der Umsetzung begleitet.

Fortschritte zeigt auch der Ausbau der Eigenenergieversorgung über **Photovoltaik (PV)**. Zum Jahresende 2023, dem Ende des internen PV-Programms, wurden Fraunhofer-weit 64 Photovoltaikanlagen bewilligt. Das durchschnittliche Antragsvolumen belief sich auf ca. 0,4 Mio. € pro Antrag. Insgesamt wurden 25,0 Mio. € bewilligt, die geplante Leistung beträgt 12,03 MWp. Die erzeugte Strommenge würde ausreichen, um ca. 2600 Vierpersonenhaushalte mit Strom zu versorgen. Auf Fraunhofer-Gesamtsicht lassen sich so ca. 5 Prozent des Stromverbrauchs durch diese PV-Anlagen decken.

■ Anzahl PV-Anlagen	64
■ Durchschnittlicher Antrag	0,4 Mio. €
■ Fördervolumen	25,0 Mio. €
■ Installierte Leistung	12,03 MWp
■ Erwartete Stromerzeugung	12 181 MWh

Die Mittel für den Ausbau der Photovoltaikanlagen wurden den Instituten durch ein internes PV-Programm zinslos zur Verfügung gestellt. Ziel ist es, in kurzer Zeit die Eigenstromversorgung durch Photovoltaikanlagen zu verbessern. Die Institute profitieren von der Stromersparnis, mit der sich die Anschaffung einer Photovoltaikanlage in der Regel innerhalb von 10 Jahren rechnet. Während PV-Anlagen im Betrieb kein CO₂ freisetzen, muss eine gesamtheitliche Betrachtung auch Herstellung (Vorketten) und Entsorgung der Anlage berücksichtigen. Das Umweltbundesamt beziffert das Treibhausgaspotenzial für PV-Strom mit einem Anlagenbetrieb

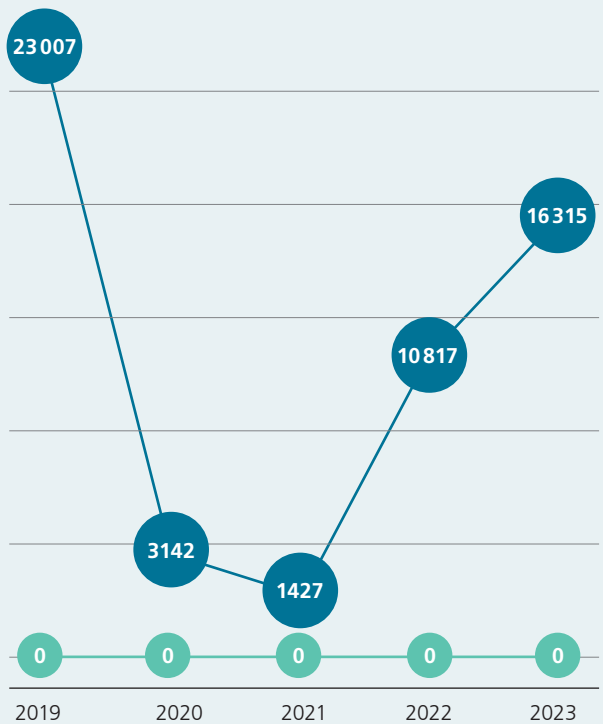
in Deutschland bei 56 g CO₂e/kWh. Der Emissionsfaktor für den Strommix in Deutschland, mit Berücksichtigung der Vorketten, liegt bei ca. 485 g CO₂e/kWh im Jahr 2021. Neben der vorteilhaften wirtschaftlichen Komponente hat der PV-Ausbau auch eine überragende Komponente für die Fraunhofer-Klimastrategie.

2023 ist ein weiterer deutlicher **Anstieg an Dienstreisen** zu verzeichnen. So wurden mit der Bahn 9,3 Millionen Personenkilometer mehr zurückgelegt als noch 2022. Die gesamte zurückgelegte Strecke beziffert sich auf 27,5 Millionen Personenkilometer und entspricht etwa 75 Prozent der Strecke, die 2019 – also noch vor der Corona-Pandemie – mit der Bahn dienstlich gefahren wurde. Durch die Nutzung des Rahmenvertrags Bund/Bahn werden die Bahnfahrten für Fraunhofer weiterhin als CO₂-neutral ausgewiesen. Deutlich zugenommen haben auch die Flugreisen. Mit einem Anstieg von 50 Prozent im Vergleich zum Vorjahr sind für 2023 genau 16,315 Tonnen CO₂e zu bilanzieren (Daten und Berechnung durch AirPlus / atmosfair).^{*} Dies entspricht 71 Prozent der Emissionen des Jahres 2019. Die Emissionen der Flüge aus dem Jahr 2022 wurden im Laufe des Jahres 2023 über ein nepalesisches Biogasprojekt von atmosfair neutral gestellt. Für die Flugemissionen aus dem Jahr 2023 ist ebenfalls eine Kompensationsleistung geplant.

Gesamtabfallzahlen sind mit einem Jahr Verzögerung und derzeit nur für 2022 verfügbar. Gemäß diesen fielen im Jahr 2022 an den Fraunhofer-Instituten 5349 Tonnen nichtgefährliche und knapp 579 Tonnen gefährliche Abfälle an. Bei der Unterscheidung zwischen gefährlichen und nichtgefährlichen Abfällen entspricht Fraunhofer der gesetzlichen Vorgabe der Abfallverzeichnisverordnung. Dies bedeutet einen weiteren leichten Rückgang für nichtgefährliche Abfälle und zudem einen Rückgang von mehr als 100 Tonnen für gefährliche Abfälle im Vergleich zu 2021. Viele Institute befinden sich in einer Einmietung. Dort werden die klassischen nichtgefährlichen Siedlungsabfälle (Papier, Restmüll, Kunststoffe usw.) teilweise durch den Vermieter oder bei Kooperationen durch die Hochschulen entsorgt. In diesen Fällen erfolgt eine grobe Schätzung. Die übermittelten Daten umfassen nicht restlos alle Fraunhofer-Einrichtungen und -Institute. Die Reduktionen bei nichtgefährlichen Abfällen 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.

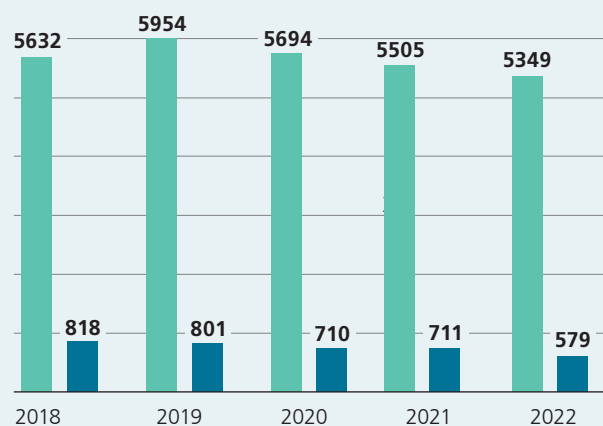
^{*} Um die gesamte Klimawirkung der Flüge von Fraunhofer-Mitarbeitenden zu berücksichtigen, werden seit dem Beschluss zur Kompensation von Flugreisen im Jahr 2019 die flugbedingten Emissionen nach VDR-Methode mit einem Radiative Forcing Index (RFI) 2,7 berechnet. Im Sinne der Transparenz werden diese entsprechend ausgewiesen.

CO₂-Emissionen bei Dienstreisen der Fraunhofer-Beschäftigten in Tonnen



- Flugemissionen berechnet nach VDR-Methode + RFI 2,7 (erfasst ab 2019)
- Bahnreisen: CO₂-neutral durch Teilnahme am Rahmenvertrag Bund/Bahn, laut Angaben der Deutschen Bahn

Abfallaufkommen der Fraunhofer-Institute in Tonnen



- Nichtgefährliche Abfälle
- Gefährliche Abfälle

Risiken und Ausblick

Risikomanagement und Risiken

Die Risikosituation der -Gesellschaft zeigt in der Gesamtbewertung weiterhin Gefährdungspotenziale wie für viele weitere Einrichtungen und Unternehmen. Gründe liegen in der anhaltenden Polykrise mit geopolitischen Spannungen, Preissteigerungen und eingetrübter Wirtschaftslage. Für Fraunhofer kommt hinzu, dass nach den Berichten des Bundesrechnungshofs und anhaltenden Prüfungen Vertrauen der Stakeholder, der Kooperationspartnerinnen und -partner und der Öffentlichkeit zurückgewonnen werden muss. Schritte zu einer entsprechenden Anpassung der Governance und zu Effizienzsteigerungen in den Geschäftsprozessen wurden noch zum Jahresende 2023 eingeleitet. Gegenwärtig ergibt sich jedoch keine nachhaltige Gefährdung für die Fraunhofer-Gesellschaft im nächsten Jahr.

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 -Gesellschaft berücksichtigt und fortlaufend weiterentwickelt wird. Der Regelkreis des Risikomanagements beinhaltet eine jährliche systematische und standardisierte Risikoerhebung mit den Risikoexpertinnen und -experten in den Fachabteilungen. Ergänzend werden übergreifende High-Level-Risikoabfragen beim leitenden Management durchgeführt. Dabei identifiziert das Führungspersonal unabhängig von den verantworteten Themen die aus ihrer Sicht größten Risiken für die Fraunhofer-Gesellschaft inklusive Maßnahmenvorschlägen. Diese Informationen sowie externe Risikobetrachtungen werden für Vollständigkeits- und Plausibilitätsprüfungen verwendet. Die durch die standardisierte Risikoinventur erhobenen Einzelrisiken inklusive der Maßnahmen werden im Anschluss für die jährliche Berichterstattung an den Vorstand zu den entsprechenden Risikothemen zusammengefasst und gesamthaft bewertet. 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 aktuelle Polykrise – Krieg im Nahen Osten und in der Ukraine, Lieferkettenunterbrechungen, hohe (Energie-) Preise, Auswirkungen des Klimawandels und Fachkräftemangel – ist in Bereichen des Forschungsportfolios weiterhin mit negativen Auswirkungen zu rechnen. Fraunhofer führt daher die bereits laufenden Aktivitäten in der strategischen Portfoliosteuerung fort.

Im **Risikofeld Finanzen** stehen Risikothemen im Fokus, die die Finanzierung der Forschungstätigkeit bzw. die Zahlungsfähigkeit bedrohen können. Das Fraunhofer-Finanzierungsmodell basiert auf den drei Finanzierungssäulen (Grundfinanzierung, öffentliche Erträge und Wirtschaftserträge), die je rund

ein Drittel zur Finanzierung beitragen. Aufgrund des aktuell angespannten Bundeshaushalts und der **Notwendigkeit der Haushaltskonsolidierung** können potenzielle Budgetkürzungen der Zuwendungsgeber oder Einschränkungen in der Haushaltsflexibilität zu einem Rückgang an öffentlichen Mitteln führen. Mit der Höhe der Grundfinanzierung entsteht ebenfalls Druck auf die Finanzierung von Fraunhofer, da die **Inflationsrate** die vereinbarte Steigerung der Grundfinanzierung im Pakt für Forschung und Innovation übersteigt und somit eine reale Kürzung eingetreten ist. In dieser herausfordernden Zeit ist es essenziell, dass sich die Institute und das Forschungsportfolio auch nachhaltig erfolgreich im Fraunhofer-Modell finanzieren. Erforderliche Maßnahmen zeigen sich im Konsolidierungskurs. Der relative Anteil der Wirtschaftserträge liegt mit 29,7 Prozent wegen des 2023 weiterhin hohen Volumens der öffentlichen Projekterträge leicht unter dem von Fraunhofer gesetzten Zielwert von rund einem Drittel. Um die Fraunhofer-Mission der Wirtschaftskooperationen konsequent umzusetzen, wird u. a. das Leistungsangebot optimiert und das Forschungsportfolio angepasst. Dennoch hängt eine Steigerung der Wirtschaftserträge vom konjunkturellen Umfeld ab. In vergangenen Krisenzeiten erwies sich das Fraunhofer-Finanzierungsmodell als sehr robust, sodass die Fraunhofer-Gesellschaft weiterhin davon ausgeht, einen ausgewogenen Finanzierungsmix zu erreichen.

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 für **forschungsgerechte Bewirtschaftungsbedingungen**. Die derzeit geltenden Bewirtschaftungsgrundsätze erlauben es Fraunhofer, flexibel, effizient und eigenverantwortlich zu agieren. Eine Einschränkung dieser Möglichkeiten hätte die Folge, dass die Risiko- und Liquiditätsvorsorge und damit die Anpassungs- und Reaktionsfähigkeit der Gesellschaft stark begrenzt würden.

Von Bund, Ländern und der EU (EFRE) mitfinanzierte **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 überwacht und es werden Möglichkeiten für eine Beschleunigung der Projektabwicklung untersucht. Zudem werden strategische Maßnahmen bzgl. der Festlegung von Bauvolumina und Prioritäten ergriffen. Investitionen und der Erhalt von Forschungsinfrastrukturen sind wesentliche Faktoren für Fraunhofer, in der Zukunft weiter erfolgreich agieren zu können.

Das **Risikofeld Ressourcen** umfasst Risiken, die eine Bedrohung der materiellen und immateriellen Ressourcen für eine erfolgreiche Forschungstätigkeit darstellen können. Durch die anhaltenden makroökonomischen und geopolitischen Unsicherheiten hat die Fraunhofer-Gesellschaft verschiedene Herausforderungen zu bewältigen. So können im Energiebereich Risiken von Ausfällen oder Preissteigerungen nicht ausgeschlossen werden. Die Fraunhofer-Gesellschaft setzt weiterhin Maßnahmen **zur Steigerung der resilienten und nachhaltigen Energieversorgung** sowie zur **allgemeinen Resilienz und Krisenfähigkeit** um. Seit 2022 wird die effiziente Gestaltung von Geschäftsprozessen im Forschungsmanagement vorangetrieben. Im Rahmen der Umstellung auf das SAP S/4HANA-System bestehen weiterhin Herausforderungen, insbesondere hinsichtlich der Durchlaufzeiten bei einzelnen Geschäftsprozessen. So werden bereits Maßnahmen zur Effizienzsteigerung von Geschäftsprozessen, wie bei Einkaufsprozessen, und deren Compliance-konformer Einhaltung umgesetzt. Auch an der Weiterentwicklung der maßgeschneiderten SAP-Werkzeuge zur Abrechnung von nachweisintensiven öffentlichen Projekten mit sehr heterogenen formalen Anforderungen wird weiterhin gearbeitet.

Die **Reputation** der Fraunhofer-Gesellschaft und ihrer Marke ist ein wertvolles Asset und bildet die Grundlage für langfristige Kooperationen und wirtschaftlichen Erfolg. Fraunhofer legt großen Wert auf eine verantwortungsvolle Unternehmensführung. Dies beinhaltet selbstverständlich die Einhaltung aller gesetzlichen und zuwendungsrechtlichen Vorgaben sowie die Anforderungen der Kundinnen und Kunden und Kooperationspartnerinnen und -partner. Ebenso ist die gute wissenschaftliche Praxis die Basis für alle Forschungstätigkeiten bei Fraunhofer. Reputationsschäden infolge negativ konnotierter Berichterstattung und durch Verzögerungen im Geschäftsverkehr sind daher eine ernst zu nehmende Bedrohung. Fraunhofer ist sich bewusst, dass Verfehlungen Einzelner nicht vollständig ausgeschlossen werden können und diese auch zu Reputationsschäden führen können. Um solche Risiken frühestmöglich zu identifizieren und Auswirkungen zu minimieren, legt Fraunhofer einen Fokus auf die kontinuierliche **Weiterentwicklung von Compliance, Kommunikation, Markenmanagement** sowie **dezidiertem Monitoring** (siehe S. 23, »Aspekte der Nachhaltigkeit, Neuausrichtung des Compliance-Management-Systems«).

Im Risikofeld **Operatives Geschäft** sind Risiken zusammengefasst, die aus den Prozessen in Forschung und Verwaltung bzw. der Durchführung von konkreten Forschungsvorhaben erwachsen können. Die zunehmenden regulatorischen Anforderungen stellen für eine Forschungsgesellschaft der angewandten Forschung mit einem sehr breiten Branchenportfolio eine Herausforderung dar und binden Kapazitäten, die für die Gestaltung der Zukunftsfähigkeit der Wirtschaft und Gesellschaft notwendig sind.

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

Die Bedeutung von Nachhaltigkeit nimmt nicht nur aufgrund stärkerer Auswirkungen des Klimawandels zu, sondern auch durch gesellschaftliche, kundenseitige und regulatorische Anforderungen. Daher wird eine **ganzheitliche Koordination aller drei Nachhaltigkeitsdimensionen** (Umwelt, Soziales und Governance) weiterentwickelt und in die Gesamtstrategie und Organisationsstruktur integriert. Zudem werden klare Verantwortlichkeiten, Aufgabenbeschreibungen und Ressourcen für die operative Umsetzung der geplanten regulatorischen Anforderungen wie der Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) oder der Corporate Sustainability Due Diligence Directive (CSDDD) im Rahmen von Umsetzungsprojekten definiert.

Der **sichere Umgang mit Informationen und Daten** ist für eine wissensbasierte Forschungsgesellschaft von entscheidender Bedeutung. Gegenwärtig steigt das Risiko durch Cyberangriffe (Ransomware, Cyberspionage) angesichts der zunehmenden internationalen Konflikte weiter. Dem wird durch kurzfristige Maßnahmen wie einer **verbesserten Datensicherung** und die längerfristige Maßnahme einer sichereren IT-Architektur (Zero Trust-Prinzipien), die im **Vorstandsprojekt**

zur Cybersicherheit erarbeitet wird, entgegengewirkt. Gefahren durch den Einsatz disruptiver Technologien wie (generativer) Künstlicher Intelligenz (KI) oder Quantencomputing sollen dabei ebenfalls berücksichtigt werden.

Ausblick

Fraunhofer ist für das Geschäftsjahr 2024 trotz der größer werdenden wirtschaftlichen Herausforderungen **weiterhin finanziell stabil** aufgestellt.

Aufgrund eines im Vergleich zu den Vorjahren deutlich höheren Tarifabschlusses für den öffentlichen Dienst werden die Personalaufwendungen als größter Kostenblock deutlich ansteigen. Zudem planen die Institute ein – im Vergleich zu 2023 allerdings merklich abgeschwächtes – Personalwachstum. Auch wenn der Höhepunkt der Inflation zwischenzeitlich überschritten scheint, müssen die erhöhten Beschaffungskosten dauerhaft finanziert werden. Bei der **Versorgung mit Strom und Gas** hat Fraunhofer über **Rahmenverträge für 2024 Preissicherheit**. In Summe ist für die Sachaufwendungen

mit einer nur leichten Steigerung zum Vorjahr zu rechnen. Bei annähernd konstanter Investitionstätigkeit erwartet Fraunhofer einen zum Vorjahr deutlich geringeren Anstieg des Finanzvolumens.

Auf der Finanzierungsseite verzeichnet Fraunhofer aus aktueller Sicht **für 2024 eine gute Auftragslage**. Im Bereich der öffentlich finanzierten Förderprojekte ist das geplante Ertragswachstum bereits über einen hohen Auftragsbestand nahezu abgesichert. Herausfordernd bleibt die Situation bei den Wirtschaftserträgen. Angesichts der von immer größeren Unsicherheiten geprägten wirtschaftlichen Gesamtlage würde der von den Instituten geplante absolute Anstieg einen Erfolg darstellen. Entsprechend wird ein deutlicher Anstieg des Finanzierungsanteils der Wirtschaftserträge voraussichtlich nicht stattfinden. Der Einfluss der sich zuspitzenden Entwicklungen der Weltpolitik (Russland-Ukraine-Krieg, Nahost-Konflikt) gepaart mit der Gefahr einer fortdauernden wirtschaftlichen Rezession in Deutschland auf die Geschäftsentwicklung von Fraunhofer ist zum jetzigen Zeitpunkt schwer abschätzbar.

Gleichzeitig erhöht sich der **Transformationsbedarf Deutschlands und Europas** und erfordert mehr Geschwindigkeit, wenn die **internationale Wettbewerbsfähigkeit und der Wohlstand** auch zukünftig erhalten bleiben sollen: Herausforderungen sind der globale Wettbewerb um Ressourcen- und Technologiemonopole sowie um Fachkräfte, die zunehmenden geopolitischen Auseinandersetzungen, die sich verschärfende Klimakrise, die Destabilisierung von Gesellschaften durch gezielte Informationsverfälschung, Cyberangriffe und Anschläge auf Infrastrukturen und nicht zuletzt disruptive Veränderungen durch generative KI und die Plattformökonomien.

Fraunhofer ist mit seiner Mission der anwendungsorientierten Forschung und der Beschleunigung von Transfer in besonderer Weise gefordert, durch ganzheitliche Lösungsansätze die Wirtschaft und die Gesellschaft resilienter zu gestalten sowie die digitale und nachhaltige Transformation konsequent voranzutreiben. Besondere Chancen ergeben sich für Europa und Deutschland bei **den Rechnern und Mikrochips der nächsten Generation**. Denn der nächste große Technologiezyklus wird auf forschungsintensiven Technologien wie **Quanten- oder neuromorphen Rechnern (QNC)** beruhen. Solche Entwicklungen werden unter dem Dach der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) zusammen mit weiteren Partnerinnen und Partnern vorangetrieben, damit Deutschland und Europa nicht nur wettbewerbsfähig bleiben, sondern sich auch Zugang zu Produktionsstätten aufbauen können, etwa unter dem Dach des Moduls QNC Space. Eine breite Technologiebasis stellt dort sicher, dass verschiedenste Ansätze für Quantencomputing – supraleitend, neutrale Atome, Ionenfallen oder Quantenpunkte sowie z. B. Memristoren für neuromorphes Computing – erprobt werden können. Lösungen und Verfahren für eine ressourcenschonendere Informations- und

Kommunikationstechnologie entwickeln die Fraunhofer-Forschenden beispielsweise im Rahmen der Initiative **GreenICT@FMD**.

Über die digitalen Lösungen hinaus gilt es in allen Schlüsseltechnologien, **Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz** von Anfang an mitzudenken – etwa die Nutzung nachwachsender Rohstoffe, die Wiedergewinnung kritischer Materialien durch Kreislaufwirtschaft oder die Beseitigung umwelt- und gesundheitsschädlicher Stoffe. Auch Strategien und Technologien gegen den Klimawandel und seine Folgen werden immer dringlicher. In diesem **GreenTech-Bereich** haben Deutschland und Europa einen Vorsprung, nicht zuletzt aufgrund von Fraunhofer-Technologien. Diesen gilt es zu nutzen, um als First Mover internationale Akzente zu setzen und Entwicklungen und Geschäftsmodelle schnell in den Markt zu transferieren.

Damit die Fraunhofer-Forschungsergebnisse auf den vielfältigen Transferpfaden in Wirtschaft und Gesellschaft Wirkung erzielen können, müssen **innovationsfreundliche Rahmenbedingungen** geschaffen werden. Beispiele sind Experimentierräume, in denen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unter Berücksichtigung von EU-Beihilferecht, Gemeinnützigkeitsaspekten und anderen Regularien Schulter an Schulter mit der Wirtschaft unter marktorientierten Bedingungen zusammenarbeiten – z. B. für generative KI-Lösungen zur Linderung des Fachkräftemangels.

Die sogenannte doppelte Transformation – also die digitale und nachhaltige Transformation – kann unter erschwerten Bedingungen nur durch schnellere Umsetzung gelingen. Mehr Tempo auf dem Weg von Konzepten zu Lösungsvorschlägen kann nur mit weniger hemmender Bürokratie und einem stärkeren Miteinander von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik gelingen. Neue Geschäfts- und Finanzierungsmodelle wie der **Ausbau von Reallaboren und neue Kooperationsformen für die gemeinsame Nutzung von Spitzenforschungsinfrastrukturen insbesondere durch Wirtschaftsunternehmen** sind mögliche Ansätze für Fraunhofer.

Der Vorstand dankt den Mitgliedern, Förderern, Freundinnen und Freunden und insbesondere den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Fraunhofer-Gesellschaft für ihre Unterstützung und ihren engagierten Einsatz im Jahr 2023.

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

Der Vorstand

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka
Elisabeth Ewen
Dr. rer. pol. Sandra Krey
Prof. Dr. rer. nat. Axel Müller-Groeling

Bericht des Senats

- Bericht des Senats zum Geschäftsjahr 2023
- Neu im Senat

Bericht des Senats zum Geschäftsjahr 2023



*Hildegard Müller,
Vorsitzende des Senats der
Fraunhofer-Gesellschaft*

Das Jahr 2023 stand ganz im Zeichen des Wandels. In Zeiten eines angespannten wirtschaftlichen Umfelds und notwendiger interner Veränderungen hatte sich auch die Fraunhofer-Gesellschaft mit diversen Herausforderungen zu befassen. Fraunhofer konnte dank des gemeinsamen und engagierten Einsatzes der knapp 32 000 Mitarbeitenden einen stabilen und zielgerichteten Kurs halten. Dieser umfasst u. a. zahlreiche interne Neuerungsprozesse, die auch der Senat mit auf den Weg gebracht hat und die durch ihn eng begleitet werden. Auf diese Weise wird die Zukunftsfähigkeit der Fraunhofer-Gesellschaft gefestigt, damit sie ihrem Auftrag als bedeutender Partner für einen innovativen, nachhaltigen und prosperierenden deutschen und europäischen Wirtschaftsstandort weiterhin in vollem Umfang nachkommen kann.

Die Fraunhofer-Gesellschaft bleibt auch im Geschäftsjahr 2023 auf einem wirtschaftlich stabilen Kurs. Das Finanzvolumen stieg 2023 moderat auf 3,4 Mrd. €. Der Bereich Vertragsforschung verzeichnete einen Zuwachs auf 3,0 Mrd. €. Dabei erreichten die Wirtschaftserträge (einschließlich Lizenzen) einen Höchststand von 836 Mio. € – ein Trend, der sich auch in Zukunft verstetigen soll. Der 2023 vom Senat neu gewählte

Fraunhofer-Präsident Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka leitete gemeinsam mit dem Vorstand und in enger Koordination mit den Instituten eine Neuausrichtung der Gesellschaft ein, die auf den Ausbau und die Stärkung der Rolle der Fraunhofer-Gesellschaft vornehmlich mit Blick auf wertegeleitete Forschung sowie den erfolgreichen Transfer von Ideen und Innovationen in die deutsche und europäische Wirtschaft abzielt. Mit Besinnung auf das Alleinstellungsmerkmal des Fraunhofer-Modells rücken dabei insbesondere Wirtschaftserträge durch Vertragsforschung und Lizenzierung, aber auch Ausgründungen wieder stärker in den Mittelpunkt, um Fraunhofer-Forschung und -Entwicklungen über nachhaltige und innovative Geschäftsmodelle in den Markt zu transferieren. Dies stellt einen substantziellen Beitrag für die Innovationsfähigkeit Deutschlands und Europas dar.

In der Rolle als Innovationsmotor ist Fraunhofer besonders im Transfer für die digitale und nachhaltige Transformation gefordert. Ausgehend von der Initiative OpenGPT-X für große europäische Sprachmodelle der Künstlichen Intelligenz (KI) engagiert sich Fraunhofer für wertebasierte Entwicklungen von generativer KI. Zukünftige Modelle sollen verlässliche Faktenchecks, Quellentreue und Datenkontrolle bieten, speziell für wirtschaftliche Anwendungen. Weitere Wachstumsmöglichkeiten ergeben sich für Europa und Deutschland bei den Rechnern und Mikrochips der nächsten Generation auf Basis von Quanten- oder neuromorphen Rechnern (QNC). Im Vordergrund steht dabei die Mitgestaltung der technologischen Entwicklung. Ein Bündnis von Fraunhofer- und Leibniz-Instituten treibt unter dem Dach der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) Innovationen hierzu voran, etwa mit Verfahren für ressourcenschonendere Informations- und Kommunikationstechnologie innerhalb der Initiative GreenICT@FMD.

Für das Erreichen einer ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Nachhaltigkeit engagiert sich Fraunhofer in besonderer Weise: So wird der industrielle Hochlauf einer Industrie mit grünem Wasserstoff als Energieträger vom Fraunhofer-Wasserstoff-Netzwerk mit knapp 40 Instituten begleitet. 19 Fraunhofer-Institute engagieren sich im Projekt »H2GO – Nationaler Aktionsplan Brennstoffzellen-Produktion« für einen CO₂-neutralen Schwerlastverkehr. Nicht zuletzt geht 2024 bei der Fraunhofer-Einrichtung Forschungsfertigung Batteriezele (FFB) mit der »FFB PreFab« eine Musterlinie in Betrieb.

Von den Forschenden aus den Fraunhofer-Instituten kommen entscheidende Impulse und Beiträge für die zentralen Herausforderungen unserer Zeit. Damit sich Fraunhofer-Beschäftigte ihren Aufgaben wirksam widmen können, braucht es ein Rahmenregelwerk, das eine gemeinsame und moderne Compliance-Kultur definiert. Davon ausgehend wurde im Herbst 2023 durch den Senat eine »Governance-Reform« gemeinsam mit dem Präsidenten und dem Vorstand initiiert mit dem Ziel, die Corporate Governance der Fraunhofer-Gesellschaft in eine zeitgemäße Governance-Struktur zu überführen, die der gewachsenen Fraunhofer-Gesellschaft und ihrem Auftrag in der Wirtschafts- und Wissenschaftslandschaft Rechnung trägt. Dieser Reformierungsprozess knüpft an den Verbesserungsimpulsen des Bundesrechnungshofs, des Senats, des Zuwendungsgebers und des Vorstands an. Diesem herausragenden und für die Zukunft richtungsweisenden Projekt werden sich alle Verantwortlichen widmen.

Der Senat nahm im Jahr 2023 die ihm satzungsgemäß obliegenden Aufgaben wahr. Er tagte im Geschäftsjahr 2023 fünf Mal: Neben seinen regulären und hybrid abgehaltenen Sitzungen am 25. Mai und am 26. Oktober fanden drei weitere außerordentliche Sonder-Senatssitzungen am 28. April, am 24. Juli sowie am 1. September im digitalen Sitzungsformat statt. Wesentliche Beschlüsse betrafen Vorstandsangelegenheiten und die Struktur der Fraunhofer-Gesellschaft:

- Ausgehend vom Rücktritt von Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer wählte der Senat auf Empfehlung eines dafür beauftragten »Senatsausschusses zur Neu- und Wiederwahl von Vorstandsmitgliedern« in seiner Sitzung vom 25. Mai 2023 Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka einstimmig zum neuen Präsidenten und Vorstand für das Ressort »Unternehmensstrategie, Forschung und Kommunikation«. Prof. Dr.-Ing. Hanselka trat sein Amt als Vorstandsmitglied und Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft zum 15. August 2023 an. Bis zu seinem Amtsantritt leitete Dr. Sandra Krey, Vorständin des Ressorts »Finanzen und Controlling«, die Fraunhofer-Gesellschaft interimistisch.
- In seiner außerordentlichen Sondersitzung am 28. April 2023 beschloss der Senat die Gründung eines temporären »Senatsausschusses für Vorstandsangelegenheiten«, der die Vorstandspraxis im Zusammenhang mit den Ergebnissen des Berichts des Bundesrechnungshofs »Ausgewählte Aspekte der Haushalts- und Wirtschaftsführung der Fraunhofer-Gesellschaft« und den damit im Zusammenhang stehenden staatsanwaltschaftlichen Ermittlungen gegen ehemalige Vorstandsmitglieder begleitet und dem Senat Handlungsoptionen und -bedarfe vorschlägt.
- Basierend auf den Erkenntnissen der Prüfungen der Vorstandspraxis beschloss der Senat in seiner außerordentlichen Sondersitzung vom 1. September 2023 die sofortige Abberufung von Prof. Dr. Alexander Kurz als Vorstandsmitglied der Fraunhofer-Gesellschaft. Hierüber haben die Mitgliederversammlung sowie die Fraunhofer-Mitarbeitenden umgehend eine Senatsinformation erhalten. In seiner Sitzung vom 26. Oktober gründete der Senat daraufhin einen »Senatsausschuss zur Neu- und Wiederwahl von Vorstandsmitgliedern« und beauftragte diesen, sich mit der Nachbesetzung des Vorstandsressorts »Forschung und Transfer« (VA) zu befassen und dem Senat spätestens zu seiner Sitzung im Juni 2024 eine geeignete Kandidatin bzw. einen geeigneten Kandidaten vorzuschlagen. Bis zur Nachbesetzung leitet Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka dieses Ressort kommissarisch.
- Der Senat stimmte weiterhin der Gründung der »Fraunhofer Spain Research Foundation« in Form einer Stiftung spanischen Rechts durch die Fraunhofer-Gesellschaft als alleinige Stifterin mit dem Zweck zu, diese als Rechtsträgerin für das geplante »Fraunhofer Center for Applied Theragnostics« und zukünftige Forschungseinheiten von Fraunhofer-Instituten in Spanien zu etablieren.

Darüber hinaus haben der Jahresabschluss und der Lagebericht der Fraunhofer-Gesellschaft erneut den uneingeschränkten Bestätigungsvermerk der beauftragten Wirtschaftsprüfungsgesellschaft erhalten.

Der Senat dankt dem Vorstand sowie allen Mitarbeitenden der Fraunhofer-Gesellschaft ausdrücklich für ihr hohes Engagement und die erfolgreiche Arbeit im Geschäftsjahr 2023. Ich bin zuversichtlich, dass mit diesem Engagement und der hohen Kompetenz und Exzellenz der Mitarbeitenden eine erfolgreiche Zukunft gestaltet werden kann.

Hildegard Müller

Vorsitzende des Senats der Fraunhofer-Gesellschaft

»Wir müssen technologische Innovationsfreude mit staatlicher Unterstützung zum Wohle unserer Zukunft verbinden.«



Otto Fricke

Ass. iur., Rechtsanwalt | MdB | Mitglied im FDP-Bundesvorstand | haushaltspolitischer Sprecher der FDP-Bundestagsfraktion

Otto Fricke absolvierte sein Jurastudium 1992 in Freiburg und schloss das Zweite Staatsexamen 1995 mit Prädikat beim Land Nordrhein-Westfalen ab. Der Volljurist und Rechtsanwalt war kurze Zeit Referent der FDP-Landtagsfraktion NRW und anschließend bis 2002 parlamentarischer Berater der FDP-Bundestagsfraktion. Seit 1995 ist der gebürtige Krefelder in der Kanzlei Fricke & Fricke tätig. Von 2014 bis 2017 war Fricke neben seiner Tätigkeit als Rechtsanwalt Partner der internationalen Unternehmensberatung CNC – Communications & Network Consulting AG.

Mitglied des Deutschen Bundestags ist Otto Fricke seit 2002. Bereits in fünf Legislaturperioden war und ist Fricke Mitglied des Haushaltsausschusses, in der 16. Legislaturperiode 2005–2009 (Kabinett Merkel I) dessen Vorsitzender. In den vergangenen Jahren seien eine Reihe von Krisen haushaltspolitisch bewältigt worden, erinnert er sich und plädiert entschieden für eine Rückkehr des Bundeshaushalts auf das Normalmaß – entsprechend der Verfassung. Fricke, dessen

Bruder Maschinenbauingenieur ist, sieht an vielen Stellen Technik als den Schlüssel zur Lösung der Probleme unserer Zeit: »Wir müssen technologische Innovationsfreude mit staatlicher Unterstützung zum Wohle unserer Zukunft verbinden. Häufig unterschätzen wir den Einfluss privater Investitionen, dabei machen sie rund 80 Prozent aus. Nur, wenn wir diese private Investitionslust staatlich loslassen und ermöglichen, können wir die kommenden Herausforderungen meistern.«

Neben seiner Funktion im Haushaltsausschuss ist Fricke Mitglied im FDP-Bundesvorstand. Er gehört zudem dem Rechtsausschuss, dem Bundesfinanzierungsgremium, dem Vertrauensgremium und dem Sondergremium zum Stabilisierungsmechanismusgesetz an. Der Familienvater ist ehrenamtlich u. a. als Vorsitzender der Deutsch-Niederländischen Parlamentariergruppe tätig, ist Kuratoriumsmitglied von World Vision Deutschland e. V. sowie Mitglied des Stiftungsrats der Leo Baeck Foundation. Für sein Engagement wurde Otto Fricke 2020 mit dem Verdienstkreuz am Bande der Bundesrepublik Deutschland gewürdigt. Er ist zudem Großoffizier des Ordens von Oranje-Nassau.

Neu im Senat

»Um mit der wachsenden Veränderungsdynamik Schritt halten zu können, werden auch mehr soziale Innovationen benötigt werden. Soziale Innovationen sind der Motor für gesellschaftliche Transformation. Sie haben das Potenzial, unsere Wirtschaft und Gesellschaft nachhaltig und zukunftsfest zu machen, und sie haben die Kraft, die Art und Weise, wie wir mit Krisen umgehen, wie wir zusammenleben, arbeiten und konsumieren, zu verändern.«



Prof. Dr. phil. Anja Reinalter

Professorin für Soziale Arbeit mit dem Schwerpunkt Jugendarbeit an der Hochschule Kempten | MdB | Parlamentarische Geschäftsführerin der Fraktion von Bündnis 90/Die Grünen

Anja Reinalter ist seit 2021 Mitglied des Deutschen Bundestags. Sie ist Parlamentarische Geschäftsführerin, Mitglied im Fraktionsvorstand und Personalvorständin der Fraktion von Bündnis 90/Die Grünen. Sie hat einen Vollsitz im Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung und ist stellvertretendes Mitglied im Ausschuss für Wahlprüfung, Immunität und Geschäftsordnung.

Reinalter ist promovierte Erziehungswissenschaftlerin der Goethe-Universität Frankfurt am Main und Professorin für Soziale Arbeit mit dem Schwerpunkt Jugendarbeit an der Hochschule Kempten. Aus- und Weiterbildung und lebenslanges Lernen bezeichnet sie als entscheidende Instrumente für die nötige Transformation der Arbeitswelt. Die Gleichwertigkeit beruflicher und akademischer Bildung ist für sie ein bildungswissenschaftliches und bildungspolitisches Ziel.

Ihren Weg in die Politik fand Anja Reinalter über ihre ehrenamtlichen Tätigkeiten. Sie ist seit 2009 als Kommunalpolitikerin im Stadtrat und Kreistag des Landkreises Biberach tätig. 2011 wurde sie für herausragendes kommunalpolitisches Engagement mit dem Helene-Weber-Preis ausgezeichnet. Von 2019 bis 2021 war sie die Erste Vorsitzende des überfraktionellen Landesfrauenrats Baden-Württemberg. »Es geht nicht nur darum, gemeinsam über eine Sache zu reden, sondern es geht darum, gemeinsam eine Sache besser zu machen und sie umzusetzen. Ich bin eine Verfechterin von vielfältigen Gremien. Wenn möglichst viele Lebenswelten demokratisch repräsentiert sind, kann gerechtere Politik für alle Menschen gemacht werden.«

Die Frage, wie den sich wandelnden Bedarfen und Bedürfnissen in der Gesellschaft gerecht zu begegnen ist und wie unsere Wirtschaft und Gesellschaft nachhaltig und zukunftsfest werden, beantwortet sie mit der Forderung nach mehr sozialen Innovationen und gestaltungsorientierter Forschung als Grundlage wissenschaftsbasierter Politik.

»Wenn wir im Bereich Bildung sparen, zahlen wir als Gesellschaft einen hohen Preis dafür.«



Sönke Rix

Erzieher | MdB | stellvertretender Vorsitzender der SPD-Bundestagsfraktion

Sönke Rix, geboren in Eckernförde, gehört dem Deutschen Bundestag seit 2005 als Abgeordneter für den Wahlkreis Rendsburg-Eckernförde an. Von 2005 bis 2021 war er Mitglied im Ausschuss Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Heute ist er stellvertretender Vorsitzender der SPD-Bundestagsfraktion für die Bereiche Familie, Senioren, Frauen und Jugend sowie Bildung und Forschung. Er ist zudem Mitglied im Vorstand der Parlamentarischen Linken.

Für seine langjährige Arbeit im Ausschuss Familie, Senioren, Frauen und Jugend bringt Rix seine Erfahrungen als staatlich anerkannter Erzieher ein. Während seiner Ausbildung besuchte er die Fachschule für Sozialpädagogik in Kiel und arbeitete zeitgleich und danach an der Integrierten Gesamtschule Eckernförde (heute: Peter-Ustinov-Schule). Den Zivildienst und das Anerkennungsjahr absolvierte er in der Eckernförder Werkstatt, Teil der Norddeutschen Gesellschaft für Diakonie. Dort war er auch als Fachkraft für Arbeits- und Berufsförderung tätig. Er engagierte sich zudem in der Mitarbeitendenvertretung der Werkstätten Rendsburg-Eckernförde. Bis heute ist er ver.di-Mitglied.

Für Rix stellt eine Berufsausbildung die Eintrittskarte für ein selbstbestimmtes Leben und Arbeiten dar. Sönke Rix setzt sich für eine sozial gerechte Kindergrundsicherung ein, für das Startchancen-Programm, das Schulen mit einem hohen Anteil an benachteiligten Schülerinnen und Schülern unterstützen will, für eine gesetzliche Ausbildungsplatzgarantie und für eine Öffnung des BAföG zugunsten einer breiteren Teilhabe. Bildung – egal, ob mit dem Abschlussziel Master oder Meister – müsse unabhängiger von den Eltern werden, plädiert er. »Wir brauchen ein Bildungssystem, in dem junge Menschen ihr Potenzial entfalten können. Das würde auch im Hinblick auf den Fachkräftemangel helfen«, wirbt Rix. »Denn wenn wir im Bereich Bildung sparen, zahlen wir als Gesellschaft einen hohen Preis dafür.«

Zu den weiteren Schwerpunktthemen von Sönke Rix zählen bürgerschaftliches Engagement und der Schutz von Minderheiten. Seit 2000 ist er ehrenamtlich als gesetzlicher Betreuer beim Amtsgericht Eckernförde tätig.

Aus der Fraunhofer- Forschung

- Fraunhofer Weltrekorde
- Projekte und Ergebnisse
- Auszeichnungen
- Menschen in der Forschung
- Ausgewählte Transferaktivitäten
- Initiativen

Fraunhofer-Weltrekorde



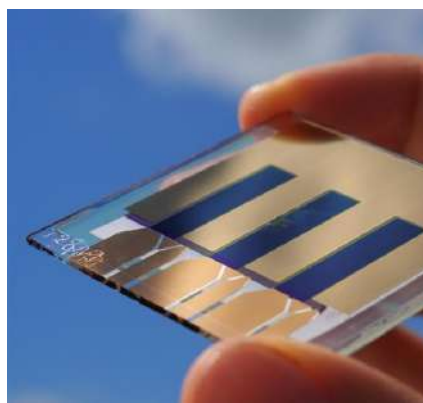
Setzt weltweit Maßstäbe für Wärmepumpensysteme

Leistungselektronik für neuartige Wärmepumpen

Fraunhofer-Forschende arbeiteten seit 2019 im Leitprojekt ElKaWe an der Entwicklung hocheffizienter elektrokalorischer Wärmepumpen als Alternative zur derzeit vorherrschenden Kompressor-Technologie mit Kältemitteln. Im Juli 2023 konnte am Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF eine ultraeffiziente Schaltungstopologie für Spannungswandler basierend auf Galliumnitrid(GaN)-Transistoren mit 99,74 Prozent elektrischem Wirkungsgrad realisiert werden. Der GaN-basierte Multilevel-DC/DC-Wandler setzt weltweit Maßstäbe. Die gesteigerte elektrische Effizienz führt direkt zu einer höheren Leistungszahl des gesamten Wärmepumpen-Systems und ist damit ein Meilenstein auf dem Weg zu effizienteren Wärmepumpen. Essenziell für die Realisierung einer hohen Leistungszahl elektrokalorischer Wärmepumpen ist eine sehr hohe Effizienz bei den Materialien, der Elektronik und dem Wärmeübertrag. Es besteht noch Forschungsbedarf, aber zukünftig könnten elektrokalorische Wärmepumpen eine effizientere und vollständig emissionsfreie Lösung zum Heizen und Kühlen werden.

Organische Solarzelle mit 15,8 Prozent Wirkungsgrad

Am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE und am Materialforschungszentrum der Universität Freiburg konnte im Juli 2023 der letzte Rekord des Teams vom September 2020 für eine 1 Quadratzentimeter große, organische Solarzelle verbessert werden. Die neue Solarzelle stellt mit einem Wirkungsgrad von 15,8 Prozent erneut den Weltrekord in dieser Kategorie auf. Die Verbesserung bei der Rekord-Solarzelle wurde wesentlich durch den Einsatz einer Anti-Reflexionsbeschichtung erreicht, wodurch mehr Licht in der photoaktiven Schicht der Zelle absorbiert und somit ein höherer Strom generiert wird. Das für die Beschichtung notwendige Dünnschichtsystem – abgeschieden mittels Sputterverfahren – wurde ebenfalls am Fraunhofer ISE entwickelt. Organische Photovoltaik könnte der Solarenergie dank ihrer umweltfreundlichen und günstigen Herstellung sowie ihrer Flexibilität und Möglichkeit der Transparenz neue Anwendungsgebiete erschließen.



Mit Anti-Reflexionsbeschichtung zu höherer Effizienz



Kryogener Antriebsumrichter für elektrische Antriebe in der Luftfahrt

Antriebsumrichter für elektrisches Fliegen

Für die zukünftige elektrische Luftfahrt sind kompakte und leichte E-Antriebe essenziell. Eine adäquate Lösung wären supraleitende Systeme, in denen der elektrische Strom praktisch widerstandsfrei fließt und kaum Verluste anfallen. Das ermöglicht höchsten Wirkungsgrad, Gewicht und Bauraum. Viele elektrische Leiter sind erst bei kryogenen Temperaturen supraleitend. Darum müssen alle Antriebskomponenten – inkl. des komplexen Umrichters – für derartige Bedingungen ausgelegt sein. Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB in Erlangen demonstrierte erstmalig einen kryotauglichen 500-kW-Antriebsumrichter. Dieser wird mit flüssigem Stickstoff bei 77 Kelvin (K) gekühlt, das entspricht -196 °C . Der kryogene Umrichter ist das Ergebnis einer Kooperation mit Airbus UpNext. In seinem ASCEND-Programm baut Airbus jetzt den Prototyp eines durchgehend kryogenen elektrischen Flugzeugantriebs auf. Das ist mit dem Antriebsumrichter des Fraunhofer IISB in der 500-kW-Leistungsklasse erstmals möglich.

Unerreichte Pixeldichte in OLED-Mikrodisplays

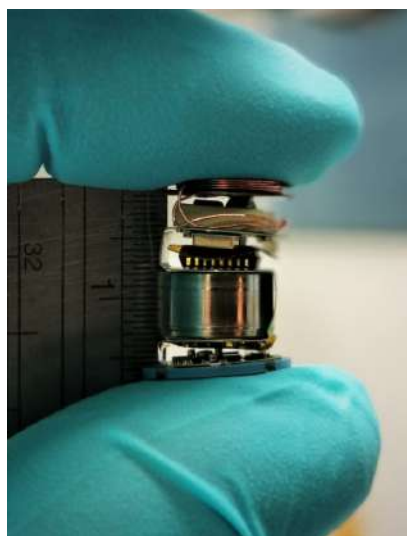
Bisher sind OLED-Mikrodisplays in ihrer Pixelanzahl und -größe beschränkt, das Maximum der Pixeldichte betrug bislang etwa 8000 dpi (dots per inch). Höhere Pixeldichten sind bei der üblichen Fertigung mit konventionellen CMOS-Technologien auf 200-Millimeter-Wafern nicht möglich. OLED-Mikrodisplays mit einer bisher unerreichten Pixeldichte von 10000 dpi präsentierte das Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP erstmals auf der SID Display Week in Los Angeles, USA, im Mai 2023. Das erste OLED-Mikrodisplay mit 10000 dpi hat winzige, 2,5 Mikrometer kleine Pixel bei einer Displaydiagonale von 0,18 Zoll. Entworfen und produziert wurde die CMOS Backplane in Small-node-Technologie in einem 28-Nanometer-CMOS-Backplane-Prozess auf 300-Millimeter-Wafern. Die neuen Backplane-Technologien erlauben zudem Ansteuerungskonzepte, mit denen sich die Stromaufnahme bei mobilen Applikationen reduzieren lässt. Die Forschungsarbeiten wurden im interdisziplinären Projekt »Backplane« vom Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr gefördert. Das Geschäftsfeld Mikrodisplays & Sensorik des Fraunhofer FEP wurde rückwirkend zum 1. Januar 2024 in das Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS integriert.



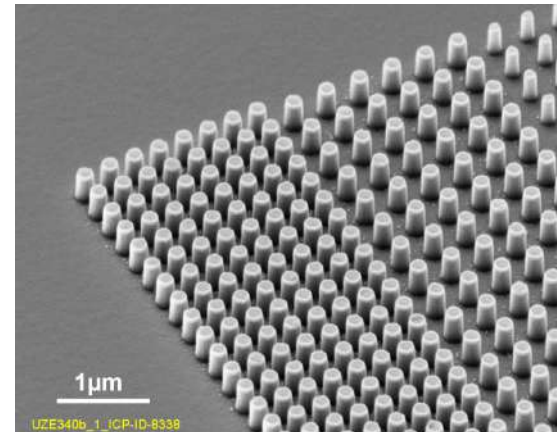
OLED-Mikrodisplay mit den weltweit kleinsten Pixeln

Weltkleinstes Impedanzspektroskopie-System

Mit 11 x 16 Quadratmillimetern entwickelte das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM mit den Partnern Micro Systems Technologies (MST) und Sensry GmbH das weltkleinste System zur Impedanzspektroskopie. Der Sensor besteht aus einem bioverträglichen, wasserdichten Polymer. Neben zwei Elektroden zur Erstellung eines Frequenzspektrums von einem Medium wurden sechs Sensoren untergebracht. Mehrfach bewältigte die Entwicklergruppe die Herausforderung der extremen Verkleinerung: etwa beim Spulendurchmesser für das drahtlose Laden (10 Millimeter) oder beim IoT-System. Dieses liegt in einem sechslagigen Interposer, die Elektroden für die Impedanzspektroskopie wurden in einer 0,5 Millimeter dünnen Keramikplatte von MST platziert. Das ausgeklügelte Ausbaudesign lieferte die Sensry GmbH. Die flexible und biokompatible Leiterplatte mit über 70 Komponenten aus Flüssigkristallpolymer wurde von MST vierlagig gefertigt. Die elektrochemische Impedanzspektroskopie erlaubt grundsätzlich Diagnoseoptionen für verschiedenste Anwendungen – etwa für Materialuntersuchungen oder für Magen-/Darmspiegelungen.



Extrem verkleinerte Spektroskopie-Kapsel für vielfältige Diagnoseoptionen



Elektronenstrahlmikroskopische Aufnahme des Metagitters

30 Zentimeter Metaoberfläche

Sogenannte Metaoberflächen könnten eine Alternative für Linsen und Spiegel darstellen: Bisher wird die Funktion einer Linse oder eines Spiegels durch makroskopische Geometrie definiert, weswegen diese dick und krumm sind. Metaoberflächen hingegen konzentrieren ihre komplette optische Funktion in einer nanostrukturierten Oberfläche. Damit lassen sich Metaoberflächen theoretisch sehr viel dünner herstellen als Linsen. Allerdings ließen sich bisher für Wissenschaft und Forschung nur Flächen von wenigen Quadratmillimetern produzieren – noch nicht ausreichend für viele industrielle Anwendungen. Forschenden am Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF gelang es im Frühjahr 2023 weltweit erstmals, eine Metaoberfläche mit einem Durchmesser von fast 30 Zentimetern herzustellen. Dafür nutzen sie eine spezielle Schreibstrategie bei der Belichtung der Nanostrukturen mit Elektronenstrahl-lithographie. Bei dieser sogenannten Character Projection werden komplexe Muster parallelisiert mit hoher Präzision und Effizienz und vergleichsweise hoher Geschwindigkeit vom Elektronenstrahl nacheinander auf einer Oberfläche erzeugt. Ihre Methode haben die Wissenschaftler im »Journal of Micro/Nano-patterning, Materials, and Metrology« veröffentlicht.

Projekte und Ergebnisse

**Fünf gesamtgesellschaftliche Ziele
für eine lebenswerte Zukunft**

DIGITALE
WERTSCHÖPFUNG

1

GANZHEITLICHE
KREISLAUF-
WIRTSCHAFT

2

VOLLENDETE
ENERGIEWENDE

3

BEZAHLBARE
GESUNDHEIT

4

SICHERHEIT
UND RESILIENTE
GESELLSCHAFT

5

Digitale Wertschöpfung



Reale Produktionsmaschine (l.) im Metaverse

Industrial Metaverse zum Anfassen

Unter »Metaverse« versteht man interaktive, immersive 3D-Umgebungen. Extended-Reality-Technologien (XR) wie Datenbrillen und Gesteneingabe ermöglichen die nahtlose Interaktion zwischen realer und digitaler Welt. Das »Industrial Metaverse« fokussiert auf professionelle Anwendungen in Wirtschaft und Gesellschaft wie Verkehr, Anlagen- und Städtebau oder Medizin. Man kann es als die nächste Stufe der Digitalisierung nach Industrie 4.0 bezeichnen. Zentrale technische Bausteine von Metaversen sind Digitale Zwillinge, Simulationen, XR-Technologien, Künstliche Intelligenz (KI), Blockchains und Datenräume. Der Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie widmet dem Thema »Industrial Metaverse« aufgrund des hohen technologischen Potenzials eine eigene strategische Roadmap in seinem Forschungsportfolio. Die 20 Institute agieren dabei als Technologielieferanten und Berater zur Planung und Umsetzung von Use Cases mit den Technologien des Industrial Metaverse.

Im Bundesförderprojekt »5G Troisdorf IndustrieStadtspark« wurden Metaverse-Anwendungen für Fernwartung und Training im Maschinenbau und in der Produktion realisiert. Ein Technologie-Demonstrator wurde auf der Hannover Messe 2023 und beim Tag der offenen Tür der Bundesregierung 2023 vorgestellt. Die technologische Basis umfasst ein 5G-Internet, Remote Rendering von CAD-Daten sowie mobile Mixed-Reality- und Virtual-Reality-Datenbrillen. Für die Produktionsmaschine des Projektpartners ZWi Technologies, eingesetzt auf der Produktionsstraße des Projektpartners Kuraray Europe, wurde ein Digitaler Zwilling entwickelt. Die digitalen Konstruktionsdaten der Maschine werden passgenau in das Sichtfeld der Benutzenden auf den Datenbrillen eingeblendet und mit Informationen angereichert. Die Kommunikation der räumlich entfernten Benutzenden wird durch Avatare, Zeigegesten, direkte Manipulation sowie Audio- und Video-Kommunikation unterstützt. Dies ermöglicht beispielsweise verteilte Lernszenarien für die Bedienung und Wartung der Maschine inkl. eines aktiven Austauschs im virtuellen Raum. Projektkoordinator ist das Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT.



Energieeffizienteres heterogenes Hochleistungsrechnen

Strom sparen bei digitalen Hochleistungen

Die Digitalisierung eröffnet vielversprechende Möglichkeiten, die dahinterliegenden Systeme allerdings müssen energieeffizienter werden. Dies ist das Ziel des Verbundprojekts NAAICE. Dabei werden netzwerkgekoppelte Beschleuniger für energieeffizientes heterogenes High-Performance Computing (HPC) entwickelt.

HPC wird beispielsweise in der Klimamodellierung, in der Astrophysik oder in der Biologie eingesetzt. Die dafür nötigen hohen Rechenleistungen erfordern viel Energie. Das Konsortium von NAAICE arbeitet daran, Kapazitäten in HPC-Rechenzentren effizienter einzusetzen. Herkömmliche Rechenzentren verwenden meist Rechner, die auf einheitlichen Standardkomponenten aufgebaut sind und für vielerlei Abläufe eingesetzt werden. Für HPC-Anwendungen nutzen sie meist nur spezielle Teile eines Standard-Computers – viel Kapazität geht verloren. Hingegen bauen die Partner von NAAICE eine heterogene Systemarchitektur auf, bei der die Computer für Spezialanwendungen flexibel ausgestattet werden. Dafür arbeitet das Team mit speziellen integrierten Schaltkreisen, sogenannten Field Programmable Gate Arrays (FPGAs), die kontinuierlich mit neuen Funktionen ausgestattet werden können. Kerntechnologie des Projekts ist das neuartige, auf FPGAs basierende Konzept des Network-Attached Accelerators (NAAs). Es wurde am Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI entwickelt. Während in bisherigen Konzepten FPGAs in Rechenzentren eingebunden werden, sind NAAs von den Serverprozessoren entkoppelt und stattdessen dynamisch nutzbar per Netzwerk angebunden. So bieten sie mehr Flexibilität und sorgen gleichzeitig für einen geringeren Energieverbrauch durch eine bessere Auslastung. Die Partner entwickeln u. a. Software, um NAAs in HPC-Rechenzentren zu integrieren.

NAAICE startete 2022 als Förderprojekt der Linie »Green HPC« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Neben dem Fraunhofer HHI sind die Universität Potsdam, das Zuse-Institut Berlin, das Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ und die PERFACCT GmbH beteiligt. Die Ergebnisse werden bei Projektende als Open Source Software zur Verfügung gestellt.

Digitale Wertschöpfung



Flexible Produktionsarchitektur hilft bei gestörten Lieferketten

Produktionsarchitektur für die Fabrik der Zukunft

Die produzierende Industrie steht vor vielen Herausforderungen. Dazu gehören etwa volatile Märkte, Lieferkrisen und steigende Energiepreise. Deshalb haben Forschende im 2020 gestarteten Fraunhofer-Leitprojekt SWAP eine modulare und flexible Produktionsarchitektur entwickelt. Die statischen Strukturen und schematischen Abläufe klassischer Produktionsstätten werden aufgebrochen und die Abarbeitung der Arbeitsschritte dynamisiert. Eingebunden werden das herzustellende Endprodukt und auch die zur Herstellung nötige Maschinenteknik, einschließlich Robotern und autonomen Transportsystemen. Dafür entwickelten die Forschenden eine einheitliche und semantisch vereinfachte Beschreibungssprache für Maschinen, Prozesse und Produkte – die sogenannte PFDL (Production Flow Description Language). Diese dient dazu, vor dem Start der Fertigung das jeweilige Endprodukt oder Bauteil zu definieren, damit im Anschluss die gewünschten speziellen Merkmale ergänzt werden können. Die formulierten Aufträge werden dann durch Maschinen oder Roboter autonom bearbeitet.

Im Ergebnis entsteht eine intelligent agierende und anpassungsfähige Produktionsumgebung. So wird jeder Auftrag passend zu den Vorgaben individuell und zugleich effizient ausgeführt. Bei der klassischen Fertigung mit ihren standardisierten Arbeitsstationen ist diese Fall-zu-Fall-Flexibilität nicht erreichbar. Nun können Hersteller die Abläufe in der Fabrikhalle flexibel an ihre Zielvorgaben anzupassen. In Projektkonsortium wurden bereits Optiken aus poliertem Metall – nicht aus Glas – für ein Laserteleskop nach dem Prinzip der entstandenen Produktionsarchitektur SWAP-IT gefertigt. Nicht nur für Weltraumteleskope im New Space bietet das neuartige Produktionsverfahren Optionen für eine günstigere Produktion als auf Basis herkömmlicher Verfahren.

SWAP versteht sich als Fortführung von Megatrends der Industrie 4.0 mit Technologien wie Sensorik, Vernetzung oder Digitaler Zwilling. Die Forschenden arbeiten derzeit an einem praxisnahen Vorgehensmodell zur Implementierung, um den Unternehmen die Umstellung auf die neuartigen Produktionsarchitektur zu erleichtern.



Infrastruktur für die Entwicklung neuartiger Computer

Testlinien für die nächste Rechnergeneration

Bei rechenintensiven Technologien wie Künstlicher Intelligenz (KI) oder Edge-Datenverarbeitung kommen klassische Digitalrechner an ihre Leistungsgrenzen. Für neuartige Rechentechnologien der nächsten Generation (Next Generation Computing) bieten Quantencomputing (QC) und neuromorphes Computing (NC) fundamentale Chancen, ohne die zukünftig viele wettbewerbs- und sicherheitskritische Anwendungen nicht realisiert werden können.

Die Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) unterstützt mit ihrer Infrastruktur und ihrem wissenschaftlichen Know-how das entstehende Ökosystem des Next Generation Computing: Insbesondere im Rahmen der Förderlinie »Modul Quanten- und neuromorphes Computing – module qnc« sollen zukünftig neueste Hardware-Entwicklungen ermöglicht werden. Ziel des Projekts FMD-QNC ist es, dass Partner aus Forschung, Entwicklung und Innovation sowie Unternehmen ihre in den Laboren gewonnenen Erkenntnisse schnell in Prototypen und Kleinserien umsetzen können. Dies wird durch die im Projekt FMD-QNC erweiterten Prozessmöglichkeiten realisiert. Der Deep Tech Accelerator QNC Space, als Teil von FMD-QNC, bot im Herbst 2023 für Forschungsgruppen, Gründerinnen und Gründer, Start-ups sowie KMU erstmals einen niederschweligen Zugang zur Infrastruktur der FMD-QNC-Partner an.

Auf europäischer Ebene wird das Förderprojekt FMD-QNC des Bundesministeriums für Bildung und Forschung durch das Förderprojekt PREVAIL ergänzt. Die Forschungsorganisationen CEA-Leti (Frankreich), Fraunhofer (Deutschland), imec (Belgien) und VTT (Finnland) wollen eine vernetzte 300-Millimeter-Technologie-Plattform schaffen, mit der Chip-Prototypen für KI oder neuromorphes Computing möglich werden. Die Projektaktivitäten innerhalb von PREVAIL und FMD-QNC werden vernetzt und sind wichtige Vorbereitungen für das technologische Fundament des »European Chips Act«.

Ganzheitliche Kreislaufwirtschaft



Entwicklung von Biokunststoffen aus Polybutylensuccinat

Mehr Typen des Biokunststoffs PBS

Recyclingfähige und biologisch abbaubare Kunststoffe, die statt aus Erdöl aus regional verfügbaren pflanzlichen Reststoffen hergestellt werden: Dieses Ziel verfolgen 18 Partner im Förderprojekt RUBIO des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für Angewandte Polymerforschung IAP und für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS. Das Fraunhofer IAP entwickelt dabei neue Typen des Biokunststoffs Polybutylensuccinat (PBS), die mehr Einsatzmöglichkeiten erlauben als bisher. Mit der POLIFILM EXTRUSION GmbH in Sachsen-Anhalt entwickelte das Fraunhofer IAP eine PBS-Folie, die für Versandtaschen geeignet ist. Das deutsche Unternehmen produziert Kunststofffolien für die Bau-, Agrar- und Automobilbranche und andere Bereiche. In Zusammenarbeit von angewandter Forschung und Unternehmen wurde die Herstellung auf gängigen Extrusionsanlagen realisiert, was eine industriennahe Weiterentwicklung ermöglicht. Die Polymerfachleute am Fraunhofer IAP unterstützen nicht nur bei den Syntheseverfahren für neue Biokunststofftypen, sondern überführen im Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ ihre Ergebnisse aus Labor und Technikum in den industrienahen Pilotmaßstab. Im Verarbeitungstechnikum Biopolymere Schwarzeide werden neu entwickelte PBS-Typen und -mischungen auf zahlreiche Kriterien untersucht, etwa auf thermoplastische Verarbeitung, Bioabbaubarkeit, Recyclingfähigkeit und Bedruckbarkeit.

Noch wagen wenige Kunststoffverarbeiter den Wechsel hin zu den Biokunststoffen: Probleme bei der Versorgungssicherheit, höhere Kosten, eine zu geringe Auswahl an verschiedenen Typen von Biokunststoffen und die fragliche Eignung für bestimmte Anwendungen sind hohe Hürden. Auch Recycling lohnt sich erst für Kunststoffe, die in großen Mengen im Abfall vorhanden sind. Deswegen entwickelt das RUBIO-Projekt-konsortium den Biokunststoff PBS noch weiter: Künftig sollen dessen Rohstoffe aus regionalen Resten und Abfällen stammen – aus Biogasanlagen, landwirtschaftlichen Betrieben oder der Papierproduktion. Kürzere Transportwege könnten dann sogar die Preise senken.



Fingerorthesen aus vollständig kompostierbarem Kunststoff

Wenn Industrie 4.0 biologisch wird

Wie geht nachhaltige Produktion in der Automobilproduktion? Unter der Gesamtleitung des Fraunhofer-Instituts für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK entwickelte ein Konsortium im Förderprojekt »BioFusion 4.0« (Bundesministerium für Bildung und Forschung) Pilotprozesse einer nachhaltigen Wertschöpfung. Beteiligt waren u. a. die Mercedes-Benz AG, das Werner-von-Siemens Centre for Industry and Science e. V. und die Technische Universität Berlin. Die insgesamt 13 Partner erarbeiteten beispielsweise Lösungen für die Unterstützung von Werkerinnen und Werkern durch biointelligente Assistenzsysteme sowie für die Verwendung von biogenen Materialien.

So wurde eine Orthese für die Bauteilmontage in der Automobilproduktion entwickelt: Mittels intelligenter Algorithmen werden individuelle 3D-Orthesen aus Biokunststoff für die Hände der Werkerinnen und Werker gefertigt. Der Biokunststoff wird aus Speisefetten produziert und ist daher zu 100 Prozent kompostierbar. Entworfen wurde auch ein Multiagentensystem, mit dem sich die Verteilung von Produktionsaufträgen automatisiert steuern lässt: Auf einem Dashboard können die Werkerinnen und Werker den Prozessfortschritt eingegangener Aufträge verfolgen, den Ausfall von Arbeitsstationen nachbilden und sich Unterstützung holen bei der automatischen Anpassung von Produktionsschritten. Eine solche selbstorganisierte Prozesssteuerung erlaubt es Fertigungsunternehmen, flexibler und resilienter zu agieren.

Auch die produktindividuelle Berechnung des CO₂-Fußabdrucks eines Produkts entlang des Lebenszyklus wird berechnet. Diese Daten sollen über das Fraunhofer-Netzwerk in den Verein Catena-X mit einfließen. Bei diesem kollaborativen, offenen Datenökosystem handelt es sich um das größte Vorhaben der Automobilbranche bezogen auf zukünftige Produktionskonzepte: den vertrauensvollen Datenaustausch zwischen allen Akteuren der Automobilindustrie – von der ersten Zulieferstufe bis zum OEM. Der Austausch basiert auf den Software-Diensten der International Data Spaces (IDS) und Gaia-X.

Ganzheitliche Kreislaufwirtschaft



Projektteam bei der Besichtigung eines Schadensfalls

»Ewigkeitschemikalien« reduzieren

Eine der gravierendsten vom Menschen verursachte Umweltbelastung ist die Verschmutzung von Böden und Gewässern mit per- und polyfluorierten Alkylverbindungen, kurz PFAS. Zu finden sind sie in Zahnseide, Outdoor-Kleidung oder in Lösch- und Pflanzenschutzmitteln und in vielen anderen Produkten. Die teils gesundheitsschädlichen PFAS werden auch »Ewigkeitschemikalien« genannt, da sie außerordentlich stabil sind. Sie zu entfernen ist aufwendig. Bei einer Filterung durch Aktivkohle beispielsweise wird PFAS zwar gebunden, aber nicht beseitigt, sodass die Überreste im Sondermüll entsorgt bzw. gelagert werden müssen.

Forschenden des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB gelang es, ein Plasmaverfahren zu entwickeln, mit dem PFAS energieeffizient aus kontaminiertem Wasser entfernt werden können. Dabei wird das Plasma durch Anlegen einer Hochspannung zwischen den Elektroden eines zylinderförmigen, kombinierten Glas-Edelstahl-Zylinders erzeugt, das kontaminierte Wasser fließt dann auf der Außenseite der (Edelstahl-)Elektrode entlang. Durch die energie-reiche Plasmaatmosphäre werden die PFAS-Molekülketten aufgebrochen und damit verkürzt. In einem geschlossenen Kreislauf wird der Vorgang mehrere Male wiederholt, wobei die Molekülketten bei jedem Durchlauf verkürzt werden, bis sie vollständig abgebaut sind. Das Verbundprojekt AtWaPlas (kurz für Atmosphären-Wasserplasma-Behandlung) wurde mit dem Industriepartner HYDR.O. aus Aachen durchgeführt. Von dem Spezialisten für Altlastensanierung stammten die Wasserproben. Mit dem gleichen Aufbau lässt sich die Plasma-Methode auch zur Aufreinigung anderer Wasserverschmutzungen einsetzen, etwa von Medikamentenrückständen, weiteren Industriechemikalien oder Pflanzenschutzmitteln. In einem nächsten Entwicklungsschritt könnten entsprechende Anlagen auch als eigenständige Reinigungsstufe in Klärwerken aufgestellt werden oder in transportablen Containern auf kontaminierten Freilandflächen zum Einsatz kommen.

AtWaPlas wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung in der Initiative Wasser: N gefördert.



Lithiumcarbonat, wie es in Südamerika gewonnen wird

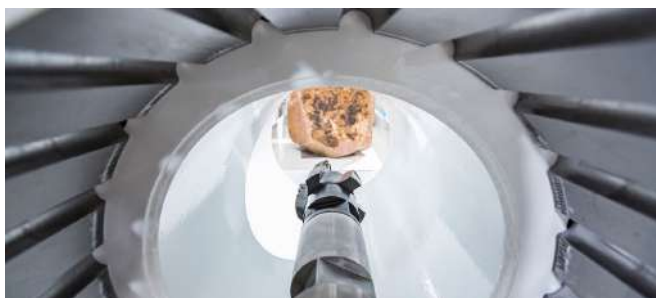
Heimisches Lithium aus Geothermie?

Lithium ist der Schlüsselrohstoff für die Energiewende, insbesondere für die Batterien der Elektromobilität. Bis heute ist Deutschland auf Zulieferung angewiesen – überwiegend aus Australien und Südamerika, abgebaut unter umweltbelastenden Bedingungen. Lithium kommt aber auch in Deutschland vor – am Oberrheingraben, im Erzgebirge oder im Norddeutschen Becken.

Auslöser jüngster Forschungsarbeiten war eine Studie des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), die als »Outstanding Paper 2022« gewürdigt wurde. Die KIT-Forschenden wiesen nach, dass Thermalwasser in einigen Kilometern Tiefe eine hohe Konzentration von Lithium-Ionen enthält. Seither beschäftigen sich mehrere Initiativen damit, wie sich das wertvolle Metall mit der hydrothermalen Geothermie verbinden lässt. Beteiligt sind u. a. EnBW AG, Vulcan Energie Ressourcen GmbH sowie die Fraunhofer-Institute für Chemische Technologie ICT und für Physikalische Messtechnik IPM.

Zunächst müssen die Lithium-Ionen per Adsorption angelagert und mit Desorptionslösungen wieder gelöst werden. Das so gewonnene Lithiumchlorid kann durch Elektrolyse in Lithiumhydroxid umgewandelt und in dieser Form als Lithium gehandelt werden. Unter Federführung des KIT wurde ein erstes Lithium-Ionen-Sieb hergestellt. Es basiert auf einem Lithium-Mangan-Oxid mit einer speziellen, als Spinell bezeichneten Kristallstruktur und wurde mittels hydrothermalen Synthese hergestellt. Das Konsortium arbeitet an einer Verfeinerung des Siebs und an einer verbesserten Wirtschaftlichkeit des Verfahrens. Dabei hilft ein optischer Sensor, der spektrale Materialanalysen in laufenden Prozessen ermöglicht. Diese Entwicklung des Fraunhofer IPM soll die aufwendigen Labormessungen erübrigen, die bisher nötig waren, um den Zeitpunkt für die Änderung der Durchflussrichtung im Ad- und Desorptionsprozess der Lithium-Ionen exakt zu steuern. Demnächst soll der Sensor an einem Geothermiestandort im realen Betrieb getestet werden.

Vollendete Energiewende



Bohrungen zum Erschließen von Geothermie

Bohrungen für die Nutzung von Geothermie

Grubenwasser aus aufgegebenen Bergbauzechen kann wesentlich zum kommunalen Wärme- und Kältebedarf beitragen. Über »kalte Nahwärmenetze« kann Wärme in umliegenden Gebäuden verteilt werden. Dort können Wärmepumpen sehr effizient Temperaturen auf Brauchwasser-Niveau bereitstellen, denn sie versorgen bereits bei geringer Arbeitstemperatur Wärmepumpen in umliegenden Gebäuden. Im Ruhrgebiet bieten die aufgelassenen Kohlebergwerke an vielen Standorten ein großes Reservoir an Grubenwasser. Das Projekt »D2Grids« auf einer ehemaligen Opel-Werksfläche in Bochum stellt eine Blaupause für netzgebundene Niedertemperaturwärme- und Kältelösungen in Nordwesteuropa dar: Mit dem warmen und kalten Grubenwasser der ehemaligen Steinkohlezeche Dannenbaum soll das entstehende Stadtquartier auf dem ehemaligen Opel-Gelände (ca. 70 Hektar) klimafreundlich versorgt werden. Die Pumptests im Frühjahr 2023 bestätigten ein ausreichendes geothermisches Potenzial. Damit startet die Errichtung einer Energiezentrale: Für die Wärmeversorgung wird zukünftig das 27–28 °C warme Grubenwasser aus 807 Meter Tiefe über Wärmepumpen auf ca. 48 °C erwärmt und in das Netz eingespeist. Für die Kälteversorgung wird ca. 17 °C »kaltes« Grubenwasser aus einer Tiefe von etwa 340 Metern gefördert. Rund 75 Prozent der Bedarfe lassen sich so decken.

Die unterirdischen Aktivitäten wie Bohrungen durch einen Untergrund, der mit alten Bergwerksteilen eng durchsetzt ist, oder die Logistik der umfangreichen Pumptests verantwortete die Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG. Sie berät zudem die Stadtwerke Bochum beim energetischen Gesamtkonzept, einschließlich Geothermie, Wärmenetzen, Untergrundspeichern und Großwärmepumpen. Dank der Nutzung des Grubenwassers als Energiequelle wird im entstehenden Quartier eine Einsparung der CO₂-Emissionen von rund 3200 Tonnen pro Jahr erwartet – im Vergleich zu einer konventionellen Versorgung durch Erdgas und elektrische Kompressionskältemaschinen.

D2Grids wird durch das Interreg-Programm für Nordwesteuropa und das Förderprogramm »Wärmenetze 4.0« unterstützt.



Modellierung für den Ausbau des Stromnetzes

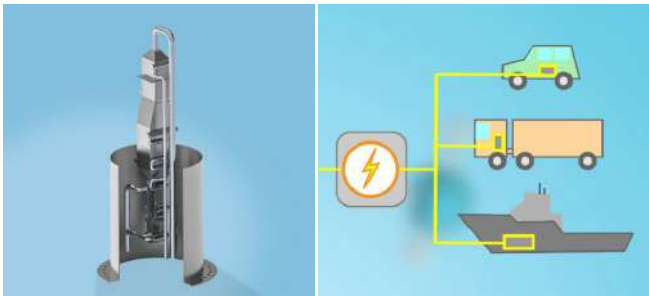
Netzentwicklungsplan Strom – postleitzahtgenau

Die Übertragungsnetzbetreiber 50Hertz, Amprion, TenneT und TransnetBW übergaben im Frühjahr 2023 den ersten Entwurf des Netzentwicklungsplans (NEP) Strom 2037/2045 an die Bundesnetzagentur. Der NEP beschreibt erstmals ein Stromnetz, mit dem Klimaneutralität bis 2045 erreicht werden kann. Dafür modellierte das Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE die Regionalisierung der erneuerbaren Energien mit konkreten Karten für den Ausbau der Windkraft- und Photovoltaik-(PV-)Anlagen.

Der NEP rechnet mit einer Verdopplung des heutigen Stromverbrauchs auf über 1000 Terawattstunden. Dafür ist etwa eine Verfünffachung der installierten Leistung aus Erneuerbaren auf bis zu etwa 700 Gigawatt im Jahr 2045 erforderlich. Um diese hohe Leistung in das Stromnetz zu integrieren und gleichzeitig dessen sicheren Betrieb zu gewährleisten, ist ein beschleunigter Netzausbau nötig. Die Regionalisierungsstudie des Fraunhofer IEE modelliert postleitzahtgenau, wie sich der Zubau von Windkraft- und PV-Anlagen zukünftig auf der Fläche Deutschlands verteilt. Getrennt für Windenergie an Land sowie für Freiflächen- und Dachflächen-PV wurden auf Basis verschiedener Datenquellen vorhandene und geplante Anlagen verortet und deren Leistung mit den Leistungsvorgaben je Bundesland, die der NEP nennt, in Bezug gesetzt. Bereits bekannte Potenziale sowie in Potenzialanalysen ermittelte Flächen wurden anhand verschiedener Parameter wie Verfügbarkeit, Eignung, Bodengüte oder Konfliktrichtigkeit gewichtet und als Annahme mit Anlagen bebaut, bis die jeweiligen Leistungsvorgaben erreicht waren.

Die Ergebnisse sind in Karten zusammengefasst, jeweils für den Bestand 2022 und die beiden dem NEP zugrunde liegenden Szenarien 2037 und 2045. Damit liefert die Studie des Fraunhofer IEE den Übertragungsnetzbetreibern eine detaillierte Grundlage, um das Netz vorausschauend zu entwickeln und die erneuerbaren Energien in die Fläche zu bringen.

Vollendete Energiewende



Aus Ammoniak CO₂-freies Gas verbrennen

Ammoniak als Hoffnungsträger der Energiewende

Grüner Wasserstoff ist ein vielversprechender klimaneutraler Energieträger. Noch zu lösen ist der Aufwand für dessen Transport und Speicherung. Dabei könnte Ammoniak, bekannt als Ausgangsstoff für Düngemittel, als Speichermedium für Wasserstoff eine weitere Karriere machen: Es lässt sich bereits bei einer moderaten Temperatur von -33 °C verflüssigen und kann mehr Wasserstoff bei weniger Volumen binden als bei 700 bar komprimierter Wasserstoff. Verflüssigtes Ammoniak lässt sich im Vergleich zu Wasserstoff einfacher transportieren. Deshalb entstehen am Fraunhofer-Institut für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM Systeme auf Basis von Ammoniak, die Infrastruktur, Verkehr und Industrie mobil mit sauberer Energie versorgen können.

Technologien für eine Nutzung von Ammoniak zur Energieerzeugung gibt es allerdings noch wenige. Auch dafür fanden die Forschenden mit dem AMMONPAKTOR-Reaktor eine Lösung: In einem Spaltreaktor wird Ammoniak in Stickstoff und Wasserstoff gespalten. Dabei entsteht ein Spaltgas als brennbarer Energieträger. Mit Ammoniak aus grünem Wasserstoff wurde mit einem Industriepartner bereits eine komplett CO₂-freie Ziegelherstellung demonstriert. Dieser Energieträger lässt sich auch für mobile Brennstoffzellenanwendungen wie Land- oder maritime Fahrzeugen nutzen: Ein am Fraunhofer IMM entwickelter Crackreaktor spaltet mit einer nachgeschalteten Reinigungsstufe reinen Wasserstoff aus Ammoniak, das direkt in PEM-Brennstoffzellen von Fahrzeugen eingespeist werden kann.

Der AMMONPAKTOR-Reaktor erreicht beim Rückverwandlungsprozess von Ammoniak zu Wasserstoff einen Wirkungsgrad von 90 Prozent im Vergleich zu 70 Prozent bei herkömmlichen Technologien. Gegenüber konventionellen Reaktoren wurde eine Größenreduzierung um 90 Prozent erzielt. Der Crackreaktor der zweiten Generation für 25 kg/h Ammoniakzufuhr produziert 70 Kilogramm gereinigten Wasserstoff pro Tag und ist derzeit im Herstellungsprozess. Der Reaktor wird in das Fraunhofer-Leitprojekt AMMONVEKTOR eingebunden. Dort wird eine Gesamtstrategie von der dezentralen Erzeugung, über den Transport bis zur Nutzung von Ammoniak entwickelt.



Power auf statt unter der Haube

Solarzellen auf Motorhaube und Dach

Eine Motorhaube, überzogen mit einer farblich angepassten Folie aus integrierten Solarzellen: Dieses Exponat des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE entwickelte sich zu einem Besuchsmagneten der IAA Mobility 2023. »Power auf der Haube« schrieb der VDI Verlag auf seinem Portal »ingenieur.de«, »Forschende produzieren Solarstrom mit einer Motorhaube« stand in der Onlineausgabe von »Auto Bild«.

Die Herausforderungen, um die Solarzellen in die Motorhaube zu integrieren, waren die Fläche, die gebogene Form und der Untergrund aus Blech statt einer klassischen Rückseite aus Folie oder Glas. Die Forschungsteams des Fraunhofer ISE testeten verschiedene Solarzellen-Typen mit unterschiedlichen Materialkombinationen, um die vorhandene Fläche auf der Motorhaube möglichst gut zu nutzen und die Haftungseigenschaften zu prüfen. Danach wurden Prototypen mit unterschiedlichen Zell- und Verschaltungstechnologien intensiv im Labor getestet, um die elektrische Leistung, die Zuverlässigkeit und Haltbarkeit der Photovoltaik-(PV-)Motorhauben-Demonstratoren sicherzustellen. Die Laminierung der Oberfläche mit Folie führt zu einer texturierten Oberflächenstruktur, die farblich durch die am Fraunhofer ISE entwickelte Technologie MorphoColor® an die Fahrzeugfarbe angepasst werden kann. Die auf der IAA MOBILITY ausgestellte Motorhaube mit einer Nennleistung von 115 Watt verfügt über 120 PERC-Schindel-Solarzellen und ist in der Farbe MorphoColor® Grau gehalten.

Die Technologie kann auch auf Metalldächern von Autos aufgebracht werden und wäre zudem leichter als PV-Autodächer aus Glas. Dach und Motorhaube zusammengenommen, könnte die Solarreichweite eines E-Autos in einer sonnenreichen Stadt wie Freiburg 4000 Kilometer im Jahr erreichen. Bereits 2017 wurde in einer Studie des Fraunhofer ISE in Kooperation mit Speditionen ermittelt, dass ein Lkw-Dach in Europa 5000 bis 7000 Kilowattstunden jährliches Stromerzeugungspotenzial hätte. Die Technologie der auf Folie integrierten Solarzellen ist sowohl für E-Fahrzeuge als auch für Verbrenner geeignet.

Bezahlbare Gesundheit

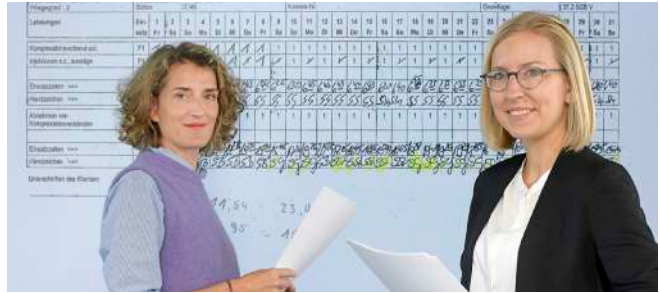


Arztbriefe verfassen mit Natural Language Processing (NLP)

Beim Arztbrief soll KI helfen

Rund 150 Millionen Arztbriefe werden pro Jahr in Deutschland unter hohem Zeitaufwand geschrieben. Dabei liegt ein Großteil der medizinischen Daten bereits in Textform vor. Die mühsame Auswertung und Weiterverarbeitung wird künftig durch Natural Language Processing (NLP), einer Kombination aus Algorithmen und Künstlicher Intelligenz (KI), erledigt. Das Verfahren extrahiert dafür Informationen aus Texten und stellt diese strukturiert zur Verfügung. Prozesse wie Qualitätssicherung, das Erstellen von Statistiken, klinische Entscheidungsunterstützungen und Abrechnungen lassen sich so einfach und schnell gestalten. Mit RightCoding (RICO) ist bereits eine Software des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS im Einsatz, die den Codierungs- und Abrechnungsprozess in vielen Krankenhäusern erheblich erleichtert. Auch der Arztbrief wird bald durch einen »Arztbrief-Generator« erzeugt. Schon 2024 will ein Team des Fraunhofer IAIS einen entsprechenden Prototyp für Entlassungsbriefe an der Universitätsmedizin Essen testen. Das Vorhaben ist Teil des Flagship-Projekts SmartHospital.NRW im Rahmen der Kompetenzplattform KI.NRW. Erforscht werden insbesondere Technologien der Text-, Sprach- und Signalverarbeitung.

Welche Möglichkeiten sich insgesamt für den medizinischen Bereich durch NLP ergeben, haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Fraunhofer IAIS im Whitepaper »Natural Language Processing in der Medizin« zusammengefasst. Aufgezeigt werden aktuelle Entwicklungen und Einsatzmöglichkeiten von KI in dokumentenbasierten Prozessen im medizinischen Bereich. Gesundheitsdaten zählen zu den derzeit am stärksten wachsenden Datenmengen. Gleichzeitig steht das Gesundheitswesen vor zahlreichen Herausforderungen wie Personalmangel, Kostendruck und einem »Information Overload«. Das aus der KI-basierten Automatisierung entstehende Potenzial gilt es nun gemeinsam mit den Institutionen des Gesundheitswesens auszuschöpfen – mit besonderem Blick auf das Wohl der Patientinnen und Patienten sowie auf die Entlastung von Arzt- und Pflegepersonal.



Mit KI gegen Abrechnungsbetrug im Pflegedienst

Abrechnungsbetrug bei der Pflege mit KI aufdecken

Abrechnungsbetrug im Gesundheitswesen verursacht jährlich Schäden von mehreren Milliarden Euro. Durch die Digitalisierung von Prozessen ergeben sich neue Möglichkeiten, Betrug systematisch zu entdecken – sei es in der Pflege, in Krankenhäusern oder der öffentlichen Verwaltung. Im Projekt PflegeForensik gingen Forschende des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern gemeinsam mit der Generalstaatsanwaltschaft Dresden und dem Kommissariat für Wirtschaftskriminalität der Polizeidirektion Leipzig gegen Abrechnungsbetrug im Pflegedienst vor. Die Partner schufen eine Softwarelösung, die mit Künstlicher Intelligenz (KI) bei den Ermittlungen unterstützt. Zunächst wurden mithilfe von Bildverarbeitung Algorithmen zum automatischen Einlesen und intelligenten Auswerten der Papierberge entwickelt. Diese können beispielsweise Unterschriften finden und den richtigen Personen zuordnen. Ein Vergleich der Touren- und Dienstpläne von Pflegediensten mit Abrechnungsdaten kann Hinweise auf Betrugsfälle liefern.

Um diese und weitere Auffälligkeiten zu finden und digital auszuwerten, haben die Forschenden gemeinsam mit den Anwendenden typische Ermittlungen in mathematische Modelle übersetzt. Zum Trainieren der KI-Algorithmen wurden mehrere Hundert Dokumente zunächst anonymisiert, und dann mit Eigenschaften manuell markiert. Auf dieser Datenbasis können dann KI-Algorithmen problembezogene Muster lernen. Die Lösung wurde so entwickelt, dass sie sich auch an neue Daten anpassen lässt bzw. nachgebessert werden kann. Einen Software-Demonstrator konnten Vertreterinnen und Vertreter von Strafverfolgungsbehörden, Justiz und Krankenkassen bei einem Workshop zum Projektabschluss 2023 ausprobieren. Die Arbeiten wurden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Programm »Forschung für die zivile Sicherheit« gefördert. Die Partner wollen das Projekt fortführen und idealerweise eine Produktivsoftware schaffen, die möglichst einfach zu bedienen ist und gleichzeitig gerichtsfeste Ergebnisse liefert.

Bezahlbare Gesundheit



Ein Digitales Ökosystem vernetzt viele Komponenten

Gesundheitsversorgung im ländlichen Raum

Im ländlichen Raum muss die ärztliche Versorgung neu gestaltet werden: Laut einer Studie der Robert-Bosch-Stiftung werden in Deutschland bis 2035 etwa 11 000 Hausarztstellen unbesetzt sein, fast 40 Prozent der Landkreise droht die hausärztliche Unterversorgung. Deswegen entwickelt das Fraunhofer-Zentrum für Digitale Diagnostik ZDD mit mehreren Fraunhofer-Instituten im Projekt Neighborhood Diagnostics ein digitales Ökosystem zur patientennahen Diagnostik und Unterstützung von Behandlungen im ländlichen Raum. Damit sollen Ärzte und Fachpersonal entlastet und frühzeitige Diagnosen mit einer guten Patientenversorgung ohne weite Anfahrtswege gewährleistet werden.

Alle medizinischen Daten sollen in einer digitalen Plattform zusammenfließen. Zu den Bestandteilen zählen Home Monitoring Devices, die z. B. den Blutdruck oder Blutzuckerspiegel messen, und Wearables – kleine Computersysteme wie Smart Watches, die direkt am Körper getragen werden. Diese Geräte übertragen ihre Messdaten mittels einer Neighborhood Diagnostics App auf die Plattform. Bei auffälligen Messwerten erfolgt eine Warnung. Mit solchen Applikationen wird das Ökosystem künftig in der Lage sein, Daten zu interpretieren, Diagnosen abzuleiten und Empfehlungen zu geben für Medikamente, Physiotherapien und weitere medizinische Leistungen.

Vollautomatisierte Gesundheitsstationen bilden eine wesentliche Säule des digitalen Ökosystems und übernehmen weitere Aufgaben von Arztpraxen und Gesundheitslaboren. Registrierte Patientinnen und Patienten erhalten unterschiedliche Testkits, z. B. für Nasen- oder Rachenabstrich oder für Kapillarblut und geben diese wieder ab. Die Tests in den Diagnosegeräten werden in der Station durch ausgeklügelte Robotik autonom durchgeführt und – sofern erforderlich – gekühlt gelagert. Je nach Krankheitsfall und Diagnose könnten die Ergebnisse direkt vor Ort, via App oder über den Arzt an Patientinnen und Patienten übermittelt werden. Die Erprobungsphase startet zunächst in der Modellregion Brandenburg mit dem Fokus auf der Versorgung chronisch Erkrankter. Das Konzept soll sukzessive auf ländliche Gegenden aller Bundesländer ausgeweitet werden.



Patientenmodelle helfen dem Gesundheitssystem

Damit Therapien optimal wirken

Per Klick zur richtigen Prävention, Diagnose und Therapie: Ein im Fraunhofer-Leitprojekt MED²ICIN entwickeltes System zur Entscheidungsunterstützung eröffnet neue Möglichkeiten für die Gesundheitswirtschaft.

Bisher liegen Patientendaten oft in unterschiedlichsten Systemen zeitlich und räumlich getrennt voneinander vor. Mit MED²ICIN entwickelte das Konsortium des gleichnamigen Fraunhofer-Leitprojekts ein System, das die Daten zusammenführt und Medizinerinnen und Mediziner in ihrer Entscheidungsfindung unterstützt. In Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Frankfurt am Main ließen die beteiligten Fraunhofer-Institute auch die Erfahrungen von praktizierenden Ärztinnen und Ärzten einfließen. Eine Online-Umfrage unter knapp 50 Gastroenterologinnen und Gastroenterologen aus Krankenhäusern und Praxen zeigt: Das Patientenmodell erfüllt die gesetzten Ziele. So sei zu erwarten, mit einem solchen System 23 Prozent der Kosten und 35 Prozent der Zeit bei der Behandlung einzusparen. Eine wirksame Begrenzung der Gesundheitsausgaben ist aufgrund der demographischen Entwicklung und des enormen Fachkräftemangels dringend notwendig. Nutzende können im digitalen Patientenmodell auf KI-basierte Analysen wie medizinische Fachpublikationen zugreifen und die Leitlinien für die Behandlung sowie die entstehenden Kosten der Behandlungsoptionen einsehen. Im Kohortenmodul werden die individuellen Patienteninformationen in Bezug zu Daten von ähnlichen Krankheitsverläufen gesetzt. So können Behandelnde identifizieren, in welchen Fällen welche Therapien optimal wirken. Sämtliche Informationen sind in einem übersichtlichen Dashboard dargestellt. Gegenwärtig treiben die Forschenden das Projekt auf europäischer Ebene mit finnischen Partnern voran. Auf Basis von 10 000 Patientendaten entwickeln sie das Modell so weiter, dass es in kommerziell genutzte Systeme eingebunden und im medizinischen Alltag genutzt werden kann.

Sicherheit und resiliente Gesellschaft



Für Notfälle wurden zentrale Bargeldbezugspunkte errechnet

Bargeldversorgung im Krisenfall

Die globale Polykrise der vergangenen Jahre hat deutlich gemacht, dass man auf einen plötzlichen Notfall wie einen umfassenden Stromausfall oder auch den Ausfall des IT- und Kommunikationsnetzes vorbereitet sein sollte – auch bei elektronischen Zahlungssystemen, die dann in der Regel nicht mehr funktionieren. Anfang 2023 veröffentlichte ein Verbund aus Wissenschaft und den wichtigsten Akteuren im Bargeldkreislauf ein Sicherheitskonzept mit Empfehlungen, wie der Bargeldkreislauf widerstandsfähiger gestaltet werden kann. Das Projekt »Resilienz der Bargeldversorgung – Sicherheitskonzepte für Not- und Krisenfälle (BASIC)« wurde durch das Brandenburgische Institut für Gesellschaft und Sicherheit (BIGS) koordiniert. Forschende der Arbeitsgruppe für Supply Chain Services des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS haben einen Optimierungsalgorithmus entwickelt, um zentrale Bargeldbezugspunkte in Deutschland zu bestimmen.

Die Forschenden bestimmten für gewisse Szenarien mit mathematischer Optimierung die optimale Bargeldbelieferung an Bezugspunkte, die im Krisenfall noch aufrechterhalten werden sollen. Beispielsweise sollten diese Bankautomaten oder -filialen mit Notstromaggregaten krisensicher ausgestattet werden. Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts lag darauf, die jeweiligen Not- und Krisenpläne aller Akteure des Bargeldkreislaufs zu harmonisieren und die Arbeitsprozesse, vor allem die der Geld- und Wertdienstleister, weiter abzusichern.

Projektpartner waren das Brandenburgische Institut für Gesellschaft und Sicherheit gGmbH (BIGS), die Bundesvereinigung Deutscher Geld- und Wertdienste e. V. (BDGW), die Cash Logistik Security AG sowie die Arbeitsgruppe für Supply Chain Services des Fraunhofer IIS. Das Konsortialprojekt erhielt eine dreijährige Förderung durch das Programm »Forschung für Zivile Sicherheit« der Bundesregierung sowie durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung.



Infrarotimager im Kleinsatelliten ERNST

Kleinsatellit detektiert Hyperschall-Flugkörper

Die erste Kleinsatellitenmission für die Bundeswehr soll im Juni 2024 in den erdnahen Orbit starten. Der Auftrag: den Start ballistischer Raketen oder hypersonischer Flugkörper im erdnahen Orbit früh zu erkennen.

Dafür entwickelten mehrere Fraunhofer-Institute unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI, den Nanosatelliten ERNST. Eine kryogen gekühlte Infrarotkamera ist das Herzstück des Kleinsatelliten von der Größe eines Bierkastens. Für eine effektive Frühwarnung zur Ermöglichung von Abfangmaßnahmen wird die Erdoberfläche in verschiedenen kurz- und mittelwelligen Infrarotbereichen beobachtet. Das vom Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB entwickelte Detektionskonzept kombiniert verschiedene Spektralbereiche, um die sich während ihrer Flugphasen ändernde Infrarotsignatur einer Rakete zu erkennen und nachzuverfolgen.

Für ERNST und seine Mission kombinierte und modifizierte das Fraunhofer EMI verfügbare Produkte aus dem »New Space« und dem wehrtechnischen Bereich mit Eigenentwicklungen. Eine Besonderheit ist die generativ gefertigte, bionisch anmutende optische Bank, auf der die Kamerakomponenten platziert sind. Unter anderem wurde ein dreidimensional strukturierter Radiator integriert, der die Hitze auf einer sehr viel kleineren Grundfläche ableitet als übliche Radiatorflächen. Für eine seiner Aufgaben ist der Kleinsatellit mit einer visuellen Kamera für die Georeferenzierung und einem vom Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT entwickelten Strahlungsmonitor ausgestattet. Dieser misst die Gesamtdosis der vom Satelliten empfangenen energetischen Strahlung sowie den Einfluss von Protonen und Neutronen durch unterschiedlich abgeschirmte Detektorelemente.

Wenn der Start von ERNST im Juni 2024 glückt, soll der Kleinsatellit nach erfolgreicher dreijähriger Mission auf die Erde zurückkehren, indem ein Bremssegel entfaltet wird. Damit soll eine nachhaltige Nutzung der Weltraumumgebung demonstriert werden.

Sicherheit und resiliente Gesellschaft



Hilfe bei der Bildauswertung von Drohnen

Automatisierte Bildauswertung für Drohnen

Unbemannte Luftfahrzeuge wie Drohnen spielen im Sicherheitsbereich, bei Rettungsmissionen und im Verteidigungsfall eine zunehmend wichtige Rolle. Für die Drohne LUNA, seit Jahren erfolgreich bei der Bundeswehr im Einsatz, realisiert das Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB seit 2005 mit dem System ABUL ein modulares Videoauswertesystem. Es wird kontinuierlich weiterentwickelt – auf Basis von Einsatzerfordernissen und mit aktuellen Forschungsergebnissen.

Die von den Drohnen aufgenommenen Videodaten werden über verschiedene Datenbindungstypen an die Bodenstationen gesendet und dort vom Einsatzpersonal ausgewertet. Für dessen Unterstützung, etwa bei mehrstündigen Beobachtungs- und Auswertungsaufgaben, wurde ABUL entwickelt. Das System verfügt über optimierte Echtzeitfunktionen wie Bildstabilisierung für die Onlineaufklärung. Mittlerweile wurden Funktionen auf der Basis von Künstlicher Intelligenz (KI) zur Detektion, Klassifikation und zum Tracking von Fahrzeugen, Personen und weiteren Objektklassen integriert. Funktionalitäten für Offline-Erkundungsmissionen wurden bereitgestellt, Bildmosaik ermöglichen eine verbesserte Weitergabe von Resultaten. Das Grundkonzept von ABUL besteht aus einem dualen Bildschirmsystem mit anpassbarer Benutzeroberfläche (GUI) für verschiedene Sensorsysteme. Auf dem ersten Bildschirm wird ein Fenster mit den Video-Streams aller Sensoren angezeigt. Es stellt zudem Steuerelemente für eine effiziente Navigation und Bildverarbeitung durch das Personal bereit. Der zweite Bildschirm zeigt ein Kartenfenster mit Auswertungsfunktionen. Neben der Multistream-Auswertung wird auch die kooperative Auswertung mehrerer Arbeitsplätze realisiert.

Neben der LUNA-Drohne der Bundeswehr ist das System ABUL bei der Schweizer Luftwaffe mit der neuen Aufklärungsdrohne ADS 15 im Einsatz. Zurzeit wird das System für den neuen Anwendungsbereich »Schutz von Infrastrukturen mit mastbasierten Kamerasystemen« optimiert.



Verdachtsfälle gegen Geldwäsche gezielt identifizieren

KI soll helfen, Geldwäsche effizienter zu identifizieren

Im Kampf gegen Geldwäsche werden Analyseverfahren eingesetzt, um Finanztransaktionen zu prüfen. Dabei werden in der Regel sehr viele Verdachtshinweise generiert, die alle individuell von speziell geschulten Analysten geprüft werden und an die zuständige Behörde, die Financial Intelligence Unit (FIU), gemeldet werden müssen. Die FIU erhielt 2022 und 2021 jährlich rund 300 000 Meldungen. Das Projekt MaLeFiz soll dies ändern und mit Methoden der KI und des Maschinellen Lernens die Geldwäschedetektion effizienter gestalten. Weniger fälschliche Verdachtshinweise entlasten in erster Linie die Analysten bei den Finanzinstituten. FIU und Strafverfolgungsbehörden profitieren indirekt von einem geringeren Meldeaufkommen.

Für eine gerichtliche Verwertbarkeit der Resultate von solchen KI-basierten Werkzeugen müssen diese bestimmte Voraussetzungen erfüllen. Insbesondere müssen die Entscheidungen einer KI nachvollziehbar sein (keine »Blackbox«-Entscheidungen) und die Grundlagen, warum eine Transaktion als verdächtig markiert wurde, transparent offengelegt werden. Entsprechend erforscht das Projektteam rechtliche und ethische Fragestellungen. Zum Beispiel entsteht ein Katalog mit Mindestanforderungen für KI-basierte Werkzeuge, die in grundrechtssensiblen Bereichen eingesetzt werden. Die Mindestanforderungen sollen u. a. sicherstellen, dass der rechtskonforme und vertrauenswürdige Einsatz von KI-basierten Werkzeugen im Rahmen einer Auditierung geprüft werden kann. Um die KI möglichst anwendungsnah zu realisieren und die Bedürfnisse der Anwendenden weitgehend zu berücksichtigen, führen die Projektpartner Interviews, Workshops und Tests mit Nutzerinnen und Nutzern durch. Die Ergebnisse fließen in einen Demonstrator ein, der vor allem in Banken getestet werden wird. Zum geplanten Projektabschluss im Herbst 2025 werden der Katalog mit Mindestanforderungen und weitere Projektergebnisse veröffentlicht. Beteiligt sind die Deloitte GmbH, das Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie SIT, die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, die Universität Leipzig und das Zentrum Technik und Gesellschaft der TU Berlin. Das Projekt MaLeFiz wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanziert.

Auszeichnungen

Fraunhofer-Forschungspreise

Fraunhofer-Preis »Technik für den Menschen und seine Umwelt«

Diesen Preis vergeben die Fraunhofer-Gesellschaft, die Fraunhofer-Zukunftsstiftung sowie die ehemaligen Vorstände, Institutsleitungen sowie diesen verbundene Fördernde der Fraunhofer-Gesellschaft. Er wird alle zwei Jahre an Forschungs- und Entwicklungsleistungen vergeben, die die Lebensqualität von Menschen verbessern oder für eine nachhaltigere Umwelt sorgen. 2023 beteiligte sich erstmals die Fraunhofer-Zukunftsstiftung an der Finanzierung dieser Auszeichnung, die mit 50 000 € dotiert ist. Die Fraunhofer-Zukunftsstiftung fördert Forschungsprojekte der Fraunhofer-Gesellschaft, die die Transformation zu einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise erleichtern und beschleunigen. Dabei orientiert sie sich an den Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen (SDGs).

Joseph-von-Fraunhofer-Preis

Seit 1978 verleiht die Fraunhofer-Gesellschaft jährlich den Joseph-von-Fraunhofer-Preis für herausragende wissenschaftliche Leistungen ihrer Mitarbeitenden, die anwendungsnahe Probleme lösen. Kriterien für die Auszeichnung mit dem Forschungspreis sind u. a. die Neuartigkeit des wissenschaftlich-methodischen Ansatzes, der Erkenntnisfortschritt und die Umsetzung der wissenschaftlichen Ergebnisse in die Anwendung. 2023 wurden drei Joseph-von-Fraunhofer-Preise mit jeweils 50 000 € vergeben.

Hugo-Geiger-Preis

Mit dem Hugo-Geiger-Preis zeichnet das Bayerische Wirtschaftsministerium hervorragende Promotionsarbeiten aus, die in Kooperation mit Fraunhofer-Instituten entstanden sind. Benannt ist der Preis nach dem Staatssekretär Hugo Geiger, der als Schirmherr der Gründungsversammlung der Fraunhofer-Gesellschaft am 26. März 1949 fungierte.

Fraunhofer-Preis »Technik für den Menschen und seine Umwelt« 2023

Satellitentechnologie: Nachhaltiger Wassereinsatz in der Landwirtschaft

Pflanzen zielgerichtet nach Bedarf zu bewässern, wird möglich dank einer neuartigen Satellitentechnologie. Sie detektiert aus dem Orbit Wärmestrahlung und misst die Landtemperatur. Damit lassen sich Rückschlüsse auf den Bewässerungszustand der Pflanzen ziehen. Geleitet durch die Gründungsidee der constellr GmbH entwickelten Forschende der Fraunhofer-Institute für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI und für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF sowie der Unternehmen constellr GmbH und SPACEOPTIX GmbH – beides Ausgründungen dieser Institute – die Infrarotkamera »LisR«, kurz für »Longwave infrared sensing demonstratoR«. LisR wurde 2022 erfolgreich auf der Internationalen Raumstation (ISS) getestet. Mit diesen Erkenntnissen plant constellr, eigene Satelliten in den Orbit zu bringen. Mithilfe der Satellitenkonstellation wäre es möglich, ab 2026 jährlich 180 Milliarden Tonnen Wasser und 94 Millionen Tonnen CO₂ einzusparen und die globale Ernte um bis zu vier Prozent zu steigern.



Cassi Welling, Dr. Henrik von Lukowicz,
Dr. Matthias Beier und Clemens Horch (v.l.)

Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2023

Mikrolautsprecher: Energieeffizienz für In-Ear-Kopfhörer

Künftig könnten intelligente In-Ear-Kopfhörer mit direkter Internetschnittstelle viele Smartphone-Funktionen ersetzen. Die Basis dafür legte ein Forschungsteam vom Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS: Die dort entwickelten Lautsprecher bestehen gänzlich aus Silizium, lassen sich kostengünstig über Mikroelektroniktechnologien herstellen und erreichen die geforderte Lautheit von 120 Dezibel ohne hohen Energiebedarf der Verstärkerschaltung. Möglich wird dies u. a. durch ein gänzlich neues Design des Lautsprechers. Die schallverdrängenden Elemente befinden sich erstmals senkrecht im Volumen des Siliziumchips. Zur Vermarktung der Lautsprecher wurde 2019 die Arioso Systems GmbH als Spin-off des Fraunhofer IPMS und der Forschungsarbeiten an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg gegründet. Die Ausgründung wurde im Sommer 2022 von der Bosch Sensortec GmbH übernommen, um Spitzenprodukte für den globalen Massenmarkt zu entwickeln.

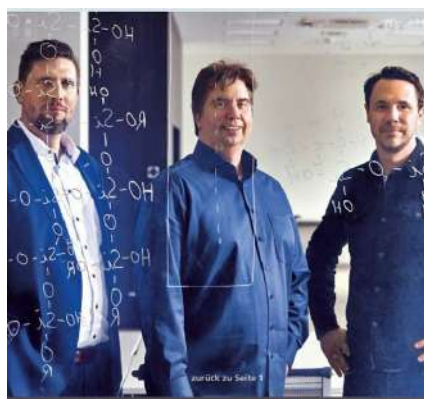


Dr. Sergiu Langa, Dr. Bert Kaiser und Dr. Holger Conrad (v.l.)

Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2023, EARTO Innovation Award

Gebäudedämmung: Nachhaltig und kostengünstig mit Aerogelen

Gebäudedämmung kann wesentlich zum Einsparen von CO₂-Emissionen beitragen. Herkömmliche Dämmstoffe wie Styropor basieren jedoch auf petrochemischen Quellen. Nils Mölders und Andreas Sengespeck vom Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT sowie Christoph Dworatzky von der PROCERAM GmbH & Co. KG gelang die massentaugliche Produktion eines nachhaltigen und kostengünstigen mineralischen Dämmstoffs auf Basis von Aerogelen. Innerhalb von nur sechs Jahren entwickelte das Team ein neuartiges Produktionsverfahren für Aerogele, das vollständig ohne umweltgefährdende Chemikalien auskommt – vom Labor bis in den vorindustriellen Maßstab. Die Herstellungskosten der Aerogele sanken um 70 Prozent, die Produktionszeit von mehr als zehn Stunden auf 4 Stunden. Im Oktober 2023 wurde das Projekt zudem mit dem Innovation Award der European Association of Research and Technology Organisations (EARTO) in der Kategorie »Impact Expected« ausgezeichnet.



Christoph Dworatzky, Andreas Sengespeck und Nils Mölders (v. l.)

Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2023

Audiotechnologie: Personalisierbare Hörerlebnisse in 3D

Ein Team des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS entwickelt ein Gesamtsystem, das von der Tonproduktion über die Übertragung bis hin zur Wiedergabe die gesamte Kette abdeckt. MPEG-H Audio umfasst Produktionswerkzeuge, Datei- und Übertragungsformate und neuartige Wiedergabeverfahren sowie Softwarelösungen für Integratoren. Ein Beispiel der zahlreichen Entwicklungen rund um MPEG-H Audio ist das immersive, objektbasierte Musikformat 360 Reality Audio des Elektronikonzerns Sony. Es findet sich schon heute bei vielen Streamingdiensten. Ein mit dieser Technologie produziertes Album erhielt 2023 sogar den Grammy für das beste immersive Album. Das MPEG-H Audio-System bringt die dreidimensionale Klangwelt auf immer mehr Wiedergabegeräte. Der dafür nötige Prozess unterscheidet die Technologie aus dem Fraunhofer IIS deutlich von anderen 3D-Soundsystemen: Statt ausschließlich klassische Tonspuren zu verwenden, wird in der Produktion mit Audioobjekten gearbeitet.



Adrian Murtaza, Harald Fuchs und Dr. Achim Kuntz (v. l.)

Hugo-Geiger-Preis 2023
Platz 1

Neues Material für Halbleiterspeicher

Dr. Maximilian Lederer entwickelte in seiner Dissertation mit dem Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS Verfahren für die Fertigung von Hafniumoxid. Damit lassen sich schnellere, energiesparende und sichere Arbeits- oder USB-Speicher und neuronale Netze für Künstliche Intelligenz realisieren. Da die ferroelektrischen Fähigkeiten des in der Halbleitertechnik verwendeten Materials Hafniumoxid (HfO_2) bisher nicht vollständig verstanden wurden, ließ es sich kaum zuverlässig in nichtflüchtigen Halbleiterspeichern (FeRAM) verwenden. Lederer untersuchte die kristalline Mikrostruktur des Materials mit neuen Methoden und fand heraus, welche Auswirkungen kleinste physikalische Prozesse, Abscheide- und Prozessbedingungen auf das ferroelektrische Schaltverhalten von HfO_2 haben. Auf dieser Grundlage entwickelte er neue Herstellungsprozesse, die Wachstum oder Zusammensetzung des Materials optimieren, wie die von ihm erstmals gezeigte feldinduzierte Kristallisation durch elektrische Spannung. Derzeit testet der Dresdner Chiphersteller Globalfoundries ferroelektrische Speicherbauelemente in einer Forschungs- und Entwicklungslinie.



Dr. Maximilian Lederer

Hugo-Geiger-Preis 2023
Platz 2

Effizientes 3D-Audio in bester Klangqualität

Dr. Sascha Dick leistet mit seiner Dissertation mit dem Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS einen Beitrag zur qualitativen und effizienten Übertragung und Verarbeitung von 3D-Audiosignalen. Nach zahlreichen Hörtest-Experimenten fand der Forscher heraus, dass sich die Genauigkeit der Lokalisierung von räumlich verteilten Schallquellen auch datenanalytisch bestimmen lässt. Sein daraus entwickeltes psychoakustisches Modell beschreibt, wie die räumliche Verteilung der Lautstärke von verschiedenen Schallquellen wahrgenommen wird. Auf dieser Basis können Quellen, die man nicht unterscheiden kann, zusammengefasst und um den Faktor zehn reduziert werden – bei weiterhin exzellenter Klangqualität. Dies erlaubt die Entwicklung effizienter Algorithmen zur 3D-Audio-codierung, die nicht nur die qualitative Konvertierung von Kinofilmen fürs Heimkino ermöglichen, sondern dank deutlich reduzierter Datenraten auch Echtzeitanwendungen im Virtual-Reality- und Gaming-Bereich. Durch ein intelligentes Zusammenfassen der Schallquellen lässt sich zudem die Sprachverständlichkeit und damit die akustische Barrierefreiheit verbessern.



Dr. Sascha Dick

Hugo-Geiger-Preis 2023
Platz 3

Neuer Ansatz für die Krebsfrüherkennung

Dr. Susann Allelein legte in ihrer Promotion mit dem Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie IZI die Grundlagen für einfachere Flüssigbiopsien zur schnelleren Diagnostik von Krebs durch extrazelluläre Vesikel. Dank Partikeln, die lange als Zellmüll galten, könnten Flüssigbiopsien aus Blut oder Urin künftig nachteilige Gewebebiopsien ablösen. Über die extrazellulären Vesikel in Körperflüssigkeiten tauschen Zellen Informationen über ihre Beschaffenheit und Bestandteile miteinander aus. Die Forscherin untersuchte in ihrer wegweisenden Dissertation, wie sie sich für die Früherkennung von Prostatakrebs nutzen lassen. Darin entwickelte sie neue Verfahren, um die etwa virengroßen Vesikel effizient zu charakterisieren und die relevanten darunter aus der Fülle aller Zellinformationspakete zu isolieren. Obwohl das untersuchte Prostatakrebs-spezifische Protein sich als ungeeigneter Marker herausstellte, schuf die Wissenschaftlerin wichtige Voraussetzungen für die weitere Forschung mit extrazellulären Vesikeln, deren Potenzial über die Krebsdiagnostik hinaus bis zur präzisen Therapieüberwachung und Entwicklung von Impfstoffen reicht.



Dr. Susann Allelein

Forschungswettbewerbe – national und international

Deutscher Logistik-Preis

Zusammen mit Dachser erhielt das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML den Deutschen Logistik-Preis der Bundesvereinigung Logistik (BVL) für die Entwicklung des Digitalen Zwillinges @ILO (Advanced Indoor Localization and Operations). Spezielle KI-basierte Algorithmen der @ILO-Software interpretieren die im Sekundentakt von Hunderten optischen Scaneinheiten an der Hallendecke erfassten Daten, um so alle Packstücke automatisch und unmittelbar zu identifizieren, zu lokalisieren und in Zukunft auch zu vermessen. Dabei wird mittels eines Digitalen Zwillinges ein komplettes, jederzeit aktuelles Abbild des Lagers und seiner Prozesse erstellt. Mitarbeitende erhalten diese Informationen übersichtlich auf mobilen Geräten und Displays angezeigt. Einzelne Prozessabläufe zwischen Wareneingang

und -ausgang beschleunigen sich zwischen 15 und 35 Prozent. So entfällt beispielsweise das händische Scannen von Barcodes oder die tägliche manuelle Inventur von Packstücken. Nahverkehrsfahrzeuge können z. B. morgens schneller mit der Warenauslieferung starten – das bringt den Fahrerinnen und Fahrern wertvolle Zeit im Berufsverkehr. Die Technologie wurde gemeinsam im Dachser Enterprise Lab entwickelt und

bereits in den Niederlassungen Unterschleißheim bei München und Öhringen bei Heilbronn implementiert. 2024 soll der Roll-out der neuen Technologie im ersten Schritt beginnen und dann sukzessive in den europäischen Niederlassungen erfolgen.

Stellvertretend für die FuE-Teams von Dachser und Fraunhofer freuen sich die Gewinner 2023



Technology Award

Das Förderprojekt secureAR gewann den Technology Award bei der Abschlusskonferenz des Programms »Zukunft der Wertschöpfung«, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. An der Entwicklung beteiligt ist das Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP. Das Konsortium schuf eine branchenübergreifende, cloudbasierte Serviceplattform mit offenen Industrieschnittstellen. Dazu gehört ein Assistenzsystem mit einer Datenbrille, deren OLED-Mikrodisplay am Fraunhofer FEP

entwickelt wurde. Die Ergebnisse basieren auf neuesten Forschungsergebnissen aus Computer Vision, Machine Learning und Datensicherheit. Die Serviceplattform erfasst Daten entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Planung über die Produktionsprozesse bis zur Wartung der Anlagen und ermöglicht eine orts- und situationsbezogene Bereitstellung und Visualisierung der Daten über das neuartige AR-Assistenzsystem. Als Beispielszenarien dienten industrielle Fertigungen bei Airbus und Siemens. Dazu wurde das AR-System in Schutzrüstungen integriert.



AR-Assistenzsystem, ausgestattet mit stromsparenden 720p OLED-Mikrodisplays



Prof. Dr. Karl Mandel (Fraunhofer ISC) und Dr. Oliver Höhn (Fraunhofer ISE) (v. l.)

Consolidator Grant des europäischen Forschungsrats

Der europäische Forschungsrat (European Research Council, ERC) vergibt mit den »Consolidator Grants« Förderungen von bis zu 2 Mio. € für 5 Jahre an vielversprechende Postdoc-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler. Zwei Fraunhofer-Wissenschaftler können ab 2024 ihre Vorhaben intensivieren: Prof. Dr. Karl Mandel, Universität Erlangen und Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC, will mit dem Projekt »SmartRust« Objekte in Materie verwandeln, die Umgebungseinflüsse wahrnehmen und mitteilen kann. Ziele von Mandel sind u. a., die Produktsicherheit und -zuverlässigkeit von Materialien zu gewährleisten, eine vorausschauende Wartung zu ermöglichen und komplexe Recycling-Zustände

von Materialien transparent zu machen. Dr. Oliver Höhn, Universität Freiburg und Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, wird im Projekt »PHASE« seine Forschung zu ressourcenschonenden, ultradünnen und höchsteffizienten Solarzellen vorantreiben. Unter anderem wird eine Plasmaätzanlage für Halbleitermaterialien der chemischen Hauptgruppen III und V finanziert. Bei PHASE soll das Konzept ultradünner Einfachsolarzellen auf Tandem-Solarzellen erweitert werden und der Materialaufwand für den ressourcenintensiven Halbleiterteil um eine Größenordnung reduziert werden. Für die aktuelle Ausschreibungsrunde des ERC hatten sich europaweit 2130 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beworben, knapp über 300 Consolidator Grants wurden vergeben.



Prof. Dr. Kathrin Adlkofer gründete Cellbox

Accelerator Award der EU-Kommission für Cellbox

Mit der Idee, biologisches Material erstmals lebend zu verschicken, wurde 2016 das Spin-off Cellbox aus der heutigen Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte Medizintechnik IMTE ausgegründet.

Die dort entwickelte Lösung, Zellen oder organoide Systeme lebend bei Außentemperatur und nicht wie bisher gefroren zu befördern, gewinnt an Relevanz: beispielsweise für die Behandlung von schwer Erkrankten mit Zelltherapien (CAR-T- oder ATMP-Therapien) oder für Alternativen zu toxikologischen Tiertests in der Medikamentenentwicklung. Für den Transport, etwa von der Klinik ins Labor oder von Biotechnologie- zu Pharmafirmen mussten die Zellen bzw. das Gewebe bislang in flüssigem Stickstoff eingefroren werden. Dies kann die empfindlichen Zellen schädigen. Mit Cellbox steht erstmals ein Transport-System für eine Konservierung ohne Einfrieren zur Verfügung. Das

derzeit 15-köpfige Team von Cellbox verkauft den transportablen Zellinkubator weltweit, die Kunden kommen aus Deutschland, Europa, den USA und Asien mit Schwerpunkt China. 2023 wurde die Fraunhofer-Ausgründung mit dem »Accelerator Award« des European Innovation Council, einer Fördersäule des EU-Rahmenprogramms Horizon Europe, ausgezeichnet: Enthalten sind 2,5 Mio. € Basisfinanzierung. Darüber hinaus besteht die Option, die Summe in den nächsten Jahren 10 Mio. € Eigenkapital zu spiegeln. Das Spin-off will zusammen mit einer Reihe weiterer Fraunhofer-Institute die Cellbox u. a. für den Markt der therapeutischen Zelltherapien (ATMP) weiterentwickeln.

EIT Digital Challenge 2023

Ein Beispiel für den Transfer von Digitalisierungstechnologien in den breiten Markt ist die Ausgründung Threedy des Fraunhofer-Instituts für Graphische Datenverarbeitung IGD. Threedy hatte bereits 2022 den Fraunhofer-Gründerpreis erhalten. 2023 wurde es beim Wettbewerb »Digital Challenge 2023« des Europäischen Innovations- und Technologieinstituts (EIT) unter die europaweit zehn spannendsten Scale-up-Ausgründungen gewählt. Dies sind Gründungen mit einem besonders schnellen Wachstum. Das Produkt von Threedy, instant3Dhub, ist eine Plattform für Visual Computing in industriellen Prozessen. Die Idee zur Ausgründung kam der Forschungsgruppe 2015 mit

dem Auftrag eines deutschen Automobilkonzerns. Die Kunden von Threedy sind meist Unternehmen aus der Automobilindustrie oder dem Maschinenbau. Mit instant3hub stellt sie allen beteiligten Bereichen in jedem Prozessschritt unkompliziert und in Echtzeit 3D-Daten zur Verfügung. Dies vereinfacht Prozesse, spart signifikant Zeit und hebt das Qualitäts- und Fehlermanagement auf ein neues Level.

Neben den zentralen Unterstützungsangeboten für gründungsinteressierte Mitarbeitende fördert das Fraunhofer IGD Ausgründungen zusätzlich. Ziel ist es, den Transfer von der Forschung in die Praxis und von Anwendenden zurück in die Forschung zu intensivieren.

Christian Stein, Dr. Johannes Behr, Maik Thöner und Sascha Räsch gründeten Threedy (v. r.)



Otto von Guericke-Preis

Für ihre Lösungsansätze zur Lackiertechnik erhielten Franz Balluff und Thomas Hess vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA den Otto von Guericke-Preis 2023. Die Ingenieure untersuchten hochpräzise und selektive Lackierprozesse zum neuartigen Verfahren des »Digital Painting«. Dabei werden Einzeltropfen genutzt, um Komplettbeschichtungen zu realisieren und um Linien, Flächen oder Logos

randscharf und nahezu oversprayfrei zu erzeugen. Das Team untersuchte Lackeigenschaften zur Tropfenerzeugung und erarbeitete Vorgaben für Lacke und Düsen bei Mehrfarblackierungen, verbunden mit selektivem Korrosionsschutz und vollständiger Overspray-Vermeidung. Eine Toolbox für Lackhersteller und Lackierbetriebe fasst die Erkenntnisse zusammen. Digital Painting könnte in der Anwendung zu enormer Ressourcenschonung und Kostenersparnissen

führen, da weniger Abklebe- und Säuberungsarbeiten notwendig werden. Der mit 10 000 € dotierte Wissenschaftspreis wird seit 1997 von der AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e.V. verliehen. Ausgezeichnet werden besondere Innovationsleistungen der vorwettbewerblichen Industriellen Gemeinschaftsforschung, die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz mit öffentlichen Mitteln gefördert werden.



Thomas Hess und Franz Balluff vom Fraunhofer IPA (3. und 4. v. l.), erhielten die Auszeichnung für nachhaltige Lackierprozesse

Sustainable Award in Automotive

Die Unternehmensberatung Arthur D. Little verlieh in Kooperation mit den Fachzeitschriften für Automobil- und Motortechnik des Springer-Verlags 2023 zum dritten Mal den »Sustainability Award in Automotive«. In der Kategorie »Technology: Full Vehicle« wurde die EDAG Engineering GmbH für ein modulares Fahrzeugkonzept ausgezeichnet. Das Konzept geht auf eine Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU zurück. Ziel des gemeinsamen Projekts war die Entwicklung einer Fahrzeugplattform für E-Autos, die langlebig ist und Schutz beim Aufprall bietet. Durch die Konzeption eines modularen Fahrzeugkonzepts können einzelne Fahrzeugkomponenten ausgetauscht und andere mehrfach wiederverwendet werden. Die Jury hob hervor, dass damit die Lebensdauer des Fahrzeugs erhöht werde.

Wissenschaftspreis für Operations Research

Alle zwei Jahre vergibt die Gesellschaft für Operations Research (GOR) einen Wissenschaftspreis. 2023 ging die Auszeichnung an Prof. Dr. Anita Schöbel, Leiterin des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM und Professorin an der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau. Das Spezialgebiet Operations Research liefert mathematische Modelle für Entscheidungsfindungen. Schöbel betonte, sie wolle die Methoden in Gesellschaft, Politik und Wirtschaft noch bekannter machen. Die Verteilung von Energie oder die Planung von Mobilität seien Herausforderungen, zu denen Operations Research beitragen könne.



Prof. Dr. Anita Schöbel



Prof. Dr.-Ing. Peter Liggesmeyer

Deutscher Preis für Software-Qualität

Der Deutsche Preis für Software-Qualität 2023 (DPSQ23) wurde im Juni an Prof. Dr.-Ing. Peter Liggesmeyer verliehen. Der Leiter des Fraunhofer-Instituts für Experimentelles Software Engineering IESE und Inhaber des Lehrstuhls für Software Engineering am Fachbereich Informatik der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau beschäftigt sich mit den Themen Safety, Security, Reliability und Availability, insbesondere im Bereich autonomer Systeme. Der Deutsche Preis für Software-Qualität wurde bereits zum dritten Mal vom Arbeitskreis Software-Qualität und -Fortbildung (ASQF), einer Fachgruppe der Gesellschaft für Informatik (GI-TAV), sowie vom German Testing Board (GTB) verliehen.



Vibroakustische Metamaterialien bewirken ein deutlich verbessertes Schwingungsverhalten und sind vielseitig einsetzbar

Beste eingereichte Idee der »INNOspace Masters«

2023 wurde die Technologie der vibroakustischen Metamaterialien (VAMM-Technologie) des Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigung und Systemzuverlässigkeit LBF als beste Idee einer Forschungsorganisation seit Bestehen des »INNOspace Masters«-Wettbewerbs 2015 ausgezeichnet. Mehrfach konnte sich das Fraunhofer LBF im Lauf der Jahre unter den drei bestplatzierten Teams behaupten. Zum Beispiel bauten die Fraunhofer-Forschenden seit 2017/18 mit den Projektpartnern MT Aerospace und OHB-System AG drei Weltraumdemonstratoren. Dabei wurden die Belastungen beim Start von Trägerraketen berücksichtigt und die Weltraumtauglichkeit

der Materialien aufgezeigt. Die Forschungsergebnisse des Projekts »Silent Running« zeigten, dass der Einsatz von VAMM im Weltraum realisierbar ist und dass die Technologie neue Möglichkeiten für Leichtbau und Schwingungsreduktion bietet. VAMM tragen nicht nur zu Leichtbaulösungen in der kostenintensiven Raumfahrt bei. Sie helfen auch dabei, dass optische Aggregate nicht von Mikroschwingungen beeinträchtigt werden und störungsfrei funktionieren können. Mit Metamaterialien wird ein in der Natur nicht auftretendes Materialverhalten erzeugt. Neben optischen und elektromagnetischen Metamaterialien können solche Werkstoffe auch zur Lärm- und Schwingungsminderung eingesetzt werden.

Rising Digital Award für Spin-off Logistikbude

Zum zweiten Mal zeichnete das Dortmunder IT-Unternehmen Conciso Start-ups aus, die mit Digitalisierung neue Benefits erzeugen. Dabei konnte sich die Ausgründung Logistikbude des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML gegen viele hochkarätige Start-ups durchsetzen. Das Unternehmen organisiert für Unternehmen deren Management von Paletten, Behältern und diversen weiteren Mehrweg-Objekten. Auf Basis einer webbasierten Lösung und von Schnittstellen wird so Transparenz über Bestände und Ströme geschaffen und Abstimmungsprozesse werden automatisiert. Durch diese Digitalisierung des Mehrweg-Managements sind enorme Ressourceneinsparungen möglich: laut Angaben von Logistikbude bis zu 80 Prozent beim Personal, bis zu 40 Prozent beim Nachkauf und bis zu 20000 Tonnen CO₂-Emissionen. Das junge Unternehmen erhält 30000 € Preisgeld und wurde für einige Monate beim Geschäftsausbau durch Mentoring unterstützt.



Das Gründerteam: Jan Möller, Dr. Philipp Hüning, Patrik Elfert und Michael Koscharnyj (v.l.)



Bundesverkehrsminister Volker Wissing verlieh den Deutschen Mobilitätspreis an Dr. Claus Doll (Fraunhofer ISI), Nina Rösner (takomat GmbH) und Michael König (KIT) (v.l.)

Deutscher Mobilitätspreis

Das Forschungsprojekt MobileCityGame mit dem Simulator MobileCity-App wurde in der Rubrik »Digital Transformation & Data Driven Mobility« des Deutschen Mobilitätspreises gewürdigt. Die App macht komplexe Zusammenhänge in Verkehrssystemen spielerisch verständlich und dient als Anschauungsobjekt für Mobilitätsmodelle, etwa in der Lehre oder für Beteiligungsprozesse. Darüber hinaus entstand ein professionelles Simulationstool für Forschung und für die kommunale Mobilitätsplanung, um nachhaltige und finanziell tragfähige Mobilitätssysteme zu entwickeln. Die App basiert auf unterschiedlichen Simulations- und Analysemodellen,

Expertenwissen und Daten der Stadt Karlsruhe. Sie ist die weltweit einzige App, bei der ein vollständiges Verkehrsmodell lokal auf digitalen Endgeräten läuft. Im Folgeprojekt CarGoNE-City will das Konsortium die Simulation auf die urbane Logistik erweitern und auf drei europäische Städte übertragen. Seit dem Wintersemester 2023/24 wird die App in einem Seminar am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) genutzt. Das 30-köpfige Projektteam bestand aus Forschenden der Fraunhofer-Institute für System- und Innovationsforschung ISI, für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, dem KIT und der takomat GmbH. Der Mobilitätspreis wird jährlich vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr verliehen.

Menschen in der Forschung



»Die Transformation des Energiesystems wird sich in den nächsten zwei Jahrzehnten im Wesentlichen auf heute weitgehend bekannte Technologien stützen.«

Prof. Dr. Mario Ragwitz

Co-Leitung der Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG |
 Professor für Integrierte Energieinfrastrukturen an der BTU Cottbus-Senftenberg |
 Teilzeit-Professor am Robert Schuman Centre for Advanced Studies, Europäisches Hoch-
 schulinstitut der EU | Honorarprofessor an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Technologien für die Transformation

Das Lob könnte größer kaum ausfallen: »Dass ich Mario Ragwitz eingestellt habe, war die beste Tat, die ich für Fraunhofer vollbringen konnte«, urteilt sein erster Chef am Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Prof. Harald Bradtke. 2002 wechselte Dr. Mario Ragwitz vom Max-Planck-Institut für die Physik komplexer Systeme ans Fraunhofer ISI. Damit brachte er die neuesten Erkenntnisse der mathematischen Chaostheorie zur Modellierung von klimaneutralen Energiesystemen. Heute ist Ragwitz einer der Energiesystemexperten Deutschlands. Was treibt ihn an?

»Für unsere Überlebensfähigkeit müssen wir die Auswirkungen des Klimawandels reduzieren. Deshalb ist die Transformation des Energiesystems unumgänglich.« Als sich der Physiker für eine Bewerbung bei Fraunhofer entschied, war es ihm wichtig, dass seine Forschung Wirkung erzeugen kann und umgesetzt wird – angewandte Forschung eben. 2023, 21 Jahre später, leitet Prof. Mario Ragwitz gemeinsam mit Prof. Rolf Bracke die Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG. Seit 2020 ist er Sprecher des Fraunhofer-Wasserstoff-Netzwerks, seit 2019 koordiniert er das Fraunhofer Cluster of Excellence Integrated Energy Systems CINES. Neben der deutschen Bundesregierung berät er die Europäische Kommission und das Parlament der EU, den Deutschen Bundestag, die Weltbank, Regierungen anderer Staaten und natürlich Unternehmen.

Ein wichtiger Schritt für den wissenschaftlichen Erfolg und das Vertrauen in die Verlässlichkeit und Robustheit seiner Modellierungen sei eine Studie von 2004 für die EU-Kommission gewesen, erzählt Ragwitz. In »FORRES 2020: Analysis of

the Renewable Energy Sources' Evolution up to 2020« wurde bereits analysiert, dass die EU es ohne weitere Anstrengungen nicht schaffen werde, ihr Ziel beim Anteil erneuerbarer Energien an der Energieversorgung bis 2020 zu erreichen. In der Folge trug der Physiker u. a. dazu bei, die EU-Ziele für erneuerbare Energien für 2020 und 2030 abzuleiten, er war auch beteiligt an der Evaluierung und Weiterentwicklung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes in Deutschland.

Von welchen Technologien hängt es ab, dass Deutschland die energetische Transformation schnell und auch sicher schafft? Vom Ausbau eines flexiblen Energienetzes über die Sektoren Strom, Gas, Wärme und Mobilität hinweg? Vom Aufbau der Wasserstoffwirtschaft, einschließlich Elektrolyseuren und Umrüstung der Gasleitungen? Von Speichertechnologien wie Erdbecken-Wärmespeicher und von der Hochskalierung der Wärmepumpen auf Megawattstunden-Kapazität? Oder vom Ausbau der Geothermie, in der Tiefe und oberflächennah, je nach Eignung? Fragen über Fragen, und die klingen nach viel zu vielen Unbekannten. Mario Ragwitz kontert: »Die Transformation des Energiesystems wird sich in den nächsten zwei Jahrzehnten im Wesentlichen auf heute weitgehend bekannte Technologien stützen, die ihre grundsätzliche Funktionstüchtigkeit erwiesen haben.« Wer das sehen will, kann es sich an den Standorten der Fraunhofer IEG, gelegen in den (ehemaligen) Braunkohlerevierern, zeigen lassen. Ragwitz geht davon aus, dass für Deutschland bei einer Verdoppelung des Strombedarfs bis 2035 ein Anteil von 90 Prozent aus erneuerbaren Energieträgern erreichbar ist – zu vertretbaren Kosten. »Ich bin zuversichtlich, dass wir binnen eines Jahrzehnts ein Preisniveau stabilisieren können, das unter Berücksichtigung der CO₂-Emissionsabgaben Wettbewerbsfähigkeit erlaubt.«

Prof. Dr. Liliana da Silva Ferreira

Informatikerin | Vorstandsmitglied der Associação Fraunhofer Portugal Research |
Leiterin des Fraunhofer Center for Assistive Information and Communication
Solutions AICOS in Porto | eingeladene ordentliche Professorin an der Faculdade de
Engenharia da Universidade do Porto

Rückkehr zu exzellenten Forschungsbedingungen

Sie war von 2017 bis Ende November 2023 die Chefin der inzwischen größten selbstständigen Fraunhofer-Auslandsgesellschaft in Europa: der Associação Fraunhofer Portugal Research oder kurz Fraunhofer Portugal. Seit 2008 wurde unter dem Dach des neu gegründeten Vereins Fraunhofer Portugal das erste Center for Assistive Information and Communication Solutions AICOS in ihrer Geburtsstadt Porto aufgebaut, schon 2011 kam die Informatikerin als »Senior Scientist« dazu. Liliana da Silva Ferreras Promotion über automatisierte Informationsextraktion für medizinische Berichte passte sehr gut in die Thematik der neuen Einrichtung. Damals wie heute ist das Thema hochaktuell. Die Verarbeitung natürlicher Sprache (Natural Language Processing, NLP) ist ein Teilbereich der Künstlichen Intelligenz (KI). Während sich NLP auf die Analyse von natürlicher Sprache durch Computer bezieht, können inzwischen mit generativer KI wie ChatGPT menschenähnliche Inhalte erzeugt werden.

2016 nahm die Sprachmodelliererin das Angebot eines Industriekonzerns an und zog mit ihrer Familie und den damals kleinen Kindern in die Niederlande. Bei ihrem Engagement auf der anderen Seite des Entwicklungs- und Transfergeschehens ist ihr bewusst geworden: »Erst als ich aufseiten der Industrie in der Entwicklung gearbeitet habe, ist mir klar geworden, dass wir am Fraunhofer AICOS bereits auf wissenschaftlich höchstem internationalem Niveau und gemeinsam mit Top Playern der Industrie unterwegs waren.« Diese Erkenntnis treibe sie bis heute an. 2017 kehrte sie mit ihrer Familie zurück – nach Porto und zu Fraunhofer. Anlass waren die Pläne des portugiesischen Forschungsministeriums, ein weiteres Fraunhofer Center aufzubauen. Themen sollten Wasser- und Ressourcenmanagement sein. In Portugal wie in ganz Südeuropa bleibt wenig Zeit, um Lösungen zu finden, denn Bevölkerung wie Wirtschaft leiden hier bereits enorm unter den Folgen des Klimawandels: Eine Ministerialbeamtin, mit der Liliana da Silva Ferreira über den

portugiesischen Grundfinanzierungsanteil verhandelte, hatte im Dezember 2017 – eigentlich eine Jahreszeit, um die zahlreichen portugiesischen Speicherseen aufzufüllen – mehrere Wochen lang kein fließendes Wasser in ihrem Haus. Für den Ausbau des zweiten Fraunhofer Portugal Center holte Liliana da Silva Ferreira einige Partner an Bord, vor allem die »National Foundation of Science and Technology« in Portugal sowie die Universitäten Évora und Trás-os-Montes e Alto Douro. Zudem galt es, Mittel für Ausstattung und Infrastruktur für das Center for Advanced Water, Energy and Resource Management aufzubringen.

Mit dem Schritt zur Vorstandsvorsitzenden der Associação Fraunhofer Portugal Research wechselte Liliana da Silva Ferreira 2017 endgültig von der Wissenschaft ins Forschungsmanagement. Bei der erfolgreichen Evaluation von Fraunhofer AICOS im Oktober 2023 konnte sie überzeugende Zahlen präsentieren: Die externen Projekterträge wuchsen von 1,91 Mio. € im Jahr 2018 auf für 2023 prognostizierte 3,84 Mio. €. Das Fraunhofer AICOS war seit seiner Gründung an 19 EU-Projekten beteiligt, unterhält Partnerschaften mit über 400 Organisationen in 37 Ländern und erhielt 18 Patente von bislang 38 Patentanmeldungen. Für ihr langjähriges Engagement in verschiedenen Positionen wurde die Chefin von Fraunhofer Portugal 2023 beim internen »International Day« mit dem Fraunhofer-Taler ausgezeichnet.

Ende 2023 gab Liliana da Silva Ferreira das Amt als Vorsitzende des Vorstands ab, sie bleibt Vorstandsmitglied und kümmert sich künftig wieder verstärkt als Leiterin um die Belange von Fraunhofer AICOS. Den Vorstandsvorsitz der Associação Fraunhofer Portugal Research übernahm ihr Nachfolger Pedro Almeida. Liliana da Silva Ferreira kehrt gern in ihr früheres Aufgabenspektrum zurück. Denn dort kann sie als Informatikerin mit ihrem Team digitale Anwendungen realisieren, die der Menschheit nützen. Getreu dem Motto: »Proposing Futures. Impacting Lives.«

»Erst als ich aufseiten der Industrie in der Entwicklung gearbeitet habe, ist mir klar geworden, dass wir am Fraunhofer AICOS bereits auf wissenschaftlich höchstem internationalem Niveau und gemeinsam mit Top Playern der Industrie unterwegs waren. Diese Erkenntnis treibt mich bis heute an.«





»Mit transdisziplinärer Forschung wird es nicht nur gelingen, eine Nachhaltigkeitstransformation in der Gesellschaft zu erreichen, sondern auch zukünftig mehr junge Menschen für Ingenieurstudien mit sozialwissenschaftlichen Inhalten zu gewinnen.«

Dr. rer. sust. Dominik Spancken

Schlosser | Dipl.-Ing. Maschinenbau | Kunststofftechnik M. Eng.

Der erste »Dr. rer. sust.«

Premiere in Deutschland: Erstmals wurde der Titel »Dr. rer. sust.« verliehen. Und der erste »Doctor rerum sustinentium« ist Dominik Spancken, Teamleiter für Ressourceneffiziente Composite am Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF. Bundesweit ist die Hochschule Darmstadt bisher die Einzige, die den Dokortitel der Nachhaltigkeitswissenschaften verleiht. Spancken verteidigte seine Dissertation im Juli 2023, im November erschien die Veröffentlichung. Der Ingenieur untersuchte, wie sich konventionelle Kunststoffe in sogenannter Weißer Ware, z. B. in Geschirrspül- oder Waschmaschinen, durch Recycling-Kunststoffe ersetzen lassen. Als Demonstrator wählte er den Basisträger solcher Maschinen – Bauteile, die für die Endverbraucherinnen und -verbraucher hinter den Verkleidungen nicht sichtbar sind, die aber stark beansprucht werden. Die Potenziale sind beeindruckend: Wenn der ganze Basisträger mit seinem Gewicht von zwei Kilo aus Rezyklat-Kunststoff statt aus neu produziertem Kunststoff hergestellt wird, könnten bei einer Produktion von rund drei Millionen Spülmaschinen jährlich 2500 Tonnen Rohöl oder 7800 Tonnen CO₂ eingespart werden. Außer den Möglichkeiten analysierte Spancken auch die Hemmnisse für die Industrie, auf nachhaltigere Kunststoffe umzusteigen. Hierzu zählen derzeit teils noch leicht höhere Kosten für Recycling-Kunststoffe auf der einen, die zurzeit noch bessere und verlässlichere Verfügbarkeit konventioneller Kunststoffe auf der anderen Seite. Doch Spancken ist überzeugt, dass ein Umdenken möglich ist: »Mit transdisziplinärer Forschung wird es nicht nur gelingen, eine Nachhaltigkeits-transformation in der Gesellschaft zu erreichen, sondern auch zukünftig mehr junge Menschen für Ingenieurstudien mit sozialwissenschaftlichen Inhalten zu gewinnen.«

Sich eigene Wege zu erschließen, hat Dominik Spancken früh gelernt. Sein Weg zum »Dr. rer. sust.« begann mit der Schlosserlehre, führte übers Fachabitur zum Maschinenbaustudium. Die lange Strecke kennt er gut vom Marathon-Training. Unterstützt hat ihn sein berufliches Netzwerk. Prof. Dr. Andreas Büter, Abteilungsleiter am Fraunhofer LBF mit Lehraufträgen an der Hochschule Darmstadt und an der RWTH Aachen University, hatte Spancken zunächst als Student, ab 2011 als Wissenschaftler für das Fraunhofer LBF gewonnen – und betreute die Promotion. Mit dem Kunden BSH – Bosch Siemens Haushaltsgeräte wurden 2020 mehrere Anwendungsbezüge erwogen. Der Durchbruch war sportlich: »Freitags entwickelten wir die Idee mit den Rezyklaten in Weißer Ware. Montags standen Plan und Konzept – dienstags ging's los!« Die Robert Bosch GmbH und BSH stellten 150 000 € für Materialuntersuchungen im Rahmen der Promotion zur Verfügung. Derzeit arbeitet Dominik Spancken im Auftrag der Robert Bosch GmbH an Materialdatenbanken, um Produktentwicklungen effizienter und zuverlässiger zu gestalten.

Wie sieht der Marathonläufer sein Ziel? Langfristig möchte Spancken selbst Ingenieurwissenschaften enger mit den Sozial- und Kulturwissenschaften verknüpfen und dies in der Lehre vermitteln. Wirtschaft und Konsumierende müssten ein Bewusstsein für verbrauchte Ressourcen entwickeln, davon ist der Kunststoff-Experte überzeugt, und dazu gehörten auch Fragen nach wirklichen Bedürfnissen, Kosten oder Makellosigkeit. Rückenwind auf Spanckens Weg gibt es: Der Verordnungsentwurf der EU-Kommission sieht vor, dass ab 2030 im Automobil 25 Prozent Rezyklate eingesetzt werden sollen.

Katrin Klug

Data Scientist | Business Analytics M. Sc. | International Business B. A. |
Marketing and Commercial Distribution B. Sc.

Einstieg zur generativen KI

Von den Wirtschaftswissenschaften in der Luftfahrt an einen Hotspot der Generativen Künstlichen Intelligenz: Katrin Klug arbeitete bis 2020 als Data Scientist bei Germanwings & Eurowings und bei der International Air Transport Association in Montreal. Mit Anwendungen und Lösungen rund um Datenanalyse beschäftigte sie sich bereits in ihrer Masterarbeit an der Hochschule Düsseldorf. Hier entwickelte sie für die Eurowings Technik GmbH ein KI-Prognosemodell, das Verspätungen und Flugausfälle vorhersagt und damit das Flottenmanagement effektiv unterstützt. Es hat sich gelohnt: Katrin Klug erhielt 2020 dafür einen Sonderpreis. Der Verein der Förderer des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften der Hochschule Düsseldorf e. V. lobte die herausragende Relevanz bei der praktischen Umsetzung.

Im gleichen Jahr bewarb sich die Datenwissenschaftlerin am Fraunhofer IAIS. Dort bestand Klugs erste Aufgabe darin, den Wissens- und Technologietransfer für Künstliche Intelligenz (KI) voranzubringen. Dafür baute sie einen Blog zu Maschinellen Lernen (ML) und Künstlicher Intelligenz (KI) auf: Im »ML-Blog« schreiben Forschende der Fraunhofer-Institute für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS und für Materialfluss und Logistik IML sowie der Universität Bonn und der Technischen Universität Dortmund unter dem gemeinsamen Dach des Lamarr-Instituts. Für die Öffentlichkeit und für Unternehmen erläutern sie das Innovationspotenzial von KI in der Robotik und illustrieren, was sich hinter generativer Künstlicher Intelligenz (GenAI) verbirgt oder wie man diese nutzen kann. So anschaulich, dass u. a. »heise« darüber berichtete.

Mittlerweile begleitet Katrin Klug Unternehmen beim Einstieg in die KI – vom Erproben von Forschungsergebnissen bis hin zum erfolgreichen Einsatz. Dafür entwickelte sie das

Kooperationsformat »GenAI Campus« am Fraunhofer IAIS. Mitarbeitende aus Unternehmen arbeiten hier mehrere Tage lang eng mit den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zusammen. Gemeinsam tauchen sie tief ein in Grundlagenwissen und Anwendungspotenziale von generativer KI. Ziel ist es, konkrete Use Cases mit den Unternehmen zu entwickeln und verschiedene Foundation-Modelle oder KI-Sprachmodelle direkt zu testen. Am Ende steht dann ein Proof of Concept. Im besten Fall schließt sich daran eine gemeinsame Technologieentwicklung an. Diskutiert werden im GenAI Campus darüber hinaus Fragen rund um die Vertrauenswürdigkeit von KI – Stichwort Black Box – bis hin zu Limitationen der KI – Stichwort Halluzinieren.

»Wir zeigen, wie gut Künstliche Intelligenz den Alltag erleichtern kann. Mit unserer Unterstützung können die Unternehmen sehr schnell in die neuen Technologien eintauchen, sie ausprobieren und ihren Nutzen und die Tauglichkeit für ihre Anwendungsfälle einschätzen. Sei es ein Formularassistent für die Verwaltung, ein Analysetool für die Finanzbranche oder ein intelligentes Beschaffungs- und Angebotsmanagement«, sagt die KI-Expertin, Projektleiterin und Dozentin im Schulungsprogramm der Fraunhofer-Allianz Big Data AI.

Zurzeit arbeitet Katrin Klug im KI.NRW Flagship-Projekt Smart-Hospital.NRW mit an der automatisierten Erstellung von Arztbriefen mittels generativer KI (siehe S. 52). Rund 150 Millionen Arztbriefe werden pro Jahr in Deutschland geschrieben. Das kostet Zeit, die an anderer Stelle fehlt. »Studien gehen davon aus«, sagt Katrin Klug, »dass das ärztliche Personal in Krankenhäusern drei Stunden täglich für administrative Tätigkeiten aufbringen muss. Drei Stunden, die für Patientinnen und Patienten genutzt werden könnten und in denen die generative KI übernehmen kann.«



»Wir zeigen, wie gut Künstliche Intelligenz den Alltag erleichtern kann und wie viele Potenziale sich damit freisetzen lassen. Dies gemeinsam mit Unternehmen zu entdecken, macht mir sehr viel Spaß.«

»Die Herausforderung, das verschmolzene radioaktive Material in Tschernobyl sicher zu zerkleinern, um es für eine Zwischenlagerung zu sammeln, wurde bisher noch von niemandem gelöst.«



Oleksandr Proskurin M. Eng.

Oleksandr Proskurin kam Anfang 2023 von Kiew nach Dresden. Sechs Monate verbrachte der Roboterexperte am Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS. Unterstützt wurde sein Aufenthalt als Pilotvorhaben des neuen Förderprogramms »Rebuilding Ukraine« der Fraunhofer-Zukunftsstiftung.

Kompetenzen bündeln für den AKW-Rückbau

Wie viele Mitglieder seiner Familie stammt Oleksandr Proskurin aus dem stark zerstörten Cherson. Während seines Studiums am Kyiv Polytechnic Institute spezialisierte er sich auf das Fachgebiet Dynamik und Maschinenfestigkeit. In dieser Zeit absolvierte er Praktika u. a. im Konstruktionsbüro des ukrainischen Flugzeugherstellers Antonov und beim chinesischen Konzern Xianchu. Seit seinem Masterabschluss 2015 forscht Proskurin am Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants – ISPNPP an Roboteranwendungen unter nuklearen Bedingungen. Das Institut gehört zur National Academy of Sciences of Ukraine.

Zu seinem Gastgeber-Team in Dresden kam Proskurin durch Dr.-Ing. Andreas Wetzig. Der Technologiefeldleiter für Trennen und Fügen am Fraunhofer IWS knüpft seit 2016 Kontakte zu Unternehmen und Organisationen im Sektor AKW-Rückbau. Wetzig und sein Team sehen hier großes Potenzial für den Lasereinsatz. Denn beim Zerlegen von kontaminierten Materialien verursacht das Laserschneiden im Vergleich zu anderen Technologien nur minimales Staubaufkommen. Restlos alle Werkstoffe müssen neben dem radioaktiv verseuchten Bau- und Nuklearmaterial ebenfalls aufgefangen werden, um dann in Zwischenlagern abzuklingen. Jedenfalls, das wissen nicht nur Wetzig und Proskurin, sollte die Weltgemeinschaft in weniger als 100 Jahren eine Lösung gefunden haben: Denn dann wird der zweite Sarkophag, der 2016 auf Schienen über die Atomruine in Tschernobyl gefahren wurde, die radioaktive Strahlung des zu Lava verbackenen Kernbrennstoffs nicht länger abschirmen können. Das gemeinsame Ziel von Roboter- und Laserforschenden: per Fernsteuerung von Laserrobotern das verbackene radioaktive Material zerkleinern und für eine Zwischenlagerung vorbereiten. Getestet wurde in den Laserlaboren des Fraunhofer IWS das Schneiden von Basalt – als

Ersatzsubstanz für das verschmolzene radioaktive Material. »Die Herausforderung, das verschmolzene radioaktive Material in Tschernobyl sicher zu zerkleinern, um es für eine Zwischenlagerung zu sammeln, wurde bisher noch von niemandem gelöst«, sagt der Roboterexperte und wünscht sich, dass die Kooperation fortgesetzt werden kann.

Seit Juli 2023 ist Oleksandr Proskurin zurück an seinem Lebens- und Arbeitsort Kiew. Vom Krieg und den häufigen Luftangriffen versucht er sich abzulenken – durch sein Hobby rund um das Thema »do it yourself« und durch Sport, von (Tisch-)Tennis bis hin zu Fahrradtouren. Im August 2023 besuchte er ein Seminar für Strahlensicherheit in Slavutich, einer Satellitenstadt von Tschernobyl. Sie gilt als weltweiter Forschungsstandort für Sicherheits- und Rückbaufragen rund um Atomenergie.

Rebuilding Ukraine

Die neue Förderlinie der Fraunhofer-Zukunftsstiftung unterstützt Kooperationen zur Anwendung von Fraunhofer-Technologie in der Ukraine. Ziel ist es, bereits jetzt die Beseitigung der Kriegsschäden in der Ukraine zu planen und den Wiederaufbau mit klima- und umweltfreundlichen Technologien vorzubereiten. Oleksandr Proskurin war der erste Gastwissenschaftler, dessen Aufenthalt als Pilotprojekt von »Rebuilding Ukraine« mitfinanziert wurde.

Dr. rer. nat. Eva Ehrentreich-Förster

Chemikerin | stellvertretende Leiterin am Institutsteil Bioanalytik und Bioprozesse in Potsdam-Golm des Fraunhofer-Instituts für Zelltherapie und Immunologie IZI | Leiterin der Abteilung Molekulare und Zelluläre Bioanalytik

Diagnostik als Spezialfall der Analytik

Ihr Diplomzeugnis über den erfolgreichen Abschluss des Chemiestudiums an der Bergakademie Freiberg erhielt Eva Ehrentreich-Förster am 9. November 1989. Es war der Tag, an dem die DDR ihre Grenzen öffnete. Zwar wurde die Chemikerin nicht mehr am Tag des Mauerfalls zur Grenzgängerin, denn damals war sie froh, im Chaos des öffentlichen Verkehrs nach der Diplomfeier nach Hause zu kommen. Doch in den folgenden Jahrzehnten als Forscherin sollte sie noch öfter zur Vermittlerin zwischen Welten werden: zwischen verschiedenen Disziplinen als Projektleiterin für Lab-on-a-Chip-Systeme, zwischen Instituts- und Vorstandssicht als gewählte Vertreterin des Wissenschaftlich-Technischen Rats bei Fraunhofer und bis vor Kurzem als kommissarische Institutsleiterin. Seit August 2023 ist mit Prof. Antje Bäumner eine reguläre Institutsleitung für die Leitung des Brandenburger Teils des Fraunhofer-Instituts für Zelltherapie und Immunologie IZI an Bord. Ehrentreich-Förster kehrt gern in die stellvertretende Institutsleitung und in die Abteilungsleitung zurück. »Je anspruchsvoller meine Aufgaben auf dem Weg von der Nachwuchswissenschaftlerin bis zur kommissarischen Leiterin wurde, desto mehr bin ich Laufen gegangen«, sagt die ehemalige Siebenkämpferin, die immer noch Langstrecke trainiert.

Eva Ehrentreich-Försters Forschungsgebiet sind Mikroarrays, bioanalytische Plattformen für Diagnosezwecke – sei es für Lebensmittel, Umwelt oder den Menschen. »Das Wissen um Sensorik, der Nachweis eines Bindungsereignisses, hat mich seit dem Diplom begleitet«, stellt sie fest. Nach dem Abitur arbeitete sie zunächst im Labor des Forschungszentrums Produkttoxikologie Graupa, für das Chemiestudium wurde sie von ihrem Chef empfohlen. Nach dem Diplom absolvierte sie ein Postgradualstudium der Toxikologie an der Uni Leipzig und ging während der Promotion mit einem DAAD-Stipendium an die Universität Córdoba. Als wissenschaftliche Mitarbeiterin war sie zunächst am Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin und an der Uni Potsdam, bevor sie mit

ihrer Nachwuchsgruppe im Rahmen eines BMBF-Wettbewerbs zu Fraunhofer kam, zunächst in einer Außenstelle. »Ich war damals massiv stolz«, erinnert sie sich. Auch daran, dass die ersten Jahre hart waren: »Dieses Denken, wie eine wissenschaftliche Firma zu forschen, muss man sich erst aneignen. Das bekommt man nicht mitgeliefert von der Uni.« Auch an die Kultur hätte sie sich gewöhnen müssen: einerseits die Leitplanken des öffentlichen Dienstes, andererseits die Freiheit bei der Gestaltung des eigenen Forschungsthemas.

Ehrentreich-Förster leitete Fraunhofer-interne interdisziplinäre Förderprojekte zur In-vitro-Diagnostik-Plattform und war maßgeblich beteiligt, als 2014 das erste »Taschentuchlabor« für die Infektionsdiagnose als Resultat eines BMBF-Förderprojekts präsentiert wurde. Forschungsergebnisse wie diese flossen und fließen ein in das 2021 gegründete Fraunhofer-Zentrum für Digitale Diagnostik ZDD in Potsdam. Dabei arbeiten die Fraunhofer-Institute für Zelltherapie und Immunologie IZI und für Experimentelles Software Engineering IESE unter der Führung des Institutsteils Bioanalytik und Bioprozesse des Fraunhofer IZI zusammen, um die medizinisch-diagnostische Versorgung in ländlich geprägten Räumen wie Brandenburg voranzubringen. Ziel ist es, Patientinnen und Patienten auch in Zukunft medizinisch gut zu versorgen – trotz des Mangels an Hausarztpraxen und des Kostendrucks im Gesundheitssystem. Allerdings müssen dafür die regulatorischen Hürden im Medizinbereich bewältigt werden: Zulassung der Geräte und Lösungen für den Datenschutz. Seit mehr als 30 Jahren arbeitet Eva Ehrentreich-Förster bereits an Plattformen, die Analytik – und sofern die Zulassung klappt – auch die Diagnostik automatisieren können. Sie kennt die Faktoren Kosten und Bezahlbarkeit. Und fragt sich, ob für bestimmte Fragen nicht dennoch viel mehr Mittel aufgebracht werden müssen: »Alle wissen, es gibt Resistenzen gegen Antibiotika, und alle wissen auch, dass weltweit nur noch wenig Forschung in diesem Bereich finanziert wird. Gesundheit muss ein Allgemeingut sein!«

»Gesundheit muss ein Allgemeingut sein!«



Ausgewählte Transferaktivitäten



Kunden von Fraunhofer bringen mehr Neuheiten auf den Markt und erhöhen ihren Umsatz und ihre Rendite. Fraunhofer-Aktivitäten schaffen nachweislich Arbeitsplätze in Deutschland, generieren Investitionseffekte in der Wirtschaft und erhöhen die Staatseinnahmen.

 Wirkung von Fraunhofer-Forschung

Forschen für die Praxis: Ergebnisse, die in Wirtschaft und Gesellschaft ankommen

Der Beitrag, den die außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Deutschland zur Stärkung von Wirtschaft und Gesellschaft leisten, wird entlang von 7 Transferpfaden ermittelt. Für die Fraunhofer-Gesellschaft mit ihrer Mission der Anwendungsorientierung ist die entscheidende Messlatte, dass die Forschungsergebnisse in der Praxis aufgegriffen werden und welchen ökonomischen, ökologischen und sozialen Impact diese erzeugen.

1. Vertragsforschung

Kennzahl 2023

679 Mio. € aus Aufträgen der Industrie (national und international, ohne Lizenzerträge)

Prüfpräparate für Krebsbehandlung mit lebenden Zellen

Alle innovativen Medikamente werden in Europa vor ihrer breiten Anwendung zunächst in klinischen Studien an ausgewählten Erkrankten geprüft. Diese Prüfpräparate müssen nach den hohen pharmazeutischen Qualitätsstandards (Good Manufacturing Practice, GMP) produziert werden. Ein komplexes Unterfangen für innovative Zell- und Gentherapeutika wie die chimären Antigenrezeptor-T-Zellen (CAR-T-Zelltherapie) zur innovativen Krebsbehandlung, denn sie basieren auf lebenden Zellen von Patientinnen und Patienten. Diese sind nicht standardisierbar, zudem ist der Zustand der Zellen abhängig von Krankheitsverlauf und bisherigen Therapien. Um Anforderungen und Ausgangsbasis für den GMP-Standard miteinander in Einklang zu bringen, müssen Prozesse und Technologien entwickelt werden. Die Abteilung GMP Zell- und Gentherapie des Fraunhofer-Instituts für Zelltherapie und Immunologie IZI ist auf solche Aufgaben spezialisiert. In den GMP-Anlagen des Instituts werden seit über zehn Jahren u. a. CAR-T-Zelltherapeutika hergestellt, die in klinischen Studien untersucht und bis zur Zulassung begleitet werden. 2023 erhielt das Fraunhofer IZI den Auftrag eines internationalen Pharmazieunternehmens für den Technologietransfer und die Validierung des Herstellungsprozesses für ein neues CAR-T-Zelltherapeutikum. Dabei sind sämtliche Prozessschritte inkl. der Qualitätskontrolle auf die hohen europäischen Qualitätsstandards abzustimmen, um die Herstellungserlaubnis gemäß § 13 des deutschen Arzneimittelgesetzes zu erlangen. Anschließend erfolgt in den Reinräumen des Fraunhofer IZI die Herstellung sämtlicher Prüfpräparate für die Studie, an der zahlreiche europäische Kliniken beteiligt sind.

2. Ausgründungen

Kennzahl 2023

23 Ausgründungen
1 Beteiligung

Im Zeichen der Sonnenblume

Wie lassen sich für eine nachhaltige Ernährung Lebensmittelproteine aus Sonnenblumenkernen gewinnen? In 20 Jahren entwickelten Fachleute am Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV ein Verfahren, bei dem aus geschälten Sonnenblumenkernen eine hochwertige Protein-zutat hergestellt wird. Zunächst wird durch mechanische Entölung der Proteingehalt gegenüber reinen Sonnenblumenkernen weiter erhöht, ohne das Protein z. B. durch zu hohe Temperaturen zu schädigen. Danach wird das restliche Öl mittels Lösemittelextraktion schonend entfernt. Das üblicherweise verwendete erdölbasierte Hexan konnte das Forschungsteam durch Ethanol ersetzen. Ethanol ist ökologisch und kann aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden. Nach Patentierung des Produkts und des Verfahrens wurde 2017 die Sunbloom Proteins GmbH als Spin-off des Fraunhofer IVV gegründet. 2019 konnte Zentis als Investor gewonnen werden, wenig später stieg die Molkerei Ehrmann mit ein. Gemeinsam mit diesen Partnern wurde 2022 ein eigenes Werk in Ungarn in Betrieb genommen. In Drégelypalánk kann das ernährungsphysiologisch und funktionell besonders hochwertige Proteinkonzentrat für Lebensmittel im industriellen Maßstab produziert werden. 2023 wurde die Sunbloom Proteins GmbH an die französische Avril-Gruppe verkauft. Das Fraunhofer-Spin-off stärkt nun mit seiner Nachhaltigkeitstechnologie das Kompetenz-Portfolio von einem der wichtigsten industriellen und finanziellen Akteure im Sektor Pflanzenöle und Proteine.

3. Geistiges Eigentum

Kennzahl 2023

158 Mio. € Lizenzerträge
506 Erfindungsmeldungen
7068 aktive Patentfamilien
406 Patentanmeldungen

Gamechanger DRYtraec® für Batteriezellenproduktion

Bisherige Produktionsverfahren von Batteriezellen sind energie- und kostenintensiv. Bei der Herstellung der Batterieelektroden werden dünne Metallfolien mit einer nassen Paste aus Aktivmaterial, Leitrußen, Bindern und teilweise toxischen Lösungsmitteln beschichtet. Für die anschließende Trocknung der Elektroden-schicht ist ein hoher Energie- und auch Platzbedarf nötig.

Die vom Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS entwickelte Trockenbeschichtungstechnologie DRYtraec® hingegen kommt ohne toxische Lösungsmittel aus. In einer speziellen Walzenvorrichtung werden Partikel des Aktivmaterials und des Leitrußes durch Fibrillierung des Bindemittels mechanisch verankert. Die Elektroden-schicht wird also komplett trocken erzeugt, die energieaufwendige Trocknung entfällt und zudem lassen sich beide Seiten der Elektrode gleichzeitig beschichten. Der Prozess wurde zunächst für Elektroden von Lithium-Ionen-Batterien realisiert und inzwischen angepasst für Lithium-Schwefel- und für Feststoffbatterien. Mit deutschen Anlagenbauern wurde eine weltweit einzigartige Prototypanlage entwickelt. Seit 2020 betreibt das Fraunhofer IWS eine umfassende Technologieplattform zur Trockenbeschichtung mit hohem technologischem Reifegrad. Gegenwärtig plant das Fraunhofer IWS gemeinsam mit der Fraunhofer-Einrichtung Forschungsfertigung Batteriezelle FFB eine skalierte Pilotanlage auf Basis des DRYtraec®-Verfahrens zur Installation in Münster. Für die Elektrifizierung der deutschen Automobilbranche ist eine hochwertige und kostengünstige Produktion von Batteriespeichern entscheidend. Produktionskapazitäten von Batteriezellen befinden sich in Europa allerdings noch im Aufbau, die Abhängigkeit von asiatischen Technologiekonzernen ist hoch. Die patentierte DRYtraec®-Technologie des Fraunhofer IWS (EP 3625018, IWS – 2017F59214, Patente in Europa, Japan und Korea erteilt) kann künftig einen entscheidenden Beitrag zu einer kosteneffizienteren und umweltfreundlicheren Zellfertigung leisten. Mitte 2023 wurde ein Lizenzvertrag mit einem führenden deutschen Unternehmen der Automobilbranche geschlossen.

4. Normung und Standardisierung

Kennzahl 2023

1366 Standardisierungs- und Normierungsaktivitäten

Weg frei für den 5G-Mobilfunkstandard

Mit der fünften Generation (5G) hat sich der Mobilfunk von der Sprachtelefonie über das mobile Internet hin zu einem universellen Kommunikationsstandard für die Vernetzung von Sensoren, Geräten und Maschinen entwickelt. Die technischen Spezifikationen für diesen globalen Standard werden bei 3GPP (3rd Generation Partnership Project) entwickelt, verabschiedet und von den Standardisierungsorganen der jeweiligen Regionen als Spezifikation umgesetzt. Im Zeitraum zwischen der Definition neuer Funktionen im Mobilfunkstandard und deren Marktverfügbarkeit ist das Erproben zukünftiger Anwendungen ohne passende Testumgebungen und Detailkenntnisse aus der fortlaufenden Standardisierung kaum möglich. Diese Lücken zwischen Forschung, Standardisierung und Anwendung zu schließen, ist daher entscheidend für einen schnellen Markteintritt. Seit 2015 bei 3GPP die Arbeiten an den 5G-Spezifikationen starteten, sind das Fraunhofer-Institut

für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI und das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS an der Definition und Weiterentwicklung dieser wichtigen Funktechnologie beteiligt. Zwischen 2015 und 2023 leisteten sie über 900 Beiträge zum 5G-Standard. Durch die parallele Teilnahme in relevanten Industriegremien wie NGMN, 5GAA oder 5G-ACIA wird die heimische Industrie dabei unterstützt, wichtige Anforderungen und Funktionen im Standard zu verankern, was wiederum eine Voraussetzung für die Umsetzung im Mobilfunknetz und in den Endgeräten darstellt. Der Fokus liegt auf der Funkzugangstechnologie (Radio Access Network, RAN). Die Institute haben sich dabei auf professionelle Anwendungen in den Bereichen Internet der Dinge (IoT), Satellitenintegration in Mobilfunknetze, Produktionsautomatisierung und vernetzte Fahrzeuge (V2X) konzentriert.

5. Transfer über Köpfe

5.1 Weiterbildung externer Fach- und Führungskräfte

Kennzahl 2023

Über 10 Mio. € Einnahmen aus Weiterbildungskursen der Fraunhofer Academy

Ca. 6600 Teilnehmende in 600 Kursangeboten

Maßgeschneiderte Schulungen für Unternehmen

Seit 2018 unterstützt das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML die Interroll Holding GmbH dabei, ihre Mitarbeitenden beim Wissenstransfer zu logistischen Fragestellungen mitzunehmen. Der Anbieter von Förder-technik ist ein internationales, börsennotiertes Unternehmen mit ca. 2500 Beschäftigten. Dessen Kunden stammen aus der Anlagenherstellung, sie sind in Ingenieurbüros oder als Systemintegratoren tätig. Mit Consultative Selling setzt das Unternehmen auf einen neuen Vertriebsschwerpunkt. Dafür müssen Mitarbeitende in Vertrieb und Marketing wissen, wie sich Innovationen im (Intra-)Logistikbereich auf die Prozessgestaltung beim Endkunden auswirken, um mit diesen neue Projekte erschließen zu können. Der Kurs »Process Management« vermittelt deshalb aktuelle Kenntnisse des Intralogistik-Markts, zukünftige Trends und branchenspezifisches Know-how. Die Fachleute des Fraunhofer IML steuern insbesondere ihr Wissen zum Intralogistik-Markt einschließlich neuester Planungstools bei. Der mittlerweile 8. Durchgang besteht aus einem Blended-Learning-Konzept mit kurzen Webinaren sowie betreuten Gruppenarbeiten. Theoretische Basisinhalte werden mit praktischen Planspielen und Vor-Ort-Besuchen bei Endkunden verbunden. Für eine Festigung des vermittelten Systemverständnisses wurden zusätzlich Pre-Learnings sowie kontextspezifische Follow-ups in das Gesamtkonzept integriert.

5.2 Köpfe und Karriere

Kennzahl 2023

Rund 2200 Menschen verließen Fraunhofer, um ihre Karriere weiterzuführen – in der Wirtschaft, in der Wissenschaft oder mit einem selbstständigen Unternehmen.

Qualifizierung für verantwortungsvolle Positionen

Ein wichtiger Aspekt der Fraunhofer-Mission ist die Qualifizierungsphase vor allem des wissenschaftlichen Personals während der Beschäftigungszeit bei Fraunhofer. Im Wissenschaftsbereich liegt die Fluktuationsquote bei rund 9,9 Prozent. Im Rahmen der Exit-Befragung von ausscheidenden Mitarbeitenden wird erfasst, welche Anschlusskarrieren diese planen. Demnach streben ca. 70 Prozent der ausscheidenden Mitarbeitenden einen Wechsel in die Wirtschaft an.

 *Jobs und Karriere bei Fraunhofer*

6. Infrastrukturdienstleistungen

Kennzahl 2023

Hier sind (noch) keine Kennzahlen erfassbar. Diese bilden sich momentan in anderen Transferpfaden ab.

Intelligente Sensorik für die Energiewende

Das Leistungszentrum »Intelligente Signalanalyse- und Assistenzsysteme – InSignA« wurde 2021 als eines der jüngeren Leistungszentren in Ilmenau initiiert. Beteiligt sind 5 Fraunhofer-Institute, die TU Ilmenau und das Thüringer IMMS Institut für Mikroelektronik- und Mechatronik-Systeme. Eine Kernexpertise von InSignA ist der Aufbau von Sensornetzwerken mit großer Reichweite, sogenannte Low Power Wide Area Networks (LPWAN). Im Vergleich zu Technologien wie 5G ermöglicht der maßgeblich vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS) entwickelte LPWAN-Standard mioty® den Aufbau sehr viel kostengünstigerer Netzwerke mit Batterielaufzeiten von über einem Jahrzehnt. Zudem wird praktisch keine Infrastruktur benötigt, sodass mioty® auch in Gebieten ohne ausreichende Mobilfunkabdeckung einsetzbar ist. Gemeinsam bauten die Partner des Leistungszentrums in Ilmenau ein Testbed für LPWAN auf, das verschiedene Übertragungssysteme unterstützt. Im Rahmen einer Studie mit den Stadtwerken Ilmenau ging es beispielsweise um die Unterstützung der Energiewende: Kann eine Photovoltaikanlage, eine Ladesäule oder eine Wärmepumpe beim Hausbau oder der Gebäudesanierung noch an das Stromnetz angeschlossen werden oder wird dadurch bereits eine Netzüberlastung verursacht? Zusammen mit den Stadtwerken konnte das Leistungszentrum InSignA zeigen, dass mit mioty® sehr günstige und sehr leicht zu installierende Retrofit-Sensoren entwickelt werden können. Beim Retrofitting werden neue Sensoren nachträglich in Bestandsgeräte eingebaut, um sie fit für die Anforderungen

der Digitalisierung und Industrie 4.0 zu machen. Mit dem LPWAN-Testbed können die Stadtwerke Ilmenau bei Genehmigungsverfahren neuer Stromquellen oder Stromabnehmer eine drohende Überlastung des Stromnetzes rechtzeitig erkennen. Damit konnte in Ilmenau für viele Beteiligte der Energiewende ein erheblicher Mehrwert generiert werden: für Privatpersonen, Kommune und Hersteller entsprechender Geräte.

7. Wissenschaftskommunikation

Kennzahl 2023

10991 erfasste Beiträge laut Medienresonanzanalyse, davon 62 Prozent eigeninitiiert. Die erzielte Reichweite lag bei 6050 Millionen Kontakten.

Mit Fraunhofer AVIATION & SPACE ins Universum

»Unser UNIVERSUM« war das Motto des Wissenschaftsjahres 2023. Fraunhofer-Forschende begleiteten die Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung mit zahlreichen Bürgerformaten und Exponaten. Koordiniert wurden die Aktivitäten von der Fraunhofer-Allianz AVIATION & SPACE und der zentralen Abteilung Bürgerformate und Initiativen. Im Schnitt jede zweite Mission der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) hatte in den letzten 20 Jahren Fraunhofer-Entwicklungen an Bord. Rund um das Wissenschaftsjahr waren und werden eine Reihe spektakulärer Entwicklungen an Weltraum-Missionen beteiligt (sein): Bereits 2020 übergab Fraunhofer das Radarsystem GESTRA an das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), um den erdnahen Orbit besser auf Gefahren durch Weltraumschrott überwachen zu können. Beim James Webb Space Telescope stammen die Metallspiegel für das Messinstrument MIRI, das Bilder in nie da gewesener Qualität liefert, von Fraunhofer. Ebenso das bildgebende Spektrometer der EnMAP-Mission. 2023 bewährte sich das Infrarot-Kameramodul LisR an Bord der Internationalen Raumstation (ISS). 2024 ist der Start des Kleinsatelliten ERNST geplant. Highlight des Wissenschaftsjahres 2023 war für Fraunhofer die Ausstellung »Down to Earth Space Technology« Anfang Mai im Fraunhofer-Forum Berlin. In verschiedenen Formaten diskutierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit Jugendlichen und interessierten Erwachsenen z. B., wie dank moderner Weltraumtechnologien Klimaveränderungen und ihre Auswirkungen besser verstanden, Umweltverschmutzungen aufgedeckt, kritische Infrastrukturen geschützt oder der Wasserverbrauch in der Landwirtschaft nachhaltiger gestaltet werden können.

 **Zum Schnelleinstieg für Kunden**

Mehr Informationen rund um Kooperationsformate, auch für KMU, zu Möglichkeiten des gemeinsamen Technologietransfers sowie zu Weiterbildungsangeboten

Initiativen

Generative Künstliche Intelligenz

Die Forschung an sowie die Entwicklung und Verfügbarkeit von generativen KI-Modellen und daraus resultierende Anwendungen wie Chatbots stellen bereits heute wesentliche Wettbewerbsfaktoren dar. Es wird erwartet, dass die Nutzung dieser Modelle die digitale Transformation maßgeblich beeinflussen und künftig noch stärker zur Bruttowertschöpfung beitragen wird. Fraunhofer-Institute treiben die Entwicklungen seit Jahren auf verschiedenen Gebieten voran: So entstanden in der Initiative OpenGPT-X große europäische KI-Sprachmodelle. Seit 2023 können alle Fraunhofer-Mitarbeitenden im Intranet mit »FhGenie« ein adaptiertes internes Modell von ChatGPT 3.5 nutzen. Das KI-Fortschrittszentrum »Lernende Systeme und Kognitive Robotik« in Stuttgart unterstützt Firmen dabei, die wirtschaftlichen Chancen der KI, insbesondere des Maschinellen Lernens, in anwendungsnahen Forschungsprojekten für sich zu nutzen. Im Sommer 2023 veröffentlichte Fraunhofer das Konzeptpapier »Analyse und Handlungsempfehlungen zum Thema Sprachmodelle und Generative KI«. Darin wird ein Vorgehen in den Schritten Access, Adapt und Advance empfohlen. Ziel ist es, für Wirtschaft und Forschung übergreifend eine fundierte Expertise und ein passgenaues Angebot für die Nutzung generativer KI aufzubauen. Eine zentrale Voraussetzung dafür ist, dass auf große Mengen hochwertiger Trainingsdaten zugegriffen werden kann. Die Herausforderung besteht anschließend darin, Modelle mit verlässlichen Faktenchecks, Quellentreue und Datenkontrolle insbesondere für wirtschaftliche Anwendungen zu verbinden. Das Konzeptpapier enthält zudem Vorschläge zur Ausbildung von KI-Fachleuten. Gemeinsame Strategien mit deutschen und europäischen Partnern könnten dabei Vorteile bieten, insbesondere beim kostenintensiven Trainieren von Foundation-Modellen. Fraunhofer engagiert sich zudem bei der entstehenden EU-Verordnung über einen gemeinsamen Regulierungs- und Rechtsrahmen für KI, dem »Gesetz über Künstliche Intelligenz« (Artificial Intelligence Act, AIA) der EU.

Rohstoffwende und Bioökonomie-Roadmap

Die EU setzt angesichts ihrer strategischen Rohstoffabhängigkeit zunehmend auf eine schnelle Rohstoffwende. Hierzu leisten die Forschungs- und Innovationsaktivitäten von Fraunhofer einen entscheidenden Beitrag. Fraunhofer ist Mitgründer der »Advanced Materials Initiative 2030 (AMI2030)«, die als integratives Forum für Forschung und Innovation auf dem Gebiet fortschrittlicher Materialien und Werkstoffe dient. Vorbehaltlich der Zustimmung der Mitgliedstaaten entsteht aus der Initiative voraussichtlich Anfang 2024 eine Partnerschaft innerhalb des Rahmenprogramms »Horizon Europe«, um das Thema langfristig auf der europäischen Forschungs- und Innovationsagenda zu verankern. Das neue Fraunhofer-Leitprojekt ORCHESTER leistet dabei Pionierarbeit, um funktionssichere Werkstoffe für die Energiewende entlang der gesamten Wertschöpfungskette bereitzustellen. Gleichzeitig trägt die »Fraunhofer-Roadmap zur zirkulären Bioökonomie« dazu bei, innovative Verfahren und Produkte, neue Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsnetzwerke für eine nachhaltige und ressourceneffiziente Wirtschaftsweise zu ermöglichen. Die Roadmap wurde im September 2023 vom Fraunhofer-EU-Büro und vom Fraunhofer Strategischen Forschungsfeld (FSF) Bioökonomie öffentlichkeitswirksam und unter Beteiligung der Europäischen Kommission vorgestellt.

Energiepartnerschaften

Das Fraunhofer Representative Office Korea veranstaltete im Spätherbst 2023 die 4. Deutsch-Koreanische Wasserstoffkonferenz. Unterstützt wurde die Fraunhofer-Repräsentanz von den Bundesministerien für Wirtschaft und Klimaschutz sowie für Bildung und Forschung. Die Energiepartnerschaft zwischen Korea und Deutschland besteht bereits seit 2019. Mit über 230 Teilnehmenden erreichte die rein analoge Konferenz einen neuen Besuchsrekord mit einem hohen Anteil an Teilnehmenden aus der Wirtschaft und hochrangigen Regierungsvertretern beider Länder. Mehrere Fraunhofer-Institute trugen zum Programm bei. Korea ist mit künftig vier Fraunhofer Innovation Platforms und zwei ICON-Kooperationen ein besonders

nachgefragtes Zielland für internationale strategische Forschungsk Kooperationen.

Ebenfalls im Spätherbst veröffentlichten der Fraunhofer Cluster of Excellence Integrated Energy Systems CINES und das Beratungsunternehmen GHD Advisory die Nationale Wasserstoffstrategie der Vereinigten Arabischen Emirate (VAE). Mit deren Erstellung waren Fraunhofer CINES und GHD Advisory im Rahmen der Energiepartnerschaft Deutschlands mit den VAE beauftragt worden. Bis zum Jahr 2031 streben die VAE an, einer der weltweit größten Produzenten von Wasserstoff zu werden. Die Nachfrage nach Wasserstoff wird voraussichtlich sowohl im Inland als auch im Export signifikant sein. Mit Blick auf eine defossilisierte Zukunft kommt das Autorenteam von Fraunhofer CINES und GHD Advisory zu dem Schluss, dass die kohlenstoffarme Wasserstoffproduktionskapazität der VAE bis 2040 7,5 Millionen Tonnen pro Jahr und bis 2050 fast 15 Millionen Tonnen pro Jahr erreichen könnte. Das Ziel der Strategie besteht darin, langfristige Maßnahmen basierend auf der Analyse für eine nachhaltige Energiepolitik zu entwickeln und zusätzliche Investitionen in diesen Bereich zu lenken.

Fusionsforschung – saubere Energiequelle der Zukunft?

Die Erschließung neuer emissionsfreier Energiequellen beschäftigt Forschungsgruppen weltweit. Eine vielversprechende Möglichkeit liegt in der Fusion von Wasserstoffkernen zu Helium in magnetisch eingeschlossenen Fusionsplasmen. Der Stellarator Wendelstein 7-X am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik etwa zählt zu den weltweit führenden Großforschungsanlagen auf diesem Gebiet. Eine weitere Möglichkeit für eine Fusionsquelle ist die lasergetriebene Trägheitsfusion (Inertial Fusion Energy, IFE). Dazu gelang Ende 2022 in den USA am Lawrence Livermore National Laboratory ein bedeutender Durchbruch. Demonstriert wurde erstmals die physikalische Machbarkeit der Zündung eines Fusionsplasmas, einer wichtigen Voraussetzung für die Realisierung eines Fusionskraftwerks. Ähnlich wie bei der Magnetfusion gibt es auch für die Trägheitsfusion bereits Konzepte für Kraftwerke. Voraussichtlich sind dazu weitere technologische Entwicklungen über mindestens ein Jahrzehnt nötig.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gründete 2023 eine Expertenkommission. Diese wird von Prof. Dr. Constantin Häfner, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT und Fraunhofer-Beauftragter für Fusionsforschung, geleitet. In einem Memorandum skizzierte die Kommission Fragestellungen und Wege zur technischen Realisierung eines IFE-Kraftwerks. Das Memorandum wird nun im BMBF weiterverfolgt mit Blick auf nötige Schlüsseltechnologien für die Umsetzung eines Kraftwerkkonzepts. Eine Fraunhofer-Taskforce bündelt das vorhandene Fachwissen für die Fusionsforschung: Dazu gehören Hochleistungslaser, die Herstellung von hochwertigen Optiken, Technologien für

Targets und Brennstoffe sowie Technologien zur Entwicklung von Reaktorwänden. Ein zentrales Ziel der Fraunhofer-Gesellschaft besteht darin, die Industrie in die Lage zu versetzen, relevante Schlüsseltechnologien im globalen Wettbewerb zu entwickeln.

Startende Leitprojekte

AMMONVEKTOR – Grünes Ammoniak als sektorenübergreifender Vektor der Energiewende

Das Fraunhofer-Konsortium setzt auf Ammoniak als elementaren Baustein der Wasserstoffwirtschaft. Aufgrund seiner volumetrischen Energiedichte weist Ammoniak im Vergleich zu Wasserstoff eine höhere Effizienz bei der Speicherung und beim Transport auf. Damit eignet sich Ammoniak als kohlenstofffreier und ökonomisch sinnvoller Wasserstoffträger zur Deckung des immensen industriellen Bedarfs an Strom und Prozesswärme. Dies gilt insbesondere für mittelständische, energieintensive Unternehmen, die aufgrund der hohen Energiepreise abzuwandern drohen und perspektivisch nicht direkt an einer Wasserstoffpipeline angeschlossen sein werden. Ammoniak kann sowohl für motorische Anwendungen als auch in der Brennstoffzellen-Kraft-Wärme-Kopplung zur dezentralen Stromerzeugung genutzt werden.

Entwicklungsziele des Projekts adressieren die gesamte Wertschöpfungskette für Ammoniak als Energievektor. Hierzu gehört die Entwicklung von Reaktoren und Katalysatoren für eine flexible energieeffiziente Ammoniak-Synthese und von Technologien für eine kleinskalige Spaltung von Ammoniak, um dezentral reinen Wasserstoff verfügbar zu machen. Zudem werden Speicher- und Logistikkonzepte für eine dezentrale Nutzung von Ammoniak erstellt und technoökonomische Analysen eingesetzt, um neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Die Technologieentwicklungen adressieren die wichtigsten Hürden, um Ammoniak als Energievektor einsetzen zu können (siehe S. 51).

ORCHESTER – Ökosystem für eine resiliente und nachhaltige Werkstoffversorgung

Das Forschungsteam adressiert die Herausforderungen der Kreislaufwirtschaft und der Versorgungssicherheit. Im Fokus stehen Resilienz, Nachhaltigkeit und Funktionssicherheit von Werkstoffen. Ziel ist es, die Auswahl an Werkstoffen durch eine genauere Kenntnis der Wechselwirkung zwischen Chemie, Prozess, Mikrostruktur und Eigenschaften zu erhöhen. Zudem soll der Recyclinganteil gesteigert werden: Indem Verunreinigungen in Sekundärmetallen besser beherrscht werden und indem der Anteil herkunftskritischer Seltener Erden in der Rohstoffproduktion reduziert wird. Dabei soll die Werkstoffspezifikation nicht länger über die Materialzusammensetzung und Prozessroute definiert werden, sondern über

eine funktionsbasierte Spezifikation. Dies erlaubt eine schnellere Substitution kritischer Materialien und damit eine resilientere Materialversorgung.

Gezeigt werden soll dies u. a. an Bipolarplatten für Elektrolyseure und Brennstoffzellen, deren Kosten wesentlich durch den Nickelanteil bestimmt werden. Nickel zählt zu den kritischen Elementen mit einem hohen Versorgungsrisiko bei hoher wirtschaftlicher Bedeutung. In einem Krisenszenario müsste der Nickelanteil reduziert werden, ohne die wesentlichen funktionellen Eigenschaften der Bipolarplatten zu gefährden. Bei Verdichterrädern für Wasserstoffpipelines, Brennstoffzellen und Wärmepumpen soll der Sekundärmaterialanteil der Aluminium-Legierung maximiert werden, um den energetischen Fußabdruck zu minimieren. Für Anwendungen in E-Motoren und Windkraftanlagen werden die Forschenden das Recycling und die Wiederverwertung von Permanentmagneten betrachten. Der Einfluss von Materialzusammensetzungen auf deren Wirkung soll mithilfe von Simulationsmodellen und Maschinellem Lernen vorhergesagt werden. ORCHESTER nutzt für den Aufbau eines eigenen digitalen Ökosystems die Erfahrung aus bereits bestehenden Initiativen wie Gaia-X und Materials Data Space®.

Endende Leitprojekte

EVOLOPRO – Evolutionäre Selbstanpassung von komplexen Produktionsprozessen und Produkten

Über 50 Forschende aus sieben Fraunhofer-Instituten haben verschiedene evolutionsbiologische Elemente der Flexibilität und Selbstanpassung analysiert und auf die Fertigung komplexer Bauteile übertragen. Diese Elemente dienen als Grundlage für eine neue Generation von »Biological Manufacturing Systems« (BMS). BMS passen sich, wie biologische Organismen, selbstständig an neue Anforderungen und Umgebungsbedingungen an – dank Technologien und Prinzipien der Industrie 4.0 in kürzester Zeit. Dazu entwickelten die Forschenden biologieinspirierte Algorithmen und Digitale Zwillinge, die mit einer digitalen Umwelt interagieren.

Die Validierung der Konzepte erfolgte in den drei Pilotketten Aviation, Optics und Automotive. Für die Fräsbearbeitung von Blade-Integrated Disks wurde auf Basis biologisierter Algorithmen eine neuartige Simulationsumgebung errichtet, durch die der Aufwand für die Prozessplanung und den Einfahrprozess deutlich reduziert wird. Für die Fertigung komplexer Glasoptiken digitalisierte das Team die gesamte Herstellkette und entwickelte ein selbstlernendes Verfahren zur automatisierten Montage optischer Komponenten. In der Pilotkette Automotive wurde eine modellbasiert geregelte Karosseriefertigung mit vollständiger Ausnutzung von Industrie-4.0-Potenzialen etabliert.

Für die riesige Menge an Prozessdaten wurde eine cloudbasierte »Data-Lake-Architektur« geschaffen, die einheitliche Datenschnittstellen und spezifische Beschreibungsmodelle zur eindeutigen Zuordnung der hochgeladenen Daten bereithält. Aufbauend auf den Ergebnissen werden in weiteren Forschungsprojekten die Konzepte des Digitalen Zwillings und der digitalen Umwelt vertieft. Die Maßnahmen aus den Pilotketten sollen gezielt in Richtung Marktreife für den konkreten Einsatz in der Industrie weiterentwickelt werden.

 [Zum Video](#)

QMag – Quantenmagnetometrie

Quantenmagnetometer sind hochempfindliche Sensoren, die kleinste Magnetfelder messen können und damit enormes Potenzial zur Optimierung industrieller Prozesse bieten. Das Konsortium des Leitprojekts QMag untersuchte und entwickelte Quantenmagnetometer. Dafür nutzten die Forschenden zwei Prinzipien: Stickstoff-Vakanz-Zentren in Diamant und optisch gepumpte Magnetometer. Die beiden Messverfahren ergänzen sich perfekt in Bezug auf höchste Ortsauflösung und extreme Empfindlichkeit.

Dem Projektteam ist es gelungen, maßgeschneiderte Messsysteme für verschiedene industrielle Anwendungen zu entwickeln. Insbesondere bei der Werkstoffcharakterisierung wurden beide Sensortypen eingesetzt, um beispielsweise Mikroschädigungen in ferromagnetischen Werkstoffen zu detektieren. In der Automobilindustrie sowie der Luft- und Raumfahrttechnik können die Messsysteme dazu beitragen, Materialien widerstandsfähiger und sicherer zu machen. Ebenso können Quantenmagnetometer in der Chipherstellung eingesetzt werden, um die magnetischen Felder elektronischer Schaltungen auf der Nanoskala abzubilden. Zudem haben die Forschenden neue Messverfahren entwickelt: z. B. die magnetometrische Durchflussmessung, die die Fließgeschwindigkeit von fluiden Medien in einem Rohr misst, und das Weitfeldmagnetometer für schnelle bildgebende Messungen großer Bereiche. Diese Messverfahren eignen sich für Anwendungen in der Qualitäts- und Prozesskontrolle bzw. in der Biomedizin.

 [Zum Video](#)

Weitere Beiträge zu endenden Fraunhofer-Leitprojekten auf S. 47 (Produktionsarchitektur für die Fabrik der Zukunft – SWAP) und S. 53 (Damit Therapien optimal wirken – MED²ICIN).

Finanzen

- Bilanz zum 31. Dezember 2023
- Gewinn- und Verlustrechnung für das Geschäftsjahr 2023
- Auszüge aus dem Anhang 2023
- Wiedergabe des Bestätigungsvermerks des Abschlussprüfers

Bilanz zum 31. Dezember 2023

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

AKTIVA	2023 in €	2023 in €	2023 in €	Vorjahr in T€
A. Anlagevermögen				
I. Immaterielle Vermögensgegenstände				
1. Konzessionen, gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte und Werte	34.407.776,83			38.394
2. Geleistete Anzahlungen	3.438.261,26			1.102
		37.846.038,09		39.496
II. Sachanlagen				
1. Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten einschließlich der Bauten auf fremden Grundstücken	1.597.243.700,26			1.596.631
2. Technische Anlagen und Maschinen	603.033.050,60			597.863
3. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	123.188.551,17			75.441
4. Geleistete Anzahlungen und Anlagen im Bau	595.415.346,92			453.751
		2.918.880.648,95		2.723.686
III. Finanzanlagen				
1. Anteile an verbundenen Unternehmen	92.782,82			93
2. Beteiligungen	31.455.699,62			9.136
3. Wertpapiere des Anlagevermögens	8.238.664,30			8.239
4. Sonstige Ausleihungen	890.000,00			1.245
		40.677.146,74		18.713
			2.997.403.833,78	2.781.895
B. Umlaufvermögen				
I. Vorräte				
1. Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	41.502,79			102
2. Unfertige Leistungen	529.330.556,60			523.039
– erhaltene Anzahlungen	–476.053.145,87			–404.279
	53.277.410,73			118.760
3. Geleistete Anzahlungen	131.202,06			266
		53.450.115,58		119.128
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände				
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	326.725.490,88			271.741
2. Ausgleichsansprüche und Forderungen an Bund und Länder				
a) aus der institutionellen Förderung	374.260.757,04			27.835
b) aus Projektabrechnungen einschließlich Aufträgen	354.808.691,19			335.161
c) wegen Pensions- und Urlaubsrückstellungen	109.263.100,00			106.515
	838.332.548,23			469.511
3. Forderungen gegen verbundene Unternehmen	402.527,82			7.627
4. Sonstige Vermögensgegenstände	105.385.304,68			130.984
		1.270.845.871,61		879.863
III. Sonstige Wertpapiere		459.184.505,91		512.137
IV. Kassenbestand, Bundesbankguthaben und Guthaben bei Kreditinstituten		18.231.862,53		293.416
C. Rechnungsabgrenzungsposten			1.801.712.355,63	1.804.544
			56.367.938,45	30.470
			4.855.484.127,86	4.616.909
Treuhandvermögen			83.371.518,07	65.669

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

PASSIVA	2023 in €	2023 in €	2023 in €	Vorjahr in T€
A. Eigenkapital				
I. Vereinskapital				
Vortrag	15.525.289,24			15.453
Jahresergebnis	113.457,54			72
		15.638.746,78		15.525
II. Rücklagen für satzungsgemäße Zwecke				
Vortrag	15.725,00			15
Entnahme	5.000,00			–
Einstellung	500,00			1
		11.225,00		16
			15.649.971,78	15.541
B. Sonderposten				
1. Rücklage aus Lizenzträgen für satzungsgemäße Zwecke		372.237.826,83		404.402
2. Zuwendungen zum Anlagevermögen		2.986.183.710,74		2.770.535
3. Zur Finanzierung des Umlaufvermögens verwendete Zuwendungen		320.427.662,86		379.726
4. Sonderposten Zahlungen aus Patentverkäufen		103.227.488,63		128.372
5. Zur Finanzierung von Restrukturierungen		16.845.800,00		21.145
			3.798.922.489,06	3.704.180
C. Rückstellungen				
1. Rückstellungen für Pensionen und ähnliche Verpflichtungen		9.133.100,00		8.765
2. Sonstige Rückstellungen		267.852.296,93		233.814
			276.985.396,93	242.579
D. Verbindlichkeiten				
1. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen		134.788.727,24		120.015
2. Noch zu verwendende Zuschüsse von Bund und Ländern				
a) aus der institutionellen Förderung	392.113.362,54			319.916
b) aus Projektabrechnungen	169.370.509,32			164.316
		561.483.871,86		484.232
3. Verbindlichkeiten gegenüber verbundenen Unternehmen		1.070.579,63		769
4. Sonstige Verbindlichkeiten		58.605.929,45		44.550
			755.949.108,18	649.566
E. Rechnungsabgrenzungsposten			7.977.161,91	5.043
			4.855.484.127,86	4.616.909

Treuhandverbindlichkeiten

83.371.518,07

65.669

Gewinn- und Verlustrechnung für das Geschäftsjahr 2023

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

	2023 in €	2023 in €	2023 in €	Vorjahr in T€
1. Erträge aus institutioneller Förderung				
1.1 Bund		848.171.234,03		876.651
1.2 Länder		169.047.913,62		173.603
			1.017.219.147,65	1.050.254
2. Eigene Erträge				
2.1 Erlöse aus Forschung und Entwicklung				
2.1.1 Bund: Projektförderung	906.318.110,02			767.393
Aufträge	23.867.480,40			29.347
2.1.2 Länder: Projektförderung	240.105.627,32			265.358
Aufträge	4.927.691,62			9.913
2.1.3 Industrie, Wirtschaft und Wirtschaftsverbände	821.256.260,02			756.401
2.1.4 Einrichtungen der Forschungsförderung und Sonstige	213.288.574,07			192.161
		2.209.763.743,45		2.020.573
2.2 Sonstige Erlöse		7.194.496,20		6.706
Summe Umsatzerlöse			2.216.958.239,65	2.027.279
2.3 Erhöhung des Bestands an unfertigen Leistungen (Vj.: Verminderung)		6.292.062,01		-3.990
2.4 Andere aktivierte Eigenleistungen		8.343.791,48		6.143
2.5 Sonstige betriebliche Erträge		75.397.181,92		38.817
2.6 Erträge aus Beteiligungen		8.099.776,33		12.058
2.7 Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge		12.477.610,97		2.901
			110.610.422,71	55.929
Summe Zuwendungen und eigene Erträge			3.344.787.810,01	3.133.462
3. Veränderung der Sonderposten				
3.1 Rücklage aus Lizenzträgen für satzungsgemäße Zwecke				
3.1.1 Einstellung		-		-23.821
3.1.2 Verbrauch		17.638.314,28		34.927
3.2 Zuwendungen zum Anlagevermögen				
3.2.1 Einstellung (betrifft Investitionen)		-579.967.938,87		-482.260
3.2.2 Auflösung (betrifft Abschreibungen)		378.835.088,44		345.822
3.3 Aus der Finanzierung des Umlaufvermögens freigeordnete Zuwendungen (Vj.: Aus der Finanzierung des Umlaufvermögens verwendete Zuwendungen)		59.297.920,23		-84.233
3.4 Zur Finanzierung von Restrukturierungen				
Einstellung		-		-46
Verbrauch		4.298.900,00		3.512
			-119.897.715,92	-206.099
4. Für die Aufwandsdeckung zur Verfügung stehende Zuwendungen und eigene Erträge			3.224.890.094,09	2.927.363

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

	2023 in €	2023 in €	2023 in €	Vorjahr in T€
Übertrag			3.224.890.094,09	2.927.363
5. Materialaufwand				
5.1 Aufwendungen für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	256.735.492,34			197.204
5.2 Aufwendungen für bezogene Forschungs- und Entwicklungsleistungen	270.404.409,89			241.061
		527.139.902,23		438.265
6. Personalaufwand				
6.1 Gehälter	1.565.592.599,78			1.438.172
6.2 Soziale Abgaben und Aufwendungen für Altersversorgung und für Unterstützung davon für Altersversorgung: € 64.343.023,25 (Vj.: T€ 67.948)	354.021.032,34			321.202
		1.919.613.632,12		1.759.374
7. Abschreibungen auf immaterielle Vermögensgegenstände des Anlagevermögens und Sachanlagen		378.507.219,39		344.375
8. Sonstige betriebliche Aufwendungen		398.741.213,04		382.832
9. Abschreibungen auf Finanzanlagen und auf Wertpapiere des Umlaufvermögens		497.041,03		2.166
10. Zinsen und ähnliche Aufwendungen		282.128,74		278
Summe der Aufwendungen			3.224.781.136,55	2.927.290
11. Jahresüberschuss			108.957,54	73
12. Entnahme aus den Rücklagen			5.000,00	–
13. Einstellung in die Rücklagen			–500,00	–1
14. Jahresergebnis			113.457,54	72
15. Zuführung zum Vereinskapi tal			–113.457,54	–72
			–	–

Auszüge aus dem Anhang 2023

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 2023 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 getrennt nach den drei Bereichen Vertragsforschung, Zusätzliche Forschungsförderung und Ausbauminvestitionen erläutert.

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

2. Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden

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

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 insbesondere zur Liquiditäts- und Risikovorsorge.

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 1,82 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 2023 ermittelten laufzeitabhängigen durchschnittlichen Marktzinssätzen abgezinst. Die Altersteilzeitrückstellung wurde auf Basis der abgeschlossenen 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 2023 und der Gewinn- und Verlustrechnung für das Geschäftsjahr 2023 auch der vollständige Anhang 2023 sowie der Lagebericht 2023.

»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 2023 und der Gewinn- und Verlustrechnung für das Geschäftsjahr vom 1. Januar 2023 bis zum 31. Dezember 2023 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 2023 bis zum 31. Dezember 2023 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 und vermittelt unter Beachtung der deutschen Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung ein den tatsächlichen Verhältnissen entsprechendes Bild der Vermögens- und Finanzlage der Gesellschaft zum 31. Dezember 2023 sowie ihrer Ertragslage für das Geschäftsjahr vom 1. Januar 2023 bis zum 31. Dezember 2023 und
- vermittelt der beigefügte Lagebericht insgesamt ein zutreffendes Bild von der Lage der Gesellschaft. 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, Grundsätzen und Standards 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 falschen Darstellungen aufgrund von dolosen

Handlungen (d.h. Manipulationen der Rechnungslegung und Vermögensschädigungen) oder Irrtümern ist.

Bei der Aufstellung des Jahresabschlusses sind die gesetzlichen Vertreter dafür verantwortlich, die Fähigkeit der Gesellschaft 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 Vereinstätigkeit 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 falschen Darstellungen aufgrund von dolosen Handlungen oder Irrtümern 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 dolosen Handlungen oder Irrtümern 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 falscher Darstellungen im Jahresabschluss und im Lagebericht aufgrund von dolosen Handlungen oder Irrtümern, 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 aus dolosen Handlungen resultierende wesentliche falsche Darstellungen nicht aufgedeckt werden, ist höher als das Risiko, dass aus Irrtümern resultierende wesentliche falsche Darstellungen nicht aufgedeckt werden, da dolose Handlungen kollusives 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 Vereinstätigkeit nicht mehr fortführen kann.

- beurteilen wir Darstellung, Aufbau und Inhalt des Jahresabschlusses insgesamt 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 bedeutsamer Mängel im internen Kontrollsystem, die wir während unserer Prüfung feststellen.

Nürnberg, den 18. April 2024
Rödl & Partner GmbH
Wirtschaftsprüfungsgesellschaft

gez. Grässle
Wirtschaftsprüfer

gez. Hahn
Wirtschaftsprüfer

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

Service

- Mitglieder, Organe, Gremien
- Struktur der Fraunhofer Gesellschaft
- Fraunhofer Deutschland
- Impressum

Mitglieder, Organe, Gremien

Mitglieder

Die Fraunhofer-Gesellschaft zählt 1199 Mitglieder, die sich aus 44 juristischen Mitgliedern, 63 natürlichen Mitgliedern, 95 ehemaligen Vorständen und Institutsleitungen, 989 Mitgliedern von Amts wegen und 8 Ehrenmitgliedern zusammensetzen. Einige Mitglieder haben mehrere Funktionen.

Ehrenmitglieder

Dr.-Ing. Peter Draheim

Dr.-Ing. Horst Nasko

Dr. Dirk-Meints Polter

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

Prof. Dr. rer. nat. Erwin Sommer

Prof. Klaus-Dieter Vöhringer

Dr. rer. pol. Hans-Ulrich Wiese

Dr. Markus Söder

Senat

Mitglieder aus Wissenschaft, Wirtschaft und öffentlichem Leben

Hildegard Müller
Vorsitzende des Senats der Fraunhofer-Gesellschaft, Präsidentin des Verbands der Automobilindustrie e. V.

Kerstin Grosse
Stellvertretende Vorsitzende des Senats der Fraunhofer-Gesellschaft, Geschäftsführerin der DEROSI invest GmbH

Prof. Dipl.-Ing. Oliver Zipse
Stellvertretender Vorsitzender des Senats der Fraunhofer-Gesellschaft, Vorstandsvorsitzender der BMW AG

Dr. Oliver Blume
Vorstandsvorsitzender der Volkswagen AG, Vorstandsvorsitzender der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

Dr. Roland Busch
Vorstandsvorsitzender der Siemens AG

Anja-Isabel Dotzenrath
Executive Vice President Gas and Low Carbon Energy und Mitglied des Vorstands der bp p.l.c.

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

Reiner Hoffmann
Vorsitzender des Rats für Nachhaltige Entwicklung (RNE)

Pär Malmhagen
Senior Advisor

Bernard Meyer
Geschäftsführer MEYER WERFT GmbH & Co. KG

Dr.-Ing. Katrin Sternberg
President Medical und Mitglied der Geschäftsleitung der CeramTec GmbH

Dr.-Ing. Karl Tragl
Vorstandsvorsitzender und CEO der Wacker Neuson SE

Grazia Vittadini
Rolls-Royce Chief Technology Officer and Member of the Executive Team

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

Prof. Dr. Ulrich Rüdiger
Rektor RWTH Aachen University

Prof. Dr. Vanessa Wood
Vizepräsidentin für Wissenstransfer und Wirtschaftsbeziehungen der ETH Zürich

Mitglieder aus dem staatlichen Bereich

Vertreterinnen und Vertreter der Bundesebene

Parlamentarischer Staatssekretär Mario Brandenburg
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

MinDirig Dr. Ole Janssen
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

MinDirig Alexander Schott
Bundesministerium der Verteidigung (BMVg)

Rita Schutt
Bundesministerium der Finanzen (BMF)

Vertreterinnen und Vertreter der Länder

Staatssekretärin a. D. Ayse Asar
Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst

Staatssekretär Dr. Henry Marx
Senatsverwaltung für Wissenschaft, Gesundheit und Pflege Berlin

Staatssekretärin Gonca Türkeli-Dehnert
Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen

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

Ehrensator

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

Ständige Gäste

Prof. Dr. Patrick Cramer
Präsident der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V.

Staatsrätin Dr. Eva Gumbel
Behörde für Wissenschaft, Forschung, Gleichstellung und Bezirke Hamburg

Staatssekretär Dr. Andreas Handschuh
Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus

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

Dipl.-Phys. Doris Rösler
Vorsitzende des Gesamtbetriebsrats der Fraunhofer-Gesellschaft, Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

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

Prof. Dr. med. Wolfgang Wick
Vorsitzender des Wissenschaftsrats

Staatssekretär Thomas Wünsch
Ministerium für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt

Kuratorien

Für die Institute der Gesellschaft sind 864 Kuratorinnen und Kuratoren tätig; einige davon gehören mehreren Institutskuratorien zugleich an.

Wissenschaftlich-Technischer Rat (WTR)

Der WTR zählt 220 Mitglieder, 107 davon als Mitglieder der Institutsleitungen und 113 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 9 Vorsitzenden der Fraunhofer-Verbünde:

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

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

Prof. Dr. Jakob Edler
Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung

Prof. Dr. Dr. Gerd Geißlinger
Fraunhofer-Verbund Gesundheit

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

Prof. Dr. Hans-Martin Henning
Fraunhofer-Verbund Energietechnologien und Klimaschutz

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

Prof. Dr.-Ing. Boris Otto
Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie

Dr. Markus Wolperdinger
Fraunhofer-Verbund Ressourcetechnologien und Bioökonomie

Präsidiumsmitglied mit beratender Stimme

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer
Fraunhofer-Leistungsbereich Verteidigung, Vorbeugung und Sicherheit VVS

Ständiger Gast

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

Vorstand

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka
(Präsident)

Elisabeth Ewen

Dr. rer. pol. Sandra Krey

Prof. Dr. rer. nat. habil.
Axel Müller-Groeling

Auflistung der Gremienmitglieder mit Stand vom 31. Dezember 2023

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.

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.

Unter dem Dach von Fraunhofer arbeiten **76 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 Vorsitzenden 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.

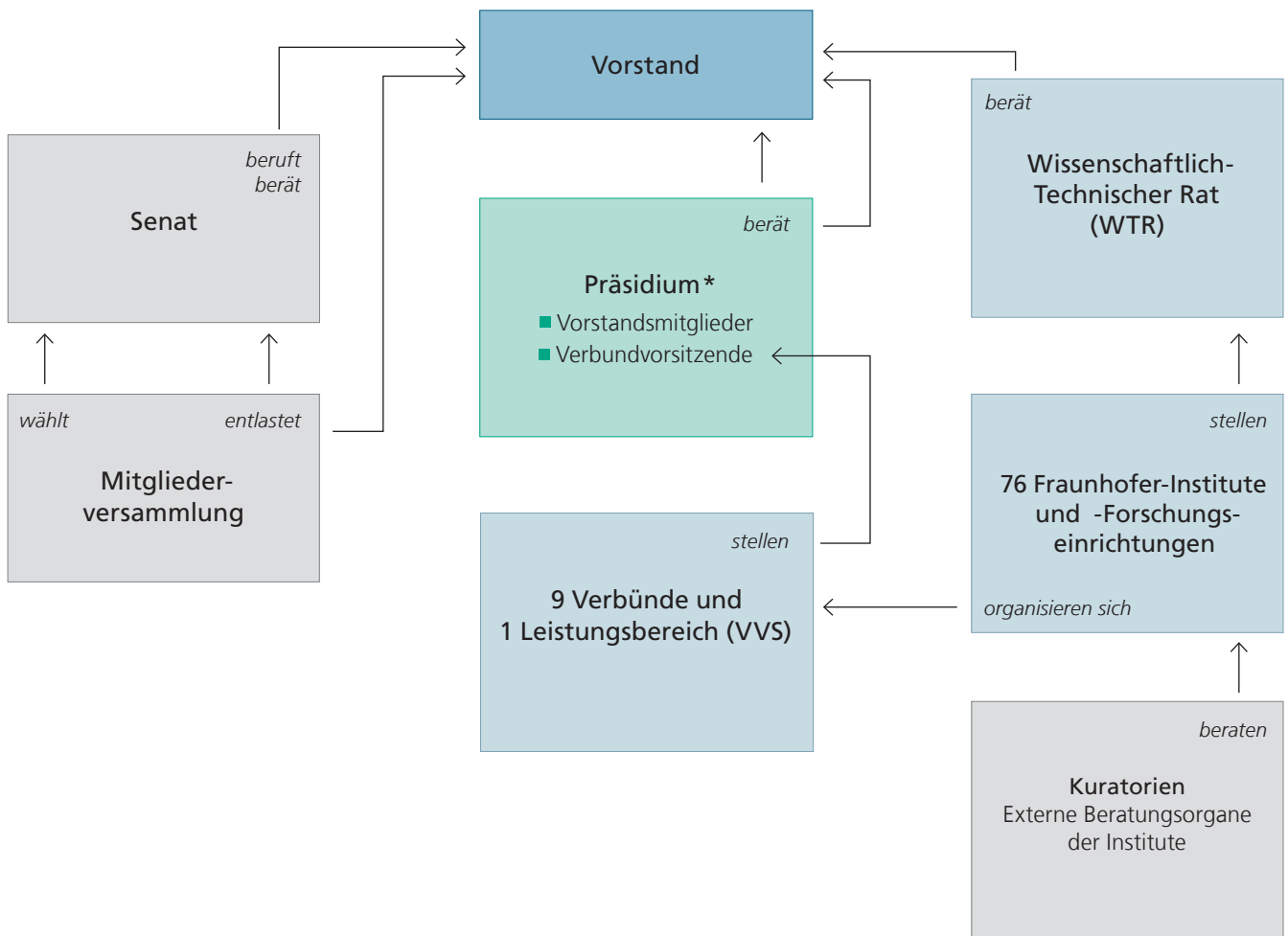
Der **Senat** umfasst insgesamt 26 stimmberechtigte Mitglieder aus Wirtschaft, Wissenschaft und öffentlichem Leben, staatliche Vertreter des Bundes und der Länder sowie Mitglieder des Wissenschaftlichen-Technischen-Rats (WTR). Der Senat beruft den Vorstand und legt die Grundzüge der Wissenschafts- und 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.

Satzungsgemäße Struktur und Rechtsperson



- Die Fraunhofer-Gesellschaft ist als eine Rechtsperson organisiert, alle Institute sind daher rechtlich unselbständig.
- Rechtsform: Eingetragener Verein (e. V.)
- Steuerlicher Status: Gemeinnützigkeit

* Beratungsgremium, kein erweiterter Vorstand

Impressum

Redaktion

Josef Oskar Seitz (verantw.)
Tanja Schmutzer (Ltg.)
Eva Bachmann
Mandy Bartel

Gestaltung

Silke K. Schneider

Bildquellen

Seite 2:

Dr. Ursula von der Leyen:
dpa picture alliance
Christian Lindner:
Bundesministerium der Finanzen/Photothek
Anke Rehlinger:
Oliver Dietze/Staatskanzlei
Dr. Markus Söder:
Joerg Koch/Bayerische Staatskanzlei
Bettina Stark-Watzinger:
Guido Bergmann/Bundesregierung
Michael Kretschmer:
Pawel Sosnowski/Sächsische Staatskanzlei

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Gesellschaft
Hansastraße 27c
80686 München
Josef Oskar Seitz
Wissenschaftskommunikation
Corporate Media
Telefon +49 89 1205-1310
josef.seitz@zv.fraunhofer.de

Bei Abdruck ist die Einwilligung der
Redaktion erforderlich.

©Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e. V.
München 2024



FRAUNHOFER
75 JAHRE
INNOVATION