

70 JAHRE  
FRAUNHOFER  
**70 JAHRE  
ZUKUNFT**  
#WHATSNEXT

---

JAHRESBERICHT  
**2018**

## Die Fraunhofer-Gesellschaft

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

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 72 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 26 600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,6 Milliarden Euro. Davon fallen 2,2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

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

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

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

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

---

# JAHRESBERICHT **2018**



**Sehr geehrte Damen und Herren,**

die Fraunhofer-Gesellschaft setzte ihre erfolgreiche Entwicklung auch im Jahr 2018 fort. Das Finanzvolumen erreichte mit 2,6 Milliarden Euro einen neuen Rekordwert. Die Steigerung zum Vorjahr liegt bei kräftigen 12 Prozent. Diese kontinuierlich positive Entwicklung basiert auf einer Vielzahl an gelungenen Projekten, Initiativen und Strukturmaßnahmen, in denen innovative Ideen, Kompetenz und Motivation unserer Forschenden und Mitarbeitenden die entscheidenden Faktoren sind. Sie spiegelt die positive Resonanz bei Kunden und Politik sowie die starke Position von Fraunhofer innerhalb der Scientific Community wider.

Fraunhofer ist vor 70 Jahren gegründet worden. Wir nutzen das Jubiläum unter dem Motto »70 Jahre Fraunhofer. 70 Jahre Zukunft. #WHATSNEXT«, um unsere Wirkung als agile und kreative Forschungsorganisation zu betonen, die relevante Themen rechtzeitig erkennt und aufgreift, bevor sie für Wirtschaft und Gesellschaft wichtig werden. Aus unserer Entwicklung der vergangenen Dekaden ziehen wir Erfahrung und Selbstbewusstsein – vor allem aber freut uns, dass wir die Erfolgsgeschichte von Fraunhofer Jahr für Jahr fortschreiben können. Damit uns dies weiterhin gelingt, blicken wir nach vorn und geben uns Strukturen, die es uns ermöglichen, den Herausforderungen der Zukunft flexibel, schnell und wirksam zu begegnen.

Ein wichtiger Schritt zu unserem künftigen Erfolg sind die virtuellen Forschungseinheiten, die wir in den letzten Jahren ins Leben gerufen haben, etwa die Fraunhofer Cluster of Excellence und die Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD). Dieser Weg wird wegen der höheren Schlagkraft und der schnelleren Reaktivität solcher Einheiten in den kommenden Jahren Struktur und Arbeitsweise der Fraunhofer-Gesellschaft zunehmend prägen.

Das Synergiepotenzial einer stärkeren internen Vernetzung kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Das Projekt »Fraunhofer Digital«, das wir im letzten Jahr aufgesetzt haben, wird bei uns eine äußerst effiziente digitale Administration etablieren. Gerade in einer Organisation, deren Kernkompetenz das Erzeugen von datenbasiertem Wissen ist, erwarten wir von der Digitalisierung der internen Verwaltung und von der Datenanalyse durch Business-Intelligence-Systeme enorme Zuwächse an Effizienz, Kreativität und Know-how. Mit dieser Umstellung wird sich die datentechnische und auch die forschungstechnische Zusammenarbeit der Fraunhofer-Institute stark intensivieren.

Mit der Digitalisierung verändert sich die Arbeitswelt grundlegend; das ist eine Entwicklung, die wir proaktiv zum Nutzen aller Beteiligten beeinflussen wollen. Unter dem Begriff »New Work« – als Projekt in unserer Agenda Fraunhofer 2022 verortet – verstehen wir Arbeitskonzepte, die durch ein hohes Maß an Virtualisierung von Arbeitsmitteln, Vernetzung von Personen sowie Flexibilisierung von Arbeitsorten, -zeiten und -inhalten gekennzeichnet sind. Dies führt zu einer höheren Reaktionsgeschwindigkeit im Markt ebenso wie zu einer besseren Berücksichtigung der Wünsche und Stärken der Mitarbeitenden. Das wiederum steigert unsere Attraktivität als Arbeitgeber für kreative Köpfe und gestaltungswillige Macher, also für genau die Menschen, die wir für unsere Ziele brauchen. Und es hilft uns, die eigene hervorragende Position in Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft auch künftig zu behalten und auszubauen.

Nur mit dem großen Engagement aller Mitarbeitenden in Instituten und Zentrale sind unsere Erfolge möglich. Wenn wir die Zukunft von Fraunhofer mit Mut und Zuversicht angehen, werden wir erneut Großes für die angewandte Forschung und unsere Auftraggeber leisten – und damit auch für unser Land und für Europa!

Ihr



Reimund Neugebauer  
Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft

70 JAHRE  
FRAUNHOFER  
70 JAHRE  
ZUKUNFT  
#WHATSNEXT

## BERICHT DES VORSTANDS

- 8 Der Vorstand
- 12 Lagebericht 2018
- 42 Bericht des Senats zum Geschäftsjahr 2018
- 44 Im Fraunhofer-Senat

## AUS DER FRAUNHOFER-FORSCHUNG

- 48 Europa als Wissenschaftsgesellschaft –  
Fraunhofer als Innovationstreiber
- 54 Vom Erfinder zum visionären Gestalter –  
die künftige Rolle der Fraunhofer-Gesellschaft
- 62 Neue Initiativen und Infrastrukturen
- 70 Projekte und Ergebnisse 2018
- 94 Auszeichnungen 2018
- 100 Visionen für die Welt von morgen
- 102 Menschen in der Forschung
- 114 Unternehmen im Fraunhofer-Umfeld

## FINANZEN

- 120 Bilanz zum 31. Dezember 2018
- 122 Gewinn- und Verlustrechnung für das Geschäftsjahr 2018
- 124 Zusammenhang zwischen Gewinn- und Verlustrechnung,  
Leistungsrechnung und Einnahmen- und Ausgabenrechnung
- 126 Leistungsrechnung der Fraunhofer-Einrichtungen
- 131 Auszüge aus dem Anhang 2018
- 134 Wiedergabe des Bestätigungsvermerks des Abschlussprüfers

## SERVICE

- 140 Struktur der Fraunhofer-Gesellschaft
- 142 Mitglieder, Organe, Gremien
- 144 Fraunhofer-Verbünde
- 145 Fraunhofer-Allianzen
- 146 Weitere Initiativen und Forschungsstrukturen
- 150 Adressen Deutschland
- 152 Adressen International
- 154 Impressum



Fraunhofer  
IWM

# BERICHT DES VORSTANDS

---

DER VORSTAND

LAGEBERICHT 2018

BERICHT DES SENATS ZUM GESCHÄFTSJAHR 2018

IM FRAUNHOFER-SENAT



---

# DER VORSTAND

---

70 JAHRE  
FRAUNHOFER  
**70 JAHRE**  
**ZUKUNFT**  
#WHATSNEXT



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

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

**Reimund Neugebauer**

Präsident, Unternehmenspolitik, Forschung, Technologiemarketing, Geschäftsmodelle

Der Vorstand



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

Prof. Dr. rer. publ. ass. iur.  
**Alexander Kurz**  
Vorstand für Personal, Recht und Verwertung



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

Dipl.-Kfm.

**Andreas Meuer**

Vorstand für Controlling und Digitale Geschäftsprozesse

---

# LAGEBERICHT 2018

---

## **Strategie und Rahmenbedingungen**

Profil der Fraunhofer-Gesellschaft	14
Strategische Initiativen	15
Wissenschaftspolitische Rahmenbedingungen	16

## **Wirtschaftliche Entwicklung**

Finanzvolumen	19
Vertragsforschung	19
Vertragsforschung der Fraunhofer-Verbünde	23
Verteidigungsforschung	23
Ausbauinvestitionen	25
Vermögens- und Finanzlage	25
Beteiligungen und Ausgründungen	26
Internationales	27
Schutzrechtsverwertung	30

## **Corporate Responsibility**

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter	31
Diversity	33
Gesellschaftliches Engagement	35
Governance	35
Forschung und Entwicklung	36
Ressourcen und Beschaffung	37

## **Risiken und Ausblick**

Risikomanagement und Risiken	38
Ausblick	41

**Eckdaten: Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft 2018 in Mio €**

	2017	2018	Veränderung	
<b>Finanzvolumen nach Leistungsbereich</b>	<b>2286</b>	<b>2551</b>	<b>+265</b>	<b>+12 %</b>
Vertragsforschung	1992	2168	+176	+9 %
Verteidigungsforschung	121	128	+7	+6 %
Ausbauinvestitionen	173	255	+82	+47 %
<b>Finanzvolumen nach Haushalt</b>	<b>2286</b>	<b>2551</b>	<b>+265</b>	<b>+12 %</b>
Betriebshaushalt	1940	2106	+166	+9 %
darin Personalaufwendungen	1260	1362	+102	+8 %
darin Sachaufwendungen	640	698	+58	+9 %
darin Rücklagenveränderung <sup>1</sup>	40	46	+6	+15 %
Investitionshaushalt <sup>2</sup>	346	445	+99	+29 %
<b>Projekterträge nach Leistungsbereich</b>	<b>1596</b>	<b>1677</b>	<b>+81</b>	<b>+5 %</b>
Vertragsforschung	1466	1486	+20	+1 %
darin Wirtschaftserträge	711	723	+12	+2 %
darin Öffentliche Erträge <sup>3</sup>	755	763	+8	+1 %
Verteidigungsforschung	57	60	+3	+5 %
Ausbauinvestitionen	73	131	+58	+79 %
<b>Auslandserträge<sup>4</sup></b>	<b>279</b>	<b>293</b>	<b>+14</b>	<b>+5 %</b>
<b>Patentanmeldungen (Anzahl)</b>	<b>602</b>	<b>612</b>	<b>+10</b>	<b>+2 %</b>
<b>Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (Personen)</b>	25 327	<b>26 648</b>	+1321	+5 %

1 Veränderung des Sonderpostens »Rücklage aus Lizenzenträgen für satzungsgemäße Zwecke«.

2 Laufende Investitionen in den Leistungsbereichen Vertrags- und Verteidigungsforschung sowie Ausbauinvestitionen.

3 Beinhaltet Bund, Länder, EU und sonstige Erträge.

4 Ohne Lizenzenträgen und ohne Erträge der selbstständigen Auslandsgesellschaften mit Dritten (2018: 31 Mio €).

# STRATEGIE UND RAHMENBEDINGUNGEN

## Profil der Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. mit Hauptsitz in München wurde 1949 gegründet und betreibt als gemeinnütziger Verein anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung (FuE) zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas.

Fraunhofer betreibt deutschlandweit 72 Fraunhofer-Institute und -Einrichtungen. Mehr als 26 600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erwirtschaften ein jährliches Finanzvolumen von 2,6 Mrd €. Davon entfallen knapp 2,2 Mrd € auf den **Leistungsbereich Vertragsforschung**. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund 30 Prozent werden im Finanzierungsverhältnis 90:10 durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und die Länder als Grundfinanzierung bereitgestellt.

Im **Leistungsbereich Verteidigungsforschung** werden die FuE-Tätigkeiten von sieben Fraunhofer-Instituten zusammengefasst, die vom Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) finanziert werden. Investitionen in die bauliche Infrastruktur und die Erstausstattung der Fraunhofer-Institute werden im **Leistungsbereich Ausbauinvestitionen** erfasst.

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

Zur Abstimmung institutsübergreifender FuE-Strategien organisieren sich fachlich verwandte Fraunhofer-Institute in acht kompetenzbasierten **Fraunhofer-Verbünden**:

- Innovationsforschung – INNOVATION
- IUK-Technologie
- Life Sciences
- Light & Surfaces
- Mikroelektronik
- Produktion
- Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS sowie
- Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS

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

Auf Ebene der Gesamtorganisation werden innovative Geschäftsfelder und Technologietrends mit großem Marktpotenzial und hoher gesellschaftlicher Relevanz identifiziert und über interne Forschungsprogramme proaktiv weiterentwickelt.

Den **Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern** bietet Fraunhofer die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen an ihren Instituten sowie in der Wissenschaft und Wirtschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

**International** sorgen selbstständige Fraunhofer-Auslandsgesellschaften und Repräsentanzen sowie Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

## Strategische Initiativen

Die Fraunhofer-Gesellschaft setzt ihre erfolgreiche wirtschaftliche und wissenschaftliche Entwicklung der letzten Jahre fort. Dieser Erfolg wird deutlich am quantitativen Wachstum und an der qualitativen Verbreiterung und Vertiefung des FuE-Portfolios. Das Ziel »Impact steigern durch Exzellenz und Synergie« der **Agenda Fraunhofer 2022** wird konsequent weiterverfolgt. Im Jahr 2018 wurden insbesondere Instrumente und Prozesse eingeführt, um das Corporate Management zu verstärken, d. h. eine intensivere Koordination übergreifender Themen zentral durch den Vorstand. Dazu gehören die Prioritären Strategischen Initiativen, die Fraunhofer Cluster of Excellence und als verstärktes Transferinstrument auch die Leistungszentren.

Die sieben **Prioritären Strategischen Initiativen (PSI)** der Agenda 2022 bündeln institutsübergreifend die Kompetenzen in strategisch wichtigen Themen mit hoher Relevanz für Wirtschaft und Gesellschaft, beispielsweise in der Batteriezellfertigung, in der Quantentechnologie oder in der Künstlichen Intelligenz und Datensouveränität. Für die PSI wurden im Jahr 2018 Management-Tandems zwischen den Instituten und der Zentrale gebildet und konkrete Ziele formuliert, etwa eine führende Position in der Wissenschaft zu erreichen, signifikante Erträge aus der Wirtschaft zu generieren oder die Wahrnehmung eines Themas in der Gesellschaft zu erhöhen.

Die **Fraunhofer Cluster of Excellence** fördern die institutsübergreifende Entwicklung wichtiger Forschungsthemen und entsprechen virtuellen Kompetenzzentren mit agilen Strukturen, die sich über mehrere Standorte verteilen. Im Jahr 2018 kamen der Cluster »Circular Plastics Economy« und der Cluster »Integrated Energy Systems« hinzu. Sie entwickeln Innovationen im Bereich der Kunststoff-Kreislaufwirtschaft und der erneuerbaren Energien.

Die 17 **Leistungszentren** organisieren an ihren jeweiligen Standorten themenspezifisch den Schulterschluss der universitären und außeruniversitären Forschung mit der Wirtschaft. Ihre Partner – Fraunhofer-Institute, Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Unternehmen – haben gemeinsame Transfer-Roadmaps mit verbindlichen Zielen erarbeitet. Bis Mitte 2019 werden die Leistungszentren zum Ende ihrer zweijährigen Pilotphase evaluiert. Im Jahr 2018 wurden acht Leistungszentren positiv evaluiert.

Fraunhofer ist in der deutschen Forschungslandschaft exzellent vernetzt. Seit 2018 bestehen **institutionalisierte Kooperationsprogramme mit allen vier großen Forschungsorganisationen** in Deutschland. Das 2018 neu angelaufene Transferförderprogramm mit der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert trilaterale Kooperationsformate zwischen Fraunhofer-Instituten, Universitäten und Industriepartnern. Hieron profitieren vor allem kleine und mittlere Unternehmen (KMU), denen häufig eigene Schnittstellen zur Grundlagenforschung fehlen. Mit der Helmholtz-Gemeinschaft und der Hochschulmedizin bildet Fraunhofer Konsortien in einem Proof-of-Concept-Pilotprogramm, um neue Therapie- und Diagnostikverfahren aus der präklinischen Forschung in die klinische Entwicklung zu überführen. Vier Kooperationsprojekte wurden 2018 zur Förderung ausgewählt. Mit der Leibniz-Gemeinschaft setzt Fraunhofer das vom BMBF geförderte Investitionsprogramm der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) um. Das seit 2005 existierende Max-Planck-Kooperationsprogramm adressiert risikoreiche Vorhaben der Vorlaufforschung.

Auch die **Vernetzung mit Hochschulen und Universitäten** wurde 2018 weiter ausgebaut und durch flexible Modelle den jeweiligen Erfordernissen der Partnerschaft angepasst. Neben den gemeinsamen Berufungen (90 Prozent der Institutsleitungen haben eine Universitätsanbindung) gibt es nunmehr weitere 249 Anbindungen von Fraunhofer-Instituten auf der Ebene der Abteilungsleitungen.

Das Projekt »NewWork@Fraunhofer« leistet einen Beitrag zur Weiterentwicklung der Arbeitswelt und gibt Impulse für deren zukunftsorientierte Gestaltung. Vor dem Hintergrund der Digitalisierung der Arbeitswelt wird es agilitätsförderliche, vernetzte und ort- wie zeitflexible Arbeitsformen etablieren. Dadurch werden die Arbeitgeberattraktivität, die Leistungsfähigkeit und die Innovationskraft von Fraunhofer gesteigert. Nach einer aktuellen Bestandsaufnahme im Jahr 2018 sollen 2019 neue Arbeitsformen pilotaft eingeführt werden.

Zur Steigerung der internationalen Vernetzung hat Fraunhofer das **Mobilitätsprogramm »CONNECT«** neu eingeführt. Es ermöglicht Fraunhofer-Mitarbeitenden aus dem Wissenschafts- und Verwaltungsbereich einen Aufenthalt an Fraunhofer-Einrichtungen im Ausland von bis zu einem halben Jahr. Dieser Austausch stärkt das weltweite Fraunhofer-Netzwerk und ermöglicht den Mitarbeitenden eine Qualifizierung und Kompetenzerweiterung.

Die Initiative »**Fraunhofer Digital**« wurde 2018 gestartet mit dem Ziel, ein neues, zukunftsweisendes Forschungsmanagementsystem aufzubauen, das eine verbesserte interne und externe Kooperation ermöglicht. Dabei wurde die Abstimmung und Anpassung aller verwaltungstechnischen Fraunhofer-Geschäftsprozesse vorangetrieben, um sie entsprechend digital abilden zu können. Die drei Teilprojekte »Umstellung des ERP-Systems«, »Business Intelligence« und »Fraunhofer-Datenraum« tragen dazu bei, über eine intelligente Verknüpfung interner und externer Daten, Fraunhofer innovativer, kundenfreundlicher, leistungsfähiger und effizienter zu machen. Zusammenhänge zwischen Markt- und Kundendaten und den Fraunhofer-Assets sollen schnell und klar erkennbar sein und eine verbesserte Portfoliosteuerung auf zentraler sowie Institutsebene ermöglichen sowie neue Geschäftsmodelle fördern.

---

### **Wissenschaftspolitische Rahmenbedingungen**

---

Die 2018 veröffentlichte **Hightech-Strategie 2025** bündelt unter dem Motto »Köpfe. Kompetenzen. Innovationen.« die Förderung der Bundesregierung zu Forschung und Innovation. Ihre inhaltlichen Eckpfeiler sind die Ausrichtung der Forschung auf die großen gesellschaftlichen Herausforderungen, die Weiterentwicklung der Zukunftskompetenzen in Deutschland, der Wandel hin zu einer offenen Innovations- und Wagniskultur sowie die Ausrichtung der Forschungs- und Innovationspolitik an 12 Missionen. Die Umsetzung und Weiterentwicklung der Hightech-Strategie 2025 wird inhaltlich und strategisch durch das Hightech-Forum unterstützt, ein Beratungsgremium aus Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft. Der Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer und BMBF-Staatssekretär Christian Luft wurden als gemeinsame Vorsitzende des Gremiums berufen.

Der **Innovationsdialog** wird auch in der aktuellen Legislaturperiode neue Entwicklungen, Erkenntnisse und Trends im Innovationskreislauf, national und international, beobachten und eine interne Beratung der Bundesregierung zu Fragen der Innovations- und Forschungspolitik entwickeln. Bundeskanzlerin Angela Merkel hat erneut Prof. Dr. Neugebauer in den Steuerkreis berufen. Am 3. Dezember 2018 kamen die Bundeskanzlerin, Forschungsministerin Anja Karliczek, Wirtschaftsminister Peter Altmaier, Kanzleramtschef Helge Braun und Staatssekretär Werner Gatzer in Vertretung von Finanzminister Olaf Scholz im Bundeskanzleramt mit Vertreterinnen und Vertretern aus Wirtschaft und Wissenschaft zum ersten Innovationsdialog der laufenden Wahlperiode zusammen. Im Mittelpunkt der Diskussion standen die Stärken und Schwächen des deutschen Innovationssystems im internationalen Vergleich. Außerdem wurde der Beitrag von Innovationen zur Lösung großer gesellschaftlicher Herausforderungen am Beispiel der Kreislaufwirtschaft diskutiert.

»Arbeitswelten der Zukunft« ist das medial wie gesellschaftlich stark beachtete Thema des aktuellen BMBF-Wissenschaftsjahres. Bereits Forschungsministerin Prof. Dr. Johanna Wanka wandte sich vor rund zwei Jahren im Rahmen der Fraunhofer-Jahrestagung direkt an die Fraunhofer-Gesellschaft und rief zu einer starken Unterstützung auf. Fraunhofer sei wie keine andere Forschungseinrichtung in der Lage, die Zukunft der Arbeit technologisch und soziotechnisch mitzustalten. Auch Ihre Nachfolgerin, Bundesforschungsministerin Anja Karliczek, betonte, dass Forschung bei den Bürgerinnen und Bürgern ankommen muss. Die Fraunhofer-Gesellschaft wurde daher in den Begleitkreis des BMBF zum Wissenschaftsjahr berufen.

Mit dem Ziel, die aktuelle Debatte und künftige Agenda über die Entwicklung der Arbeitswelt entscheidend mitzuprägen, wurde die **Fraunhofer-Erlebniswelt #Zukunftsarbeit** entwickelt. In der interaktiven Ausstellung wurden potenzielle technologische Lösungen aus den Fraunhofer-Laboren gezeigt, die vor Ort ausprobiert werden konnten. Landesweite Medienberichte erweiterten ihren Radius. 21 Fraunhofer-Institute waren Teil der Erlebniswelt. BITKOM, BMBF, VDMA, DGPF, vdi und gematik steuerten eigene Veranstaltungen im Fraunhofer-Forum Berlin bei. Den Besuchern in Berlin, sowie im Anschluss daran auch in Brüssel und Stuttgart, bot die Fraunhofer-Erlebniswelt #Zukunftsarbeit die Gelegenheit, die Rolle der anwendungsorientierten Forschung bei der Lösung der Herausforderungen des Arbeitsplatzes und Arbeitsmarktes von morgen zu erleben und auszuprobieren. Die Fraunhofer-Studie »Zukunftsarbeit – Zukunftsbilder und Handlungsfelder« fasst wesentliche Ergebnisse zusammen und formuliert politische Handlungsempfehlungen zur Arbeit der Zukunft in Produktion und Gesundheit.

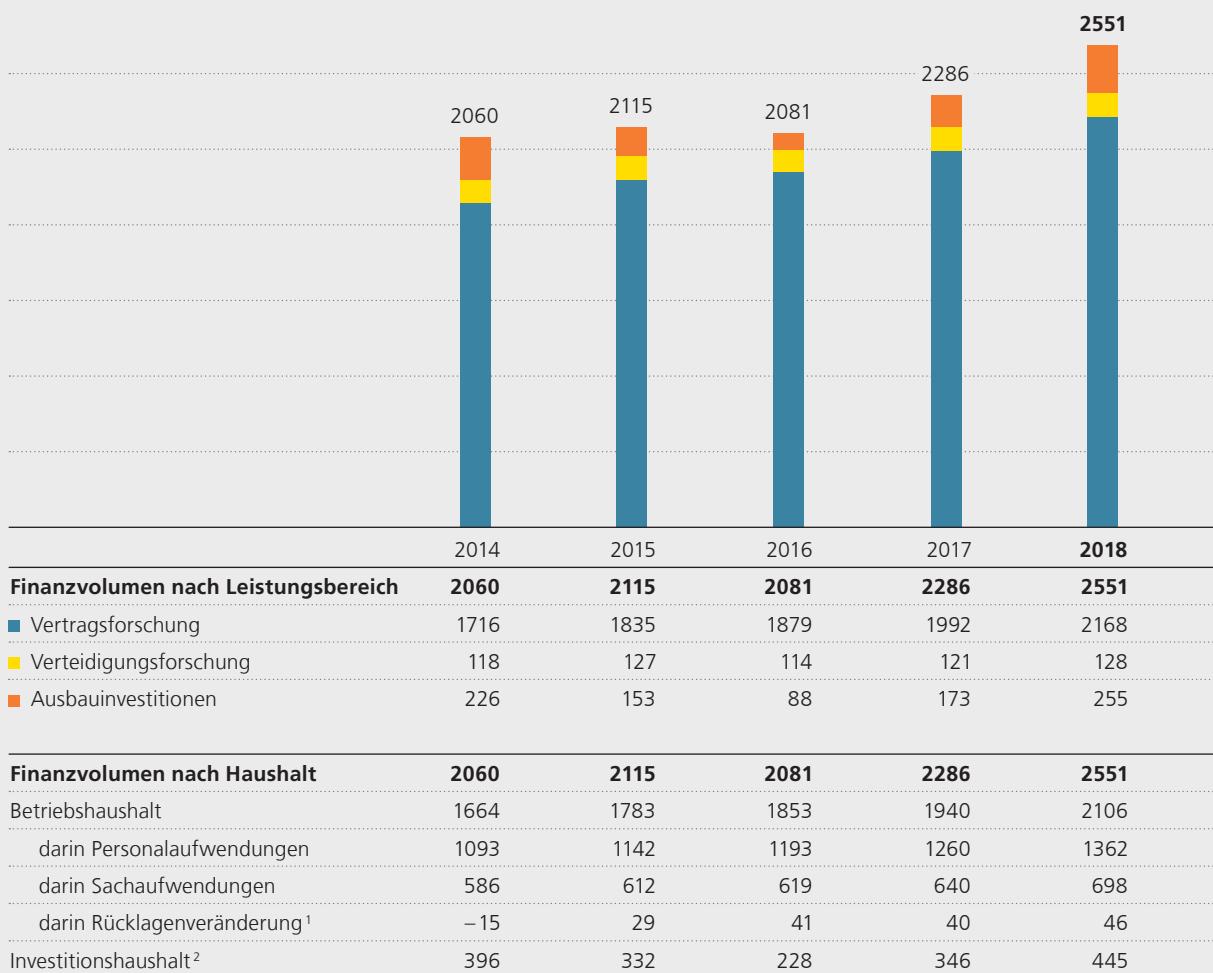
Die Förderung von Bildung und Forschung blieb ein wichtiger politischer Schwerpunkt. Der Fraunhofer-Gesellschaft wurde ermöglicht, dieses gemeinsame Ziel noch breiter zu unterstützen. Auf Basis der **Erhöhung der Grundfinanzierung** um 67 Mio € durch Bund und Länder im Jahr 2017, erhielt Fraunhofer auch 2018 einen gesteigerten Forschungsetat. Die jährliche Steigerung der gemeinsamen Grundfinanzierung in Höhe von 3 Prozent wird gemäß dem Pakt für Forschung und Innovation III durch das BMBF getragen. Die erhöhte Grundfinanzierung wurde 2018 vor allem zur Finanzierung wichtiger strategischer Initiativen verwendet. Der in den letzten Jahren tendenziell rückläufige Anteil der Grundfinanzierung am Haushalt der Vertragsforschung liegt dadurch nun wieder im Rahmen des erfolgreichen Fraunhofer-Modells.

Der Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages hat Ende 2018 eine **zusätzliche Grundfinanzierung** für 2019 in Höhe von 14,8 Mio € aus BMBF-Mitteln beschlossen. Die Mittel dienen der Finanzierung dreier Sondertatbestände in den Forschungsbereichen »Energieinfrastruktur und Geothermie«, »Smart Ocean« sowie »Translationale Neuroinflammation«. Für deren Umsetzung wird Fraunhofer im Jahresverlauf 2019 strategische Konzepte erarbeiten.

Darüber hinaus wurde 2018 durch das BMBF und das Land Hessen beschlossen, das in Darmstadt seit 2015 etablierte **»Center for Research in Security and Privacy« (CRISP)** zu einem nationalen Forschungs- und Kompetenzzentrum für angewandte Cybersicherheit CRISP auszubauen. Das BMBF und das Land Hessen stellen dafür beginnend im Jahr 2019 eine gemeinsame institutionelle Förderung zur Verfügung.

# WIRTSCHAFTLICHE ENTWICKLUNG

Finanzvolumen der Fraunhofer-Gesellschaft in Mio €



1 Veränderung des Sonderpostens »Rücklage aus Lizenzenträgen für satzungsgemäße Zwecke«.

2 Laufende Investitionen in den Leistungsbereichen Vertrags- und Verteidigungsforschung sowie Ausbauinvestitionen.

## Finanzvolumen

Das Jahr 2018 verlief für Fraunhofer wirtschaftlich sehr erfolgreich. Gegenüber dem Vorjahr wuchs das Finanzvolumen um 12 Prozent auf 2551 Mio €, wobei der Haushalt in allen drei Leistungsbereichen deutlich zulegte. Auf die Vertragsforschung entfielen 2168 Mio €, auf die Verteidigungsforschung 128 Mio € und auf die Ausbauinvestitionen 255 Mio €. Die Projektterträge verzeichneten ebenfalls ein Plus von 5 Prozent und summierten sich über alle Leistungsbereiche hinweg auf 1677 Mio €. Die drei Leistungsbereiche werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

Das Finanzvolumen basiert auf der Leistungsrechnung, die den Anforderungen der Zuwendungsgeber entspricht und den Betriebshaushalt sowie die Investitionen zusammenfasst. Der Betriebshaushalt beinhaltet die Personal- und Sachaufwendungen im kaufmännischen Sinn sowie die Veränderung des Sonderpostens »Rücklage aus Lizenzenträgen für satzungsgemäße Zwecke«. Die Investitionen werden in Höhe der Ausgaben zum Anschaffungszeitpunkt erfasst, sodass Abschreibungen in der Leistungsrechnung nicht enthalten sind.

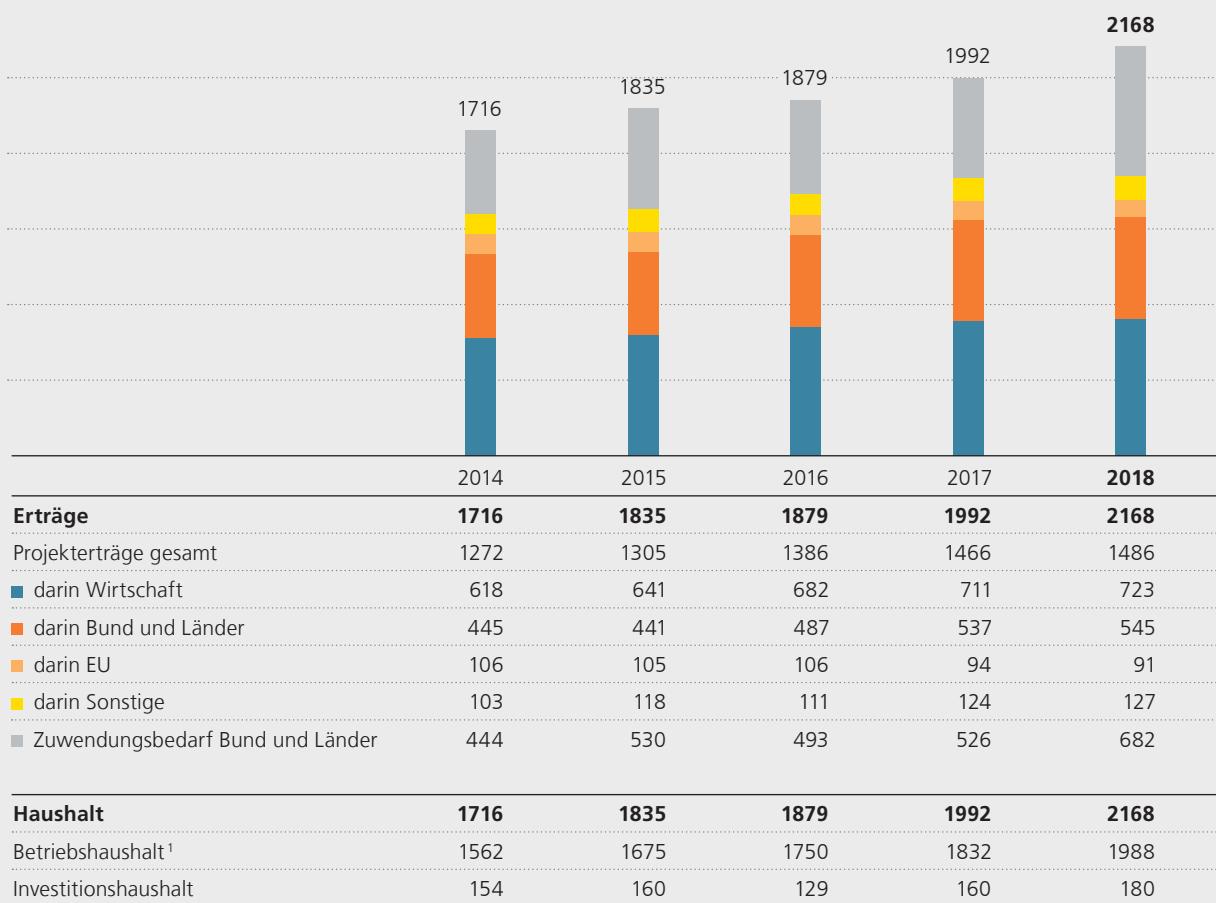
Das Finanzvolumen war 2018 stärker als im Vorjahr durch Investitionen geprägt. Mit insgesamt 445 Mio € investierte Fraunhofer 29 Prozent mehr als im Vorjahr und konnte damit wieder auf das Niveau in früheren Jahren aufschließen. Im Betriebshaushalt stiegen die Personalaufwendungen um 8 Prozent auf 1362 Mio €, was durch ein Personalwachstum um rund 1300 Beschäftigte bzw. 5,2 Prozent sowie eine Tarifsteigerung um 3,2 Prozent zum 1. März 2018 bedingt war. Die Sachaufwendungen lagen mit 698 Mio € rund 9 Prozent über dem Vorjahr. Der Sonderposten »Rücklage aus Lizenzenträgen für satzungsgemäße Zwecke« erhöhte sich um 46 Mio €.

## Vertragsforschung

Mit einem Anteil von rund 85 Prozent am Finanzvolumen fasst der Leistungsbereich Vertragsforschung das Kerngeschäft von Fraunhofer zusammen. Dazu zählen missionsgemäß die Auftragsforschung für die Industrie, öffentlich finanzierte Förderprojekte sowie die grundfinanzierte Vorlaufforschung. Die Grundfinanzierung wird als institutionelle Förderung gemeinsam vom BMBF und den Ländern im Verhältnis 90:10 bereitgestellt. Neue Projektgruppen und Forschungseinrichtungen werden zumeist während einer fünfjährigen Aufbauphase vom jeweiligen Sitzland anschubfinanziert.

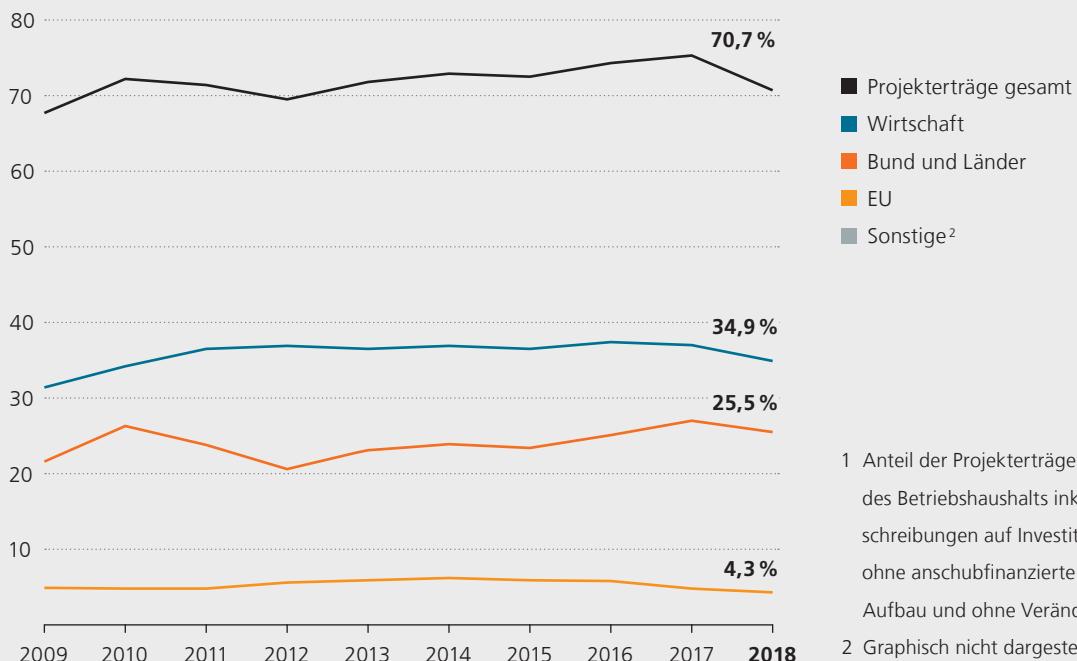
Der Haushalt der Vertragsforschung wuchs 2018 gegenüber dem Vorjahr um 9 Prozent auf 2168 Mio €. Davon entfielen 1988 Mio € auf den Betriebshaushalt, der um 9 Prozent stieg, sowie 180 Mio € auf die laufenden Investitionen, die 13 Prozent zunahmen. Das Wachstum finanzierte sich überwiegend aus der Grundfinanzierung. Der Zuwendungsbedarf erhöhte sich um 30 Prozent auf 682 Mio €. Fraunhofer setzt damit wichtige Initiativen um, etwa den Aufbau der Fraunhofer Cluster of Excellence, neue Leitprojekte sowie Prioritäre Strategische Initiativen.

Gemäß dem Fraunhofer-Modell finanziert sich die Vertragsforschung zu über zwei Dritteln aus Projektterträgen. In Summe lagen diese 2018 bei 1486 Mio €. Die Wirtschaftserträge erhöhten sich um 2 Prozent auf 723 Mio €. Die darin enthaltenen Erträge aus Aufträgen der Industrie konnte Fraunhofer mit einem Plus von 8 Prozent auf 614 Mio € deutlich steigern. Demgegenüber lagen die Lizenzenträgen aufgrund ausgelaufener Verträge mit 109 Mio € unterhalb des Vorjahrs. Die Erträge aus der Projektförderung von Bund und Ländern konnten um 1 Prozent auf 545 Mio € gesteigert werden. Auf den Bund entfielen 395 Mio € und auf die Länder 150 Mio €.

**Vertragsforschung: Erträge und Haushalt in Mio €**

1 Inkl. Veränderung des Sonderpostens »Rücklage aus Lizenzverträgen für satzungsgemäße Zwecke« (2018: 46 Mio €, Vorjahr: 40 Mio €).

## Vertragsforschung: Finanzierungsanteile der Projekterträge in %<sup>1</sup>



1 Anteil der Projekterträge an der Finanzierung des Betriebshaushalts inkl. kalkulatorischer Abschreibungen auf Investitionen. Berechnung ohne anschubfinanzierte Einrichtungen im Aufbau und ohne Veränderung der Rücklage.

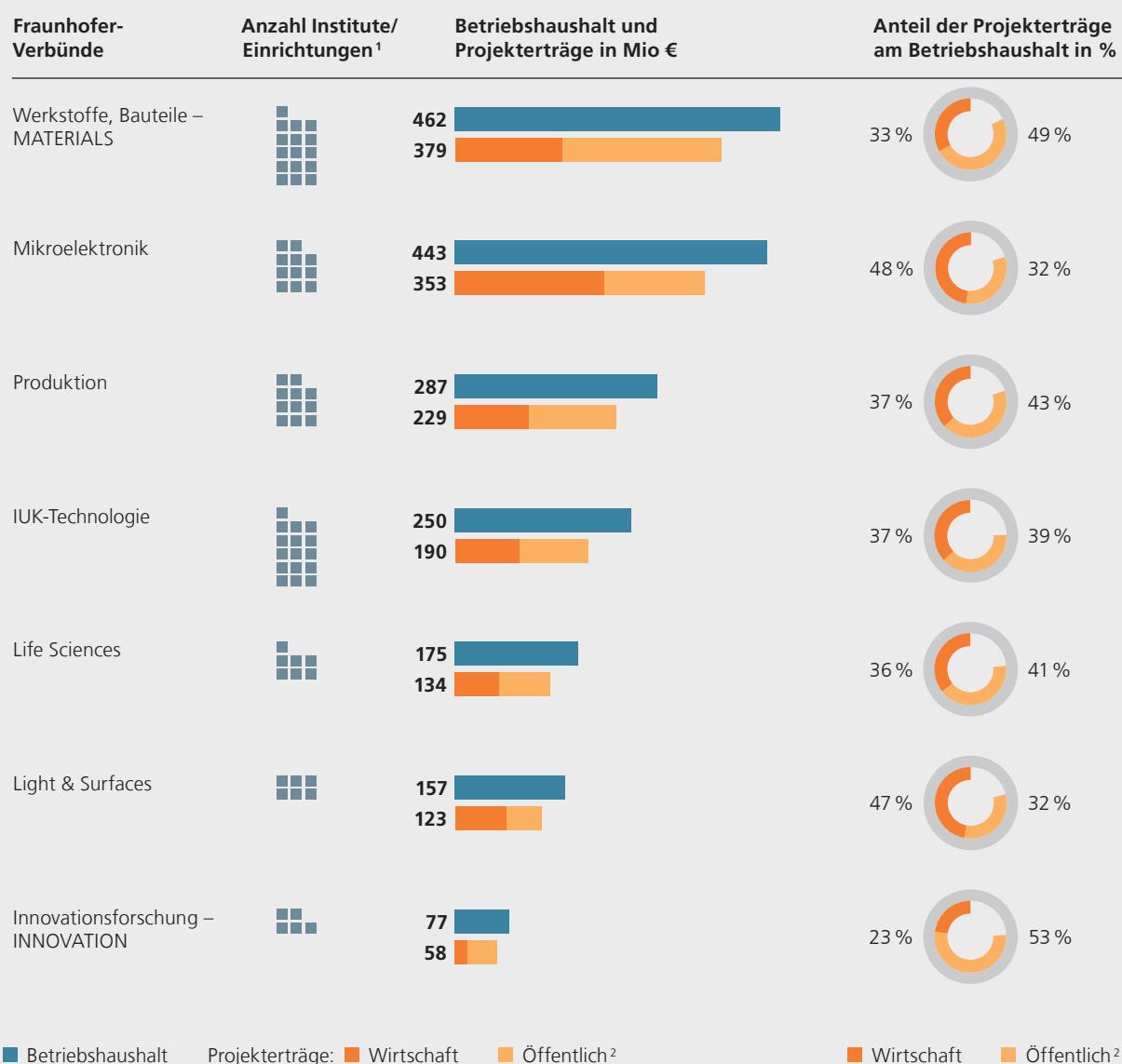
2 Graphisch nicht dargestellt, 2018: 6,0 %.

Die EU-Erträge gingen leicht zurück auf 91 Mio €. Die steigenden Einnahmen aus Horizon 2020 konnten die Ertragsrückgänge anderer planmäßig auslaufender Forschungsrahmenprogramme noch nicht ausgleichen. Die sonstigen Erträge lagen bei 127 Mio €.

Der hohe Finanzierungsanteil extern eingeworbener Projekt-erträge ist sowohl ein Erfolgskriterium der Fraunhofer-Institute als auch ein Alleinstellungsmerkmal der Fraunhofer-Gesellschaft sowie ein Indikator für einen ausgewogenen Finanzierungsmix in der Vertragsforschung.

Durch ein anhaltend starkes Wachstum der Projekterträge war ihr Finanzierungsanteil in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen und der Grundfinanzierungsanteil tendenziell rückläufig. Durch die Erhöhung der Grundfinanzierung lag die Finanzierung im Jahr 2018 wieder im Rahmen des erfolgreichen Fraunhofer-Modells. Der Finanzierungsanteil der gesamten Projekterträge lag bei 70,7 Prozent. Die Wirtschaftserträge trugen 34,9 Prozent zur Finanzierung bei. Auf die Projektförderung von Bund und Länder entfielen 25,5 Prozent, auf die EU-Erträge 4,3 Prozent und auf die sonstigen Erträge 6,0 Prozent.

Vertragsforschung: Leistungsrechnung der Fraunhofer-Verbünde 2017



1 Stand 1.1.2019 und inkl. Vertragsforschung der sieben verteidigungsbezogenen Fraunhofer-Institute.

2 Beinhaltet Bund, Länder, EU und sonstige Erträge.

---

### **Vertragsforschung der Fraunhofer-Verbünde**

---

Im Leistungsbereich Vertragsforschung kooperieren die 72 Fraunhofer-Institute und -Einrichtungen in sieben kompetenzbasierten Fraunhofer-Verbünden. Hierin enthalten ist auch die Vertragsforschung der verteidigungsbezogenen Fraunhofer-Institute, die sich zusätzlich im Fraunhofer-Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS zusammengeschlossen haben. Die Organisation fachlich verwandter Institute in den Verbünden ermöglicht die abgestimmte Beschaffung und Nutzung strategischer Geräte-Investitionen und einen gemeinsamen Marktauftritt.

Mit einem Betriebshaushalt von 462 Mio € ist der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS der wirtschaftlich größte Verbund. Knapp dahinter folgt mit einem Betriebshaushalt von 443 Mio € der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik. Auch bei den Anteilen der Projekterträge am Betriebshaushalt (ohne Abschreibungen auf Investitionen) belegen die beiden Verbünde Spitzensätze. Während der Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS 49 Prozent seines Betriebshaushalts aus öffentlichen Erträgen finanziert, weist der Verbund Mikroelektronik mit 48 Prozent den höchsten Anteil bei den Wirtschaftserträgen auf.

Der im Jahr 2017 gegründete Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung – INNOVATION, mit inzwischen fünf Mitgliedsinstituten, entwickelte sich 2018 weiter positiv und wuchs um 10 Prozent auf einen Betriebshaushalt von 77 Mio €. Seine sozioökonomische Ausrichtung auf die Beratung von Politik und öffentlichen Auftraggebern zu Forschungsstrategien und Innovationsprozessen zeigt sich in einem sehr hohen Anteil der öffentlichen Erträge am Betriebshaushalt von 53 Prozent.

---

### **Verteidigungsforschung**

---

Im Leistungsbereich Verteidigungsforschung werden die FuE-Tätigkeiten der sieben Fraunhofer-Institute im Fraunhofer-Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS zusammengefasst, die durch das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) grundfinanziert oder projektbezogen finanziert werden. Ziel dieser Forschung ist es, Menschen, Infrastrukturen und Umwelt bestmöglich vor potenziellen militärischen bzw. terroristischen Sicherheitsbedrohungen zu schützen. Die verteidigungsbezogenen Institute sind darüber hinaus auch in der Vertragsforschung tätig und entwickeln zusammen mit der Wirtschaft und öffentlichen Auftraggebern erfolgreiche Lösungen für zivile Anwendungsgebiete. Gleichzeitig wird so das Konzept der Dual-Use-Forschung gefördert und eine ganzheitliche Perspektive auf das Thema Sicherheit ermöglicht.

Der Haushalt der Verteidigungsforschung wuchs gegenüber dem Vorjahr um 6 Prozent auf 128 Mio €. Davon entfielen 118 Mio € auf den Betriebshaushalt, der um 9 Prozent stieg, sowie 10 Mio € auf die laufenden Investitionen. Im Haushalt stiegen dabei sowohl die Projektförderung als auch die Grundfinanzierung. Die Erträge aus der Projektförderung stiegen um 5 Prozent auf 60 Mio €. Der Zuwendungsbedarf aus der Grundfinanzierung stieg in etwa gleicher Höhe auf 68 Mio €.

Inklusive den Vertragsforschungstätigkeiten hatte der Fraunhofer-Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS einen Betriebshaushalt von 213 Mio € bei einem Finanzierungsanteil der Wirtschaftserträge von 16 Prozent und einem Anteil der öffentlichen Erträge von 48 Prozent.

## Lagebericht 2018

## Verteidigungsforschung: Haushalt und Erträge in Mio €

	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Haushalt</b>	<b>118</b>	<b>127</b>	<b>114</b>	<b>121</b>	<b>128</b>
Betriebshaushalt	102	108	104	108	118
Investitionsshaushalt	16	19	10	13	10
<b>Erträge</b>	<b>118</b>	<b>127</b>	<b>114</b>	<b>121</b>	<b>128</b>
Projektförderung BMVg	58	64	49	57	60
Zuwendungsbedarf BMVg	60	63	65	64	68

## Ausbauinvestitionen: Investitionschaushalt und Erträge in Mio €

	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Investitionschaushalt</b>	<b>226</b>	<b>153</b>	<b>88</b>	<b>173</b>	<b>255</b>
■ Baumaßnahmen (Groß- und Kleinbau)	179	118	62	98	132
■ Erstausstattung	47	35	26	27	34
■ Forschungsfabrik					
Mikroelektronik Deutschland (FMD)				48	89
<b>Erträge</b>	<b>226</b>	<b>153</b>	<b>88</b>	<b>173</b>	<b>255</b>
Projektförderung EFRE <sup>1</sup> und Sonstige	54	28	16	25	42
Projektförderung BMBF für FMD				48	89
Zuwendungsbedarf Bund und Länder	172	125	72	100	124

<sup>1</sup> EFRE = Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

## Ausbauinvestitionen

In den Ausbauinvestitionen sind die Baumaßnahmen sowie Erstausstattungen mit wissenschaftlichen Geräten und Mobiliar erfasst. Darüber hinaus sind auch die Investitionen in die wissenschaftlichen Geräte der »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland« (FMD) enthalten, die in Kooperation von 11 Fraunhofer-Instituten und 2 Leibniz-Instituten über mehrere Jahre hinweg aufgebaut wird. In Summe beliefen sich die Ausbauinvestitionen 2018 auf 255 Mio €.

Darin enthalten sind 89 Mio € für wissenschaftliche Geräte der FMD, wofür in gleicher Höhe Projekterträge aus Fördermitteln des BMBF resultieren. Für den Aufbau der FMD stellt das BMBF über den gesamten Projektzeitraum 350 Mio € bereit, von denen auf Fraunhofer 280 Mio € und auf die beiden Leibniz-Institute 70 Mio € entfallen. Die FMD stärkt mit der Mikroelektronik-Forschung eine deutsche Schlüsselindustrie und erneuert deren Geräteinfrastruktur.

Die Investitionen in Bau und Erstausstattung holten im Vergleich zu Vorjahren wieder deutlich auf. Die Bauinvestitionen stiegen gegenüber dem Vorjahr in Summe um 34 Mio € auf 132 Mio €. Davon entfielen auf Großbauprojekte 104 Mio € und auf Kleinbauprojekte 28 Mio €. Die Investitionen in die Erstausstattung stiegen um 7 Mio € auf 34 Mio €.

Großbauten und deren Erstausstattung werden vom Bund und dem jeweiligen Sitzland 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 124 Mio €. Bei den Projekterträgen entfielen 29 Mio € auf EFRE-Mittel der Länder und 13 Mio € auf sonstige Erträge.

## Vermögens- und Finanzlage

Zum 31. Dezember 2018 belief sich die Bilanzsumme auf 3446 Mio € und lag 8 Prozent bzw. 260 Mio € über dem Vorjahr. Die Bilanzsumme entfällt zu 99,5 Prozent auf das in der ordentlichen Rechnung geführte Vermögen und zu 0,5 Prozent auf das Vereinsvermögen.

Das **Anlagevermögen** macht 62 Prozent der Aktiva aus und erhöhte sich um 155 Mio € auf 2136 Mio €. Die Erhöhung ist vor allem dadurch bedingt, dass die Investitionen in die Sachanlagen die darauf entfallenden Abschreibungen überstiegen. Das Sachanlagevermögen stieg um 127 Mio € auf 2060 Mio €.

Das **Umlaufvermögen** macht 35 Prozent der Aktiva aus und erhöhte sich um 24 Mio € auf 1217 Mio €. Der geringe Anstieg ist maßgeblich dadurch bedingt, dass sich der Kassenbestand gegenüber Vorjahr zum Bilanzstichtag um 22 Mio € auf 163 Mio € (einschließlich Bankguthaben) verringert hat. Hier von wurden 69 Mio € als Selbstbewirtschaftungsmittel in das Folgejahr übertragen. Der Bestand an Wertpapieren erhöhte sich um 46 Mio € und entspricht mit 385 Mio € der Rücklage aus Lizenzenträgen. Die Forderungen gegenüber Bund und Ländern aus der Projektabrechnung sanken um 11 Mio €.

Das **Eigenkapital** erhöhte sich leicht und setzt sich zusammen aus dem nicht zuwendungsfinanzierten Vereinskapital in Höhe von 15 Mio € und den Rücklagen für satzungsgemäße Zwecke in Höhe von 1 Mio €. Zum wirtschaftlichen Eigenkapital zählen darüber hinaus drei bilanzielle Sonderposten: Der Sonderposten Zuwendungen zum Anlagevermögen erhöhte sich um 156 Mio € auf 2121 Mio €. Der Sonderposten Rücklage aus Lizenzenträgen für satzungsgemäße Zwecke stieg um 46 Mio € auf 385 Mio €. Der Sonderposten für den Barwert der Teilzahlungen aus einem Patentverkauf betrug 69 Mio €. Ihnen stehen auf der Aktivseite sonstige Forderungen in gleicher Höhe gegenüber.

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 265 Mio € belief.

Die **Rückstellungen** stiegen um 16 Mio € auf 174 Mio €, wovon 38 Mio € auf Rückstellungen mit Laufzeiten von mehr als einem Jahr entfielen. Für Pensions- und Urlaubsrückstellungen in Höhe von 72 Mio € wurden auf der Aktivseite Ausgleichsansprüche gegenüber Bund und Ländern angesetzt.

Die **Verbindlichkeiten** erhöhten sich um 27 Mio € auf 415 Mio €. Der Anstieg resultiert im Wesentlichen daraus, dass die noch zu verwendenden Zuschüsse von Bund und Ländern aus der institutionellen Förderung und der Projektabrechnung um 23 Mio € auf 298 Mio € stiegen. Verbindlichkeiten mit einer Restlaufzeit von mehr als einem Jahr bestehen nicht.

Die Fraunhofer-Gesellschaft als Zuwendungsempfängerin hat aus haushaltrechtlichen 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 jederzeit gewährleistet. Der Finanzierungsmix im Leistungsbereich Vertragsforschung entspricht dem bewährten Fraunhofer-Modell und steht auf einem soliden Fundament.

---

**Beteiligungen und Ausgründungen**

---

Die Fraunhofer-Gesellschaft war zum Bilanzstichtag an insgesamt **90 Unternehmen** aus den unterschiedlichsten Branchen beteiligt. Bei 66 Unternehmen des Beteiligungsportfolios steht der Technologietransfer in die Wirtschaft im Fokus. Weitere 18 Beteiligungen sind strategischer Natur. Daneben existieren noch sechs verbundene Unternehmen. Im Jahr 2018 gab es eine hohe Dynamik im Beteiligungsportfolio. Insgesamt investierte die Fraunhofer-Gesellschaft 1,2 Mio € ins Eigenkapital der Beteiligungen. Es kamen 11 Unternehmen hinzu, bei denen sich die Fraunhofer-Gesellschaft am Grund- bzw. Stammkapital beteiligt. Demgegenüber wurde bei 6 Unternehmen ein Exit vollzogen. Der Buchwert aller Beteiligungen erhöhte sich auf 9,3 Mio € (inkl. Anteilen an verbundenen Unternehmen, Vorjahr: 8,8 Mio €). Die Exit-Erlöse aus dem Abgang von Beteiligungen beliefen sich auf 3,2 Mio €.

**Ausgründungen** sind ein integraler Bestandteil der Verwertungsaktivitäten bei Fraunhofer. Typischerweise unterstützt die Fraunhofer-Gesellschaft über die Abteilung Fraunhofer Venture die Gründerinnen und Gründer bei der Vorbereitung einer Ausgründung. Im Einzelfall übernimmt Fraunhofer im Rahmen des Technologietransfers eine gesellschaftsrechtliche Minderheitsbeteiligung. Im Jahr 2018 unterstützte Fraunhofer Venture 39 neue Ausgründungsprojekte; es gingen 30 Spin-offs aus der Fraunhofer-Gesellschaft hervor. Fraunhofer hat sich zum Ziel gesetzt, sowohl die Anzahl der Ausgründungen als auch den Anteil des Wirtschaftsertrags mit Spin-offs am Gesamtwirtschaftsertrag zu steigern. Unterstützt wird dieses Ziel umfangreich mit zielgerichteten Maßnahmen und Programmen, die im Rahmen des integralen Ansatzes »AHEAD« inhaltlich gebündelt wurden.

## Internationales

Um den Standort Deutschland in Forschung und Innovation zu stärken, werden Kooperationen mit exzellenten Partnern weltweit angestrebt und etabliert. Die Grundsätze der Internationalisierungsstrategie von Fraunhofer sind dabei die wissenschaftliche Wertschöpfung für Fraunhofer und positive Effekte sowohl für Deutschland und Europa als auch das jeweilige Partnerland. Durch die Kooperation mit den weltweit Besten gelingt es Fraunhofer, den globalen Herausforderungen mit zukunftsfähigen Lösungen zu begegnen.

Für die Generierung exzellenter wissenschaftlicher Inhalte und die Zusammenarbeit mit attraktiven Partnern im Ausland hat Fraunhofer diverse Formate entwickelt. Die am stärksten institutionalisierte Form der internationalen Kooperation 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 für Industrimatematik (in Schweden)
- Fraunhofer Singapore Research Ltd.

Die selbstständigen Auslandsgesellschaften fungieren als Rechtsträger für derzeit 16 Forschungszentren im Ausland. Dies sind langfristig angelegte, institutionalisierte Fraunhofer-Kooperationen mit örtlichen Universitäten. Ziel ist es, eine dauerhafte Forschungstätigkeit im Ausland zu ermöglichen. Die Gründung einer Rechtsperson vor Ort ist die Vorausset-

zung zur Teilnahme an öffentlichen nationalen Förderprogrammen und zum Bezug von Grundfinanzierung aus dem Sitzland. Die Auslandsgesellschaften arbeiten nicht gewinnorientiert, sondern gemeinnützig und erhalten im Regelfall Grundfinanzierung vom Sitzland. Die Finanzierung erfolgt analog zum Fraunhofer-Modell.

In den **Fraunhofer Project Centern (FPC)** kooperieren die Fraunhofer-Institute zu einem bestimmten Thema temporär mit einer ausländischen Forschungseinrichtung. Der jeweilige Partner errichtet das FPC unter eigener rechtlicher Hoheit und kooperiert in einem bestimmten Themenfeld eng mit einem Fraunhofer-Institut in Deutschland. Die Zusammenarbeit zielt auf gemeinsame Projekte der Auftragsforschung für Kunden und die Beteiligung an öffentlich geförderten Projekten ab. Im Jahr 2018 konnten drei neue FPC eröffnet werden:

Im Fraunhofer Project Center for Advanced Lightweight Technologies FPC@OUTech, einer Kooperation des Fraunhofer IWU mit der Opole University of Technology in Polen, werden hybride Leichtbaukomponenten, insbesondere für die Automobilindustrie, entwickelt.

Zur Erforschung einer neuen Generation von Medikamenten kooperiert das Fraunhofer IGB mit der Hebrew University of Jerusalem im Fraunhofer Project Center for Drug Discovery and Delivery FPC\_DD@HUJI. Ziel ist es, die Vermehrung von Viren und Bakterien schon bei einer latenten Infektion zu unterbinden, die äußerlich noch nicht sichtbar ist.

Die gemeinsame Entwicklung neuer Strategien, um Daten, IT-Systeme und kritische Infrastrukturen vor unerlaubtem Zugriff zu schützen, ist Ziel des Fraunhofer Project Center for Cybersecurity FPC\_CS@HUJI, eine Kooperation des Fraunhofer SIT mit der Hebrew University of Jerusalem.

Das interne Programm **ICON** (International Cooperation and Networking) ermöglicht die strategische Zusammenarbeit mit exzellenten ausländischen Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen auf Projektbasis. Über dieses Programm konnten 2018 sechs neue Kooperationen mit führenden Exzellenzzentren auf fünf Kontinenten gestartet werden:

Das Fraunhofer ILT entwickelt mit dem National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) in Japan im Rahmen eines ICON-Projekts einen hocheffizienten Herstellungsprozess von Halbleitern, die besonders effiziente und kompakte Elektronikanwendungen ermöglichen.

Die niederländische Universität Leiden kooperiert mit dem Fraunhofer IME und Fraunhofer ISC im ICON-Projekt BioSensing. Mithilfe von DNA-Metall-Clustern wird eine neue Generation von Biosensoren entwickelt, die in der Biomedizin sowie im Nahrungs- und Umweltbereich eingesetzt werden sollen.

Das US-amerikanische Lawrence Berkeley National Laboratory kooperiert mit dem Fraunhofer ISE in einem ICON-Projekt im Bereich des energieeffizienten Bauens und der digitalen Unterstützung von Bau- und Bauplanungsprozessen.

Ziel des ICON-Projekts des Fraunhofer IME und der Monash University in Australien ist es, Nahrungsinhaltsstoffe und deren Verbleib bei der Produktion, Verarbeitung und Verstoffwechselung zu untersuchen, um verbesserte gesundheitsbezogene Angaben für Nahrungsmittel zu ermöglichen.

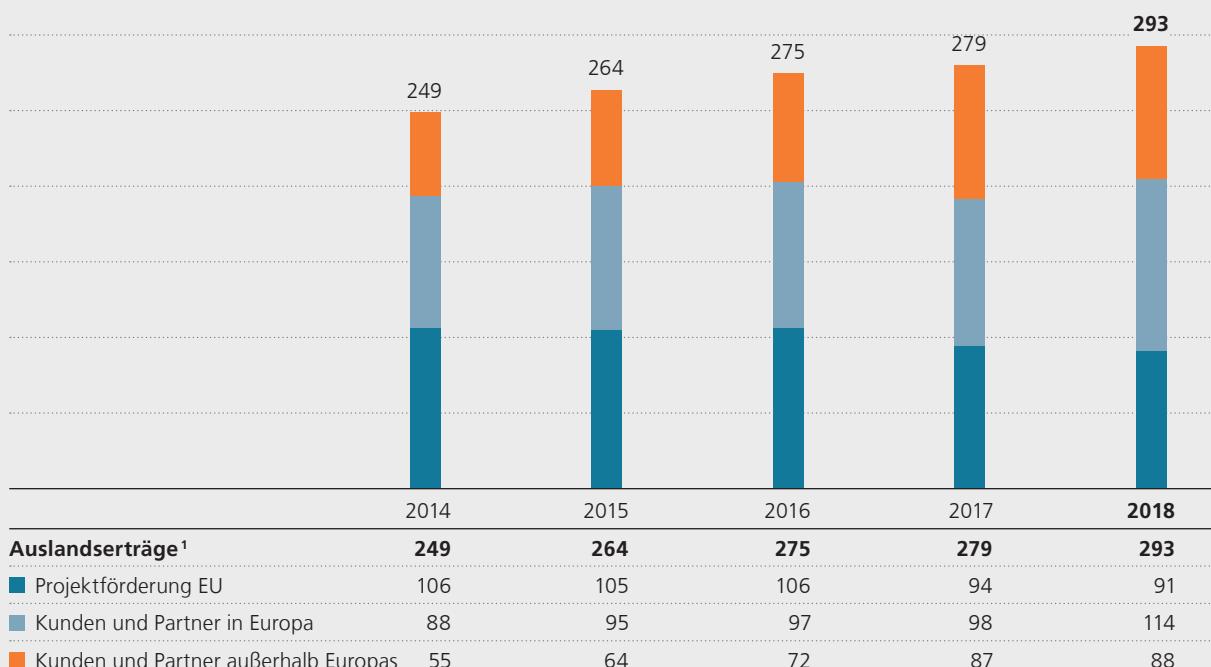
Zusammen mit dem Korea Institute of Materials Science (KIMS) arbeitet das Fraunhofer IKTS im ICON-Projekt Multi-FuncCer daran, ein additives Fertigungsverfahren für keramische Bauteile, das sogenannte Lithography-based Ceramic Manufacturing (LCM), für Multimaterialanwendung zu qualifizieren.

Im ICON-Projekt WASTEC entwickeln die Fraunhofer-Institute IST, ISE, IGB und IOSB zusammen mit der Universität Stellenbosch Verfahren zu Wasseraufbereitung und -nutzung, um Lösungen für die Wasserversorgungsprobleme in Südafrika und den Subsahara-Staaten zu erarbeiten.

Der internationale Erfolg spiegelt sich wirtschaftlich im anhaltend hohen Niveau der **Auslandserträge** wider. Im Jahr 2018 steigerte die Fraunhofer-Gesellschaft ihre im Ausland erzielten Erträge um 5 Prozent auf insgesamt 293 Mio € (ohne Lizenz-erträge). 31 Prozent der Auslandserträge stammten aus EU-Fördermitteln, 39 Prozent von Kunden und Partnern in Europa und 30 Prozent wurden mit Kunden und Partnern außerhalb Europas generiert.

Die **EU-Kommission** ist ein wichtiger Zuwendungsgeber und durch die Beteiligung am Rahmenprogramm Horizon 2020 gestaltet die Fraunhofer-Gesellschaft den europäischen Wirtschafts- und Forschungsraum aktiv mit. Im Ranking der teilnehmenden Forschungsinstitutionen nimmt sie, gemessen an der erhaltenen Förderung, den dritten Platz ein. Dennoch gingen die EU-Erträge im Jahr 2018 leicht zurück auf 91 Mio €. Die steigenden Einnahmen aus Horizon 2020 konnten die Erträge anderer planmäßig auslaufender Forschungsrahmen-programme noch nicht ausgleichen.

### Auslandserträge der Fraunhofer-Gesellschaft in Mio €



<sup>1</sup> Ohne Lizenzentnahmen und ohne Erträge der selbstständigen Fraunhofer-Auslandsgesellschaften mit Dritten (2018: 31 Mio €).

Die mit Kunden und Partnern in **Europa** erwirtschafteten Erträge der Fraunhofer-Gesellschaft summierten sich 2018 auf 114 Mio €. Die Schweiz war mit 25 Mio € der größte europäische Markt, gefolgt von Österreich mit 21 Mio € und den Beneluxstaaten mit 19 Mio €. Die Erträge **außerhalb Europas** lagen mit 88 Mio € leicht über dem Vorjahresniveau. Trotz eines leichten Rückgangs aufgrund ausgelaufener Großprojekte bleiben die USA mit 27 Mio € der größte außereuropäische Markt. In Asien erzielte Fraunhofer ein Wachstum von 9 Prozent. Hier sind China mit 19 Mio € und Japan mit 17 Mio € die größten außereuropäischen Märkte hinter den USA.

Neben den Auslandserträgen der Fraunhofer-Gesellschaft erzielten die rechtlich **selbstständigen Fraunhofer-Auslandsgesellschaften** Erträge mit Dritten in Höhe von insgesamt 31 Mio €. Davon entfallen allein 14 Mio € auf die Fraunhofer USA, Inc. Dahinter folgen das Stiftelsen Fraunhofer Chalmers Centrum für Industrimatek in Schweden und die Fraunhofer Austria Research GmbH mit jeweils 4 Mio €.

**Schutzrechtsverwertung**

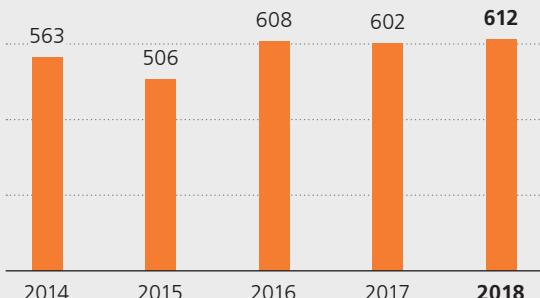
Unter den Forschungseinrichtungen in Deutschland ist Fraunhofer nach wie vor Spitzenreiter bei der Anzahl der Erfindungen, der neu angemeldeten Patente und der Gesamtanzahl der gewerblichen Schutzrechte. Auch im Vergleich zu Industrieunternehmen besetzt Fraunhofer eine hervorragende Stellung. In den letzten zehn Jahren gehörte Fraunhofer stets zu den 10 bis 20 größten Patentanmeldern beim Deutschen Patent- und Markenamt. Auch beim Europäischen Patentamt zählt Fraunhofer zu den aktivsten Patentanmeldern.

Im Jahr 2018 meldeten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Fraunhofer-Gesellschaft 734 Erfindungen an. Davon wurden 612 als prioritätsbegründende Patentanmeldungen bei den Patentämtern eingereicht; das entspricht rund drei Patentanmeldungen pro Arbeitstag. Der Bestand an aktiven Patentfamilien, die jeweils alle Schutzrechte in unterschiedlichen Ländern beinhalten, erhöhte sich auf 6881. Die Gesamtzahl der in Deutschland erteilten Patente betrug 3272.

Um die Verwertung von Schutzrechten kontinuierlich voranzutreiben, werden verstärkt institutsübergreifende Patentportfolios gestaltet und ausgewählten Unternehmen angeboten. Daraus ergeben sich zusätzliche Einnahmehanchen in Form von Lizenzen und FuE-Projekten.

Die Verwertung des Intellectual Property (IP) erfolgt in der Regel durch den Abschluss von Lizenzverträgen. Daneben kann IP auch in Patent-Pools eingebracht werden. Die erfolgreichsten Patent-Pools beinhalten Patente der Audio- und Video-Codierung. Gemeinsam mit weiteren Inhabern standardrelevanter Patente aus verschiedenen Ländern werden im Rahmen unterschiedlicher Patent-Pools gemeinsam weltweit Lizenzen erteilt. Die Verwertung erfolgt dadurch in deutlich über 100 Ländern. Diese Einnahmen werden in die Vorlaufforschung reinvestiert und stärken damit nachhaltig den Forschungsstandort Deutschland.

Im Jahr 2018 schloss Fraunhofer 384 neue Lizenzverträge ab, die Gesamtzahl lag Ende 2018 bei 2515 aktiven Verträgen. Die Lizenzverträge sind gegenüber dem hohen Vorjahresniveau erwartungsgemäß zurückgegangen und lagen 2018 wegen des Auslaufens einiger lizenzierten Patente bei 109 Mio €.

**Prioritätsbegründende Patentanmeldungen**

# CORPORATE RESPONSIBILITY

## Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Zum Jahresende 2018 waren bei Fraunhofer 26 648 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt, davon 18 913 wissenschaftliche, technische und administrative Beschäftigte (WTA-Personal), 7225 Studierende sowie 510 Auszubildende. Für das Jahr 2018 entspricht dies einem Zuwachs um 1321 Beschäftigte bzw. 5,2 Prozent. Das Personalwachstum hat sich damit gegenüber dem Aufwuchs im Vorjahr (+3,6 Prozent) nochmals deutlich erhöht.

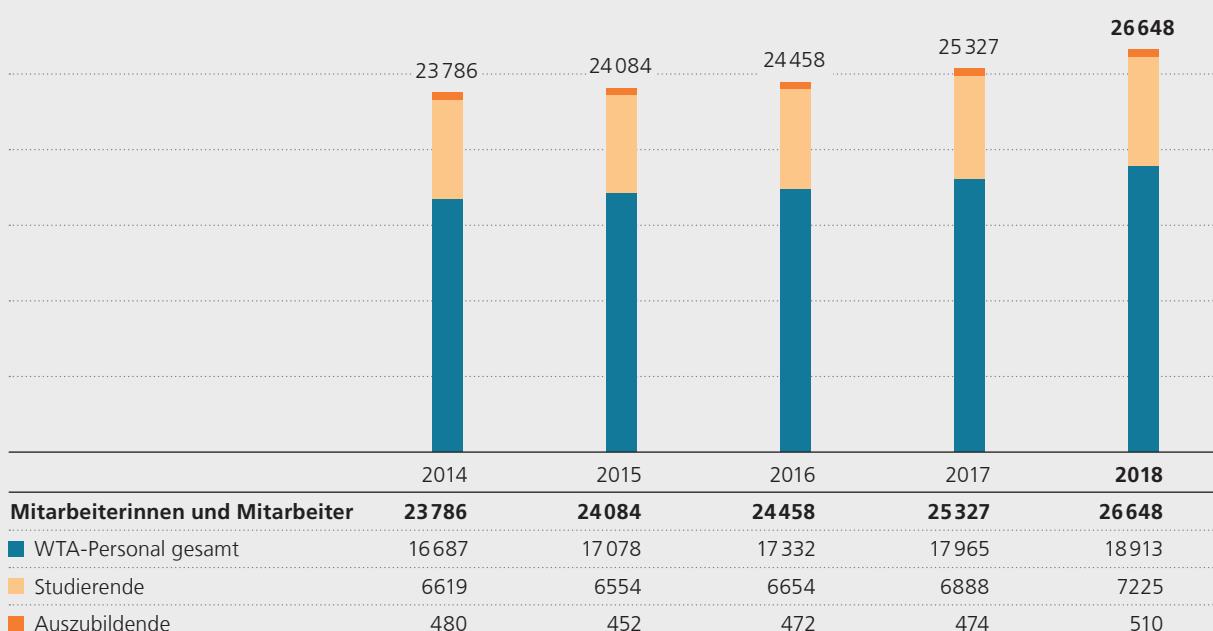
Gemäß ihrer Mission bietet die Fraunhofer-Gesellschaft ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen bei Fraunhofer oder auch in anderen Bereichen der Wissenschaft oder Wirtschaft. Dieser auf dem Fraunhofer-Leitbild aufbauende Ansatz verdeutlicht, dass Fraunhofer für den überwiegenden Teil der insbesondere wissenschaftlich Beschäftigten ein wichtiger Baustein in der individuellen Karriere ist. Innerhalb von Fraunhofer gibt es Führungskarrieren und in einigen Fraunhofer-Instituten bereits formalisierte Fachkarrieren. Die Fortführung der Karriere außerhalb von Fraunhofer entsprechend dem Auftrag »Transfer durch Köpfe« erfolgt in Form von Sprungbrettkarrieren. Neben der Fortsetzung der Karriere in der Wirtschaft bereitet die Tätigkeit bei Fraunhofer sowohl auf eine wissenschaftliche Karriere als auch auf die Gründung eines Spin-offs vor.

Durch den Transfer durch Köpfe ist eine erhöhte Fluktuation im WTA-Personal von Fraunhofer positiv zu sehen. Im Jahr 2018 verließen 1600 WTA-Beschäftigte die Gesellschaft; demgegenüber wurden 2548 neu eingestellt. Rund 56 Prozent der Neueinstellungen waren wissenschaftliche Berufseinsteigerinnen und Berufseinsteiger. Insgesamt waren Ende 2018 bei Fraunhofer 10 331 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beschäftigt, etwa 55 Prozent des WTA-Personals.

Fraunhofer setzt die 2013 eingeführte **Leitlinie Befristung** an den Fraunhofer-Instituten verbindlich um. Durch die konsequente Diskussion und ein nachhaltiges Monitoring ist im Bereich des wissenschaftlichen Personals der Anteil der befristet Beschäftigten in den vergangenen Jahren um 4 Prozentpunkte auf 59,2 Prozent zum Jahresende 2018 zurückgegangen. Im wissenschaftsrelevanten, technischen und administrativen Bereich lag die Befristungsquote bei 29,4 Prozent. Insgesamt waren damit 45,7 Prozent des WTA-Personals befristet angestellt. Fraunhofer hat rund 11 Prozent Beschäftigte aus dem Ausland. Ein wichtiger Faktor für die Positionierung von Fraunhofer als attraktiver Arbeitgeber auf dem internationalen Arbeitsmarkt, insbesondere in der Wissenschaft, war die Unterzeichnung und damit verbunden die Erfüllung der »Europäischen Charta für Forscher und Verhaltenskodex für die Einstellung von Forschern« (kurz: EU-Charta & Kodex). Deren 40 Prinzipien werden seitens der EU als wesentliche Faktoren für die Attraktivität von Wissenschaftseinrichtungen und für deren wirtschaftlichen Erfolg angesehen. Darauf basierend hat Fraunhofer eine »Human Resources Strategy for Researchers – HRS4R« bei der EU-Kommission vorgelegt und darf das EU-Qualitätssiegel **HR Excellence in Research** seit rund einem Jahr führen. Die Kommission würdigte bei der Anerkennung des Logos vor allem die guten Arbeitsbedingungen, die Karriereentwicklung von Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern sowie das überdurchschnittlich gute Forschungsumfeld. Die Zertifizierung bestätigt die hohe Qualität der Fraunhofer-Personalarbeit.

Die **berufliche Ausbildung** ist integraler Bestandteil der Personalentwicklung bei Fraunhofer. Die Bandbreite der Karrieremöglichkeiten zeigt sich in der Vielfalt der dualen Berufsausbildungen und dualen Studiengänge: Fraunhofer bildet in 49 Ausbildungsberufen in 6 Berufsgruppen sowie in 17 dualen Studiengängen aus. Von den 510 Auszubildenden sind 455 in der dualen Ausbildung, 24 im ausbildungsin integrierten dualen Studium sowie 31 im praxisintegrierten dualen Studium.

**Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (Anzahl Personen am Jahresende)**



**Fraunhofer-interne Karrierewege sowie die Sprungbrettkarrieren mit Fraunhofer**

Führungskarriere

Fachkarriere

Wissenschaft

Wirtschaft

Spin-off

**Fraunhofer-interne Karrierewege**

**Sprungbrettkarrieren**

**Fraunhofer**

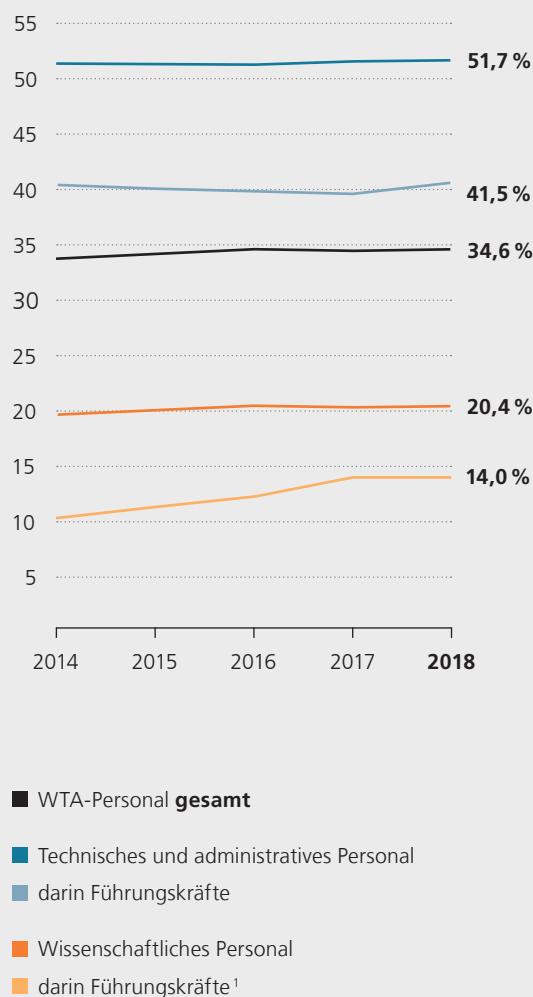
## Diversity

Diversity ist bei Fraunhofer als Querschnittsthema zu allen Personalfunktionen positioniert. Prioritäre Handlungsfelder sind dabei die berufliche Chancengleichheit von Frauen und Männern sowie die Inklusion von Menschen mit Behinderung. Weitere Themen sind u. a. die Internationalität der Mitarbeitenden sowie die Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben.

Fraunhofer hat sich zum Ziel gesetzt, den Anteil an Wissenschaftlerinnen und weiblichen Führungskräften im Rahmen der **beruflichen Chancengerechtigkeit** zu steigern und durch diverse Teams wissenschaftliche Exzellenz, Teamintelligenz und Innovationsfähigkeit sicherzustellen. Dies wird stringent mit zielgerichteten, aufeinander abgestimmten Maßnahmen verfolgt, die sich zu einem Gesamtkonzept der Chancengerechtigkeit fügen. Herzstück des Konzepts ist das Karriereprogramm TALENTA, das zum Gewinnen, Entwickeln und Halten von Wissenschaftlerinnen in drei Programmlinien an unterschiedlichen Ebenen der Karriereentwicklung ansetzt. Zusätzlich wurde 2018 das Agenda-2022-Projekt »Gender-gerechte Exzellenzkarrieren« vorangetrieben, das zum Ziel hat, mehr Frauen bei der Erlangung einer W2- bzw. W3-Professur zu unterstützen und perspektivisch den Anteil von Wissenschaftlerinnen auf der obersten Leitungsebene zu erhöhen. Flankiert wird die systematische Karriereunterstützung für Wissenschaftlerinnen durch ein Rahmenkonzept, das die Vereinbarkeit von Beruf und Familie sowie kulturelle Aspekte beinhaltet.

Ende 2018 lag der **Anteil der Wissenschaftlerinnen** am gesamten wissenschaftlichen Personal bei 20,4 Prozent. Das eigene Ziel von 21,6 Prozent wurde damit knapp verfehlt. Für eine deutliche Steigerung des Wissenschaftlerinnenanteils wird Fraunhofer sich noch stärker in der Nachwuchsgewinnung engagieren müssen. Der technische und administrative Bereich weist demgegenüber einen vergleichsweise hohen Frauenanteil von 51,7 Prozent auf. Über das gesamte WTA-

## Frauenanteile im WTA-Personal in %



<sup>1</sup> Ohne Institutsleiterinnen und Direktorinnen.

Personal betrachtet, beschäftigt Fraunhofer damit durchschnittlich 34,6 Prozent Frauen.

Durch den massiven Wettbewerb um **Frauen in Führungspositionen** insbesondere mit der Wirtschaft konnte Fraunhofer 2018 trotz allen Engagements den Anteil weiblicher Führungskräfte im Wissenschaftsbereich (Ebene 2: Disziplinarische Führungskräfte unterhalb Institutsleitung) nicht weiter steigern. Aus der Exit-Befragung und persönlichen Gesprächen insbesondere mit Frauen aus den internen Karriereprogrammen konnten wesentliche Gründe ermittelt werden, warum die Personen Fraunhofer verlassen haben. Die Wirtschaft unterbreitet derzeit äußerst attraktive Abwerbungsangebote, allem voran deutlich höhere Vergütungen einschließlich Dienstwagen-Angeboten, mit denen Fraunhofer schwer konkurrieren kann.

Daher liegt auch die Fluktuationsrate der Frauen auf der Ebene 2 rund vier Prozentpunkte höher als die der Männer. Die Fluktuationsrate der Frauen hat sich, wie die der Männer, im Vergleich zum Vorjahr um 1,5 Prozentpunkte erhöht. Dies spricht dafür, dass die Anstellungskonditionen der Wirtschaft in der aktuellen konjunkturellen Lage Frauen und Männer gleichermaßen ansprechen und damit zu einer erhöhten Fluktuation im wissenschaftlichen Bereich führen.

Ende 2018 beschäftigte Fraunhofer im Vergleich zum Vorjahr zusätzliche 539 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, davon 84 Prozent (451) auf der **Ebene der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ohne disziplinarische Führungsverantwortung**. Bedauerlicherweise hat Fraunhofer trotz bester Rankings sowie exzellenter interner und externer Befragungsergebnisse erstmals nicht den Frauenanteil bei den Neueinstellungen erreicht, der den Absolventinnenquoten in den fünf stärksten Fächergruppen entspricht. Mögliche Gründe, die der Zielerreichung im Jahr 2018 entgegenstanden, sind der enorm hohe Personalaufwuchs von 10 Prozent

auf dieser Ebene bei gleichzeitig sehr hohem Wettbewerb um Absolventinnen mit der Wirtschaft. Fraunhofer wird diese Hypothesen weiter analysieren und bewerten. Es ist davon auszugehen, dass die sehr attraktiven Angebote der Wirtschaft bereits für Absolventinnen und Absolventen so verlockend sind, dass Fraunhofer bei der derzeitigen Arbeitsmarktlage die Wissenschaftlerinnen deutlich schwerer gewinnen kann.

Darüber hinaus strebt Fraunhofer an, den **Anteil von Frauen in wissenschaftlichen Gremien** und Aufsichtsgremien zu erhöhen. So soll insbesondere in den Kuratorien an den Instituten bis 2020 ein Frauenanteil von 30 Prozent erreicht werden. Der Frauenanteil lag Ende 2018 bei 17 Prozent – dabei wurden Personen, die in mehreren Kuratorien berufen sind, mehrfach gezählt. Im Fraunhofer-Senat, dem höchsten Lenkungsgremium von Fraunhofer, lag der Anteil der Senatorinnen an den gewählten Senatsmitgliedern bei 33,3 Prozent.

Als Zuwendungsempfänger kommt Fraunhofer bei der Förderung und Sicherung der gleichberechtigten Teilhabe, insbesondere im Berufsleben, eine Vorbildfunktion zu. **Für die Inklusion von Menschen mit Schwerbehinderung** hat sich Fraunhofer das Ziel gesetzt, den Anteil der Mitarbeitenden mit Behinderung bis 2020 auf 3,4 Prozent anzuheben. Ende 2018 lag die Quote bei 2,8 Prozent. Es zeigt sich beim Thema Inklusion, dass Führungskräften hier eine wesentliche Rolle zu kommt, daher wurde 2018 ein »Leitfaden für Führungskräfte im Umgang mit Inklusion« entwickelt. Dieser enthält wichtige Aspekte bei Neueinstellung, Einarbeitung, Laufbahnentwicklung von Menschen mit Behinderung und gibt Hilfestellungen für ein gelungenes Miteinander. Zudem wurde das Beratungsangebot rund um das Thema Inklusion sowohl allgemein als auch speziell für Führungskräfte ausgebaut.

---

### **Gesellschaftliches Engagement**

---

Viele Fraunhofer-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter engagieren sich an ihren jeweiligen Institutsstandorten in verschiedenen Spendenaktionen wie z. B. die Blutspendeaktionen am Institutzentrum in Stuttgart und an den vier Instituten in Dresden.

Darüber hinaus sieht sich Fraunhofer auch in der Verantwortung, einen Beitrag zur **Integration von Geflüchteten** zu leisten. Ein wichtiger Erfolgsfaktor der Integration ist u. a. der Einstieg der Geflüchteten in den Arbeitsmarkt. Häufig zeigt sich jedoch, dass ein direkter Einstieg sowohl für die Geflüchteten als auch für die potenziellen Arbeitgeber schwierig ist. Fraunhofer hat daher ein Standortkonzept erarbeitet, das die Integration von Geflüchteten bei Fraunhofer in drei verschiedenen Förderlinien ermöglicht (Praktika, Ausbildung, WTA-Beschäftigung).

Das Standortkonzept wird länderspezifisch in Kooperation mit den jeweiligen Fraunhofer-Instituten und mit Förderung des jeweiligen Landes ausgestaltet. Die Betreuung der Geflüchteten erfolgt an den Instituten über ein bedarfsorientiertes Patenmodell. Bereits 2016 wurde in Sachsen mit der Umsetzung des Konzepts begonnen. Im Jahr 2017 folgten die Länder Baden-Württemberg und Bayern. Über 100 Personen wurden in den letzten Jahren an den Instituten überwiegend im Rahmen von Orientierungspraktika betreut. Besonders erfreulich ist, dass eine der ersten Auszubildenden, eine junge Frau von 25 Jahren, nun kurz vor ihrem Abschluss steht. Intensive Sprachkurse, ihr persönlicher Fleiß sowie viele helfende Fraunhofer-Kolleginnen und -Kollegen haben dies ermöglicht.

---

### **Governance**

---

Governance ist ein weiteres Handlungsfeld der Corporate Responsibility bei Fraunhofer; hier geht es um die Integration von Verantwortungsprinzipien in Strategie, Leitlinien, Regulieren und Organisationskultur. Die Fraunhofer-Gesellschaft berichtet Ziele, Maßnahmen und Daten zu verschiedenen Bereichen ihrer Corporate Responsibility im Rahmen ihrer Nachhaltigkeitsberichterstattung. In diesem Kontext gibt Fraunhofer seit 2017 jährlich eine Entsprechenserklärung zum Berichtsstandard Deutscher Nachhaltigkeitskodex (DNK) ab und hat sich mit dem Beitritt zur internationalen Initiative »UN Global Compact« freiwillig verpflichtet, mindestens alle zwei Jahre über Fortschritte bezüglich der zehn universellen Nachhaltigkeits-Prinzipien des Compacts zu berichten. Dieser Verpflichtung ist die Fraunhofer-Gesellschaft u. a. mit der Erstellung des **Corporate-Responsibility-Fortschrittsberichts 2018** nachgekommen. Der Bericht ist Anfang 2019 erschienen, wurde an wichtige externe und interne Stakeholder versandt und u. a. über die Fraunhofer-Website kommuniziert.

Das vorstands- und institutsübergreifende **Corporate Responsibility Board** hat 2018 seine Arbeit aufgenommen und so eine gebündelte Befassung mit CR-relevanten Schwerpunktthemen und deren Integration in die Strategieprozesse der Gesellschaft ermöglicht. Aktuelle Schwerpunkte sind New-Work@Fraunhofer sowie das Thema Gesundheitsmanagement für die oberste Führungsebene.

**Forschung und Entwicklung**

Eine Vielzahl von Fraunhofer-Forschungsaktivitäten trägt zur Lösung aktueller gesellschaftlicher Herausforderungen bei, z.B. in den Bereichen Umwelt, Energie und Landwirtschaft. Gefördert wird dieser gesellschaftliche Beitrag zudem durch die Etablierung von effizienten Forschungs- und Transferstrukturen im Rahmen der **Agenda Fraunhofer 2022**, die eine verstärkte Zusammenarbeit der Fraunhofer-Institute und die interdisziplinäre Forschungsarbeit unterstützt.

Ein zentrales Projekt dieser Agenda stellen die **Fraunhofer Cluster of Excellence** dar, eine inhaltlich motivierte und zunächst auf fünf Jahre angelegte Initiative. Ziel ist die wissenschaftliche Exzellenz und internationale Profilierung eines Themenfeldes durch die langfristige Zusammenarbeit mehrerer Fraunhofer-Institute. Im Jahr 2018 haben fünf der bislang sechs bewilligten Cluster ihre Arbeit aufgenommen, darunter der Cluster Circular Plastics Economy. Am Beispiel Kunststoff wollen fünf Institute aufzeigen, wie Energie- und Materialströme einer Wertstoffkette in eine zirkuläre Wirtschaftsform überführt werden können. Dazu werden spezielle Systemleistungen mit und für die Kunststoffindustrie und der daran angeschlossenen Konsumgüter- und Handelsunternehmen und der Kreislaufwirtschaft entwickelt.

Auch die **Energiewende** spielt eine große Rolle in der Fraunhofer-Forschung. Mit der Gründung des Vereins »Open District Hub e.V.« im Jahr 2018 treibt Fraunhofer gemeinsam mit namhaften Partnern aus der Wirtschaft die Digitalisierung der Energiewirtschaft voran. Erarbeitet werden soll eine Systemlösung für eine vollintegrierte und automatisierte Sektorenkopplung. Ziel ist der optimale Einsatz verschiedener Energieträger und eine ausgeklügelte Abstimmung von Energiebereitstellung und Energieverbrauch vor Ort, um eine sichere Energieversorgung bei gleichzeitiger Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen gewährleisten zu können.

Im 2018 gestarteten **Fraunhofer-Leitprojekt »Cognitive Agriculture«** (kurz: **COGNAC**) forschen acht Fraunhofer-Institute gemeinsam an der hocheffizienten und nachhaltigen Landwirtschaft der Zukunft. Ziel ist die Erarbeitung von Grundlagen, die dem Landwirt in einer digitalisierten Welt hohe Produktivität im Einklang mit Zielen wie Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz und Produktqualität ermöglichen. Hierzu müssen Umwelt- und Betriebsdaten automatisiert und mit hochmoderner Sensorik erfasst, analysiert und verarbeitet werden, sodass nachhaltige faktenbasierte Entscheidungen im Agrarbetrieb getroffen werden können.

Als Teil des Programmes »**F4D – Fraunhofer for Development**«, das die Einbringung der Fraunhofer-Kompetenzen in die internationale Entwicklungszusammenarbeit fördert, hat Fraunhofer 2018 in Kooperation mit der internationalen Organisation WAITRO die Open-Innovation-Plattform SAIRA aufgesetzt. Hier treffen Akteure der angewandten Forschung auf Unternehmen und öffentliche Einrichtungen, um zusammen an der Erreichung der Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen zu arbeiten. Die Projekte adressieren z.B. den Klimawandel, die Ernährungssicherheit oder die Bekämpfung von Infektionskrankheiten.

Im Bestreben, nicht nur für, sondern auch mit der Gesellschaft zu forschen und die Integration der Gesellschaft in Forschungs- und Innovationsprozesse voranzutreiben, spielt Citizen Science eine zunehmend wichtige Rolle bei Fraunhofer. Citizen Science beschreibt wissenschaftliche Projekte, bei denen interessierte Bürgerinnen und Bürger, die selbst nicht Teil des Wissenschaftssystems sind, in Projekten gemeinsam an aktuellen wissenschaftlichen Fragen arbeiten. 2018 war Fraunhofer an 5 von 13 vom BMBF in der »Richtlinie zur Förderung von bürgerwissenschaftlichen Vorhaben (Citizen Science)« geförderten Projekten beteiligt. Die Themen reichen von städtischer Agrikultur über die Erforschung seltener Erkrankungen bis hin zur gemeinsamen Entwicklung von Umweltsensoren oder Konzepten für smarte Kopfhörer.

## Ressourcen und Beschaffung

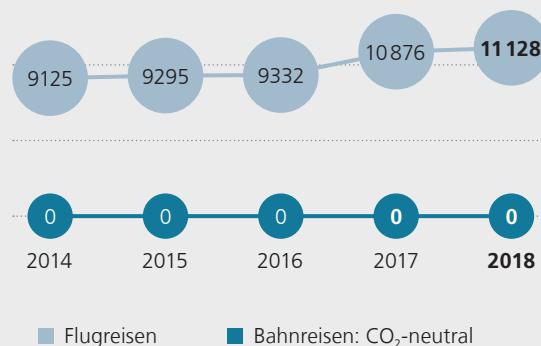
In Übereinstimmung mit dem deutschen Energiedienstleistungsgesetz führt Fraunhofer seit 2015 alle vier Jahre ein **Energieaudit** an allen Standorten durch. Die Maßnahmenempfehlungen für Energieeinsparungen aus dem Audit werden in Eigenverantwortung der Institute laufend umgesetzt. Für das anstehende Audit im Jahr 2019 ist eine zentrale Koordinierung und einheitliche Durchführung vorgesehen.

Bei der Beschaffung von Produkten und Dienstleistungen werden neue Rahmenverträge und Projektausschreibungen an jeweils produkt- bzw. leistungsspezifische soziale und **ökologische Kriterien** geknüpft, sofern dies möglich ist. Vor diesem Hintergrund hat Fraunhofer 2018 bei einem Gesamtstromverbrauch von 209 064 MWh rund 19 Prozent aus Ökostrom bezogen.

Die durch Dienstreisen mit der Bahn sowie dienstliche Flugreisen anfallenden **CO<sub>2</sub>-Emissionen** bei Fraunhofer werden jährlich erhoben. Mit steigenden Mitarbeiterzahlen und wachsendem Forschungsvolumen ist die Zahl der Dienstreisen auch 2018 Fraunhofer-weit leicht gestiegen. Durch die Nutzung des Rahmenvertrags Bund/Bahn sind die Bahnfahrten CO<sub>2</sub>-neutral, für Flugreisen gibt es diese Möglichkeit derzeit nicht. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Flugreisen betrugen 2018 rund 11 128 Tonnen; das entspricht etwa 0,4 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Fraunhofer-Mitarbeitendem.

Für das **betriebliche Abfallmanagement** sowie die Dokumentation in Form eines Abfallregister und jährlichen Berichts sind an den Fraunhofer-Instituten Betriebsbeauftragte für Abfall bestellt. Die neuesten Erhebungen sind im 2019 erschienenen Corporate-Responsibility-Fortschrittsbericht publiziert. Im Jahr 2017 sind 5702 Tonnen nichtgefährliche und 614 Tonnen gefährliche Abfälle angefallen. Die meisten gefährlichen Abfälle sind projektbezogen und variieren von Jahr zu Jahr.

## CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Dienstreisen der Fraunhofer-Beschäftigten in Tonnen



## Abfallaufkommen der Fraunhofer-Institute in Tonnen<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Quelle: Aktuelle Zahlen Fraunhofer CR-Fortschrittsbericht 2018

# RISIKEN UND AUSBLICK

## Risikomanagement und Risiken

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 fassbare als auch qualitative Risiken.

Das **Risikomanagement** hat 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.

Die Fachabteilungen informieren den Vorstand im Rahmen bestehender Berichtswege regelmäßig bzw. anlassbezogen über relevante Risikoentwicklungen. Einmal jährlich führt Fraunhofer eine systematische Befragung der **Risikoexperten** durch. Die Ergebnisse werden in einem gesonderten Risikobericht zusammengefasst und priorisiert. Den Rahmen für die Expertenbefragung und Risikoberichterstattung bildet die Kategorisierung in Fraunhofer-spezifische Risikothemen, die den vier Risikofeldern Geschäftsmodell, Finanzen, Ressourcen und Operatives Geschäft zugeordnet sind. Struktur und Prozess des Risikomanagements in der Fraunhofer-Gesellschaft sind im Risikomanagement-Handbuch geregelt.

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

Als gemeinnütziger Verein und Zuwendungsempfänger verfolgt Fraunhofer die Entwicklung der beihilfe- und steuerrechtlichen Rahmenbedingungen intensiv und bewertet diese laufend hinsichtlich möglicher Auswirkungen auf die Ge-

schäftstätigkeit und deren Finanzierung. Die Konformität des Fraunhofer-Modells mit dem geltenden Beihilferecht wird durch geeignete Anpassungen im Dialog mit den Zuwendungsgebern bei Bund, Ländern und EU sichergestellt.

Etablierte Strategieprozesse erlauben eine permanente Rückkopplung mit relevanten Marktteilnehmern im Inland, in Europa und weltweit und stellen eine kontinuierliche Weiterentwicklung des diversifizierten Forschungspotfolios sicher. Durch permanente Optimierung der Strategieprozesse stellt Fraunhofer sicher, dass neue Forschungsthemen und zukünftige gesellschaftliche Forschungsbedarfe rechtzeitig erkannt und evaluiert werden. Die zielgerichtete Allokation von Fördermitteln in relevante Forschungsthemen wird durch regelmäßige Evaluation und Qualitätssicherung der internen Forschungsprogramme unterstützt.

Fraunhofer bringt in bereits bestehende oder neu gegründete Unternehmen Forschungsergebnisse z.B. in Form von Patenten bzw. Nutzungsrechten ein, um durch einen späteren Verkauf der Unternehmensanteile oder im Rahmen von Forschungsaufträgen Rückflüsse für Fraunhofer zu generieren. Die Entwicklung der Beteiligungen wird zeitnah durch das Controlling überwacht.

Aus Haftungs- und Leistungsrisiken der selbstständigen Auslandsgesellschaften können finanzielle Risiken für die Fraunhofer-Gesellschaft erwachsen. Derzeit steht die Auslandsgesellschaft Fraunhofer USA, Inc. wegen der mutmaßlichen Verletzung von Nutzungsrechten in einem Rechtsstreit mit einem US-Unternehmen.

Die Beobachtung der internationalen Aktivitäten wird unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen im In- und Ausland bedarfsgerecht weiterentwickelt. Die Ergebnis- und Liquiditätsentwicklung der Fraunhofer-Einheiten im Ausland wird zeitnah durch das Finanzcontrolling verfolgt.

Im Fokus des **Risikofelds Finanzen** stehen Risikothemen, die die Finanzierung der Forschungstätigkeit bzw. die Zahlungsfähigkeit von Fraunhofer bedrohen können.

Die institutionelle Förderung durch Bund und Länder stellt eine der drei wesentlichen Finanzierungssäulen des Fraunhofer-Modells dar und ermöglicht insbesondere den qualitätsgesicherten Aufbau neuer Forschungsfelder und -themen. 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 und forschungsgerechte Bewirtschaftungsbedingungen. Die aktuell geltenden Bewirtschaftungsgrundsätze erlauben Fraunhofer, flexibel, effizient und eigenverantwortlich zu agieren. Eine Einschränkung dieser Möglichkeit hätte die Folge, dass die Risiko- und Liquiditätsvorsorge und die Anpassungsfähigkeit der Gesellschaft begrenzt werden.

Im Bereich der öffentlichen Projektförderung entwickeln sich Förderthemen und -instrumente auf Ebene von Bund, Ländern und EU kontinuierlich weiter. Geänderte Förderbedingungen wie z.B. die Einführung von Pauschalen bergen das Risiko von Mindereinnahmen im Vergleich zur dem Fraunhofer-Modell zugrunde liegenden Förderung der Projekte zu Vollkosten. Darauf setzt sich Fraunhofer auf europäischer wie nationaler Ebene für die Anerkennung ihrer Kalkulationsgrundlagen ein und stellt über regelmäßige Prüfungen und laufende Verbesserungen sicher, dass die an die Kostenerstattung gestellten Anforderungen erfüllt sind.

Den externen Marktentwicklungen in der Auftragsforschung mit der Industrie begegnet Fraunhofer durch die bedarfsoorientierte Weiterentwicklung von Forschungsthemen und Kooperationsmodellen sowie durch den strategischen Ausbau der Akquisitions- und Kundenbindungsaktivitäten, insbesondere auf institutsübergreifender Ebene.

Die Entwicklung der Aufwands- und Ertragssituation der einzelnen Forschungsinstitute wird durch das zentrale Institutscontrolling systematisch beobachtet. Regelmäßige Hochrechnungen der Institutsergebnisse bilden die Grundlage dafür, dass im Falle negativer Entwicklungen frühzeitig Maßnahmen zur Gegensteuerung entwickelt und umgesetzt werden können.

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

Das Kreditrisiko, das im Wesentlichen in der Vorfinanzierung von Projekten bzw. möglichen Forderungsausfällen begründet liegt, wird durch eine zeitnahe Überwachung von Vorfinanzierungen und Außenständen, verbunden mit einem effektiven Mahnwesen und vertraglich geregelten Zahlungsbedingungen, möglichst gering gehalten.

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

Der Erhalt und die Ausweitung der Forschungskompetenzen der Fraunhofer-Gesellschaft basieren auf der Gewinnung hoch qualifizierter Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und deren Bindung an Fraunhofer. Dem Risiko eines potenziellen Fachkräfte- mangels begegnet Fraunhofer durch eine enge Verzahnung mit Universitäten bei der Gewinnung qualifizierter Nachwuchs-

kräfte sowie durch eine nachhaltige, Vielfalt und Leistung wertschätzende Personalpolitik.

Die Sicherung und Weiterentwicklung der Intellectual Property (IP)-Basis stellt einen kritischen Erfolgsfaktor für Fraunhofer dar und ist Voraussetzung für die Verwertung von Forschungsergebnissen. Fraunhofer beobachtet und bewertet laufend Initiativen aus dem regulativen Umfeld im Hinblick auf nachteilige Änderungen der Rahmenbedingungen für die Sicherung und Verwertung von IP.

Die Ausstattung mit einer zeitgemäßen Forschungsinfrastruktur ist wesentliche Voraussetzung für die Durchführung von innovativen Forschungsvorhaben. Zur Erhaltung und Verbesserung der Bausubstanz werden im Rahmen von vertieften Studien und Aktionsplänen potenzielle Sanierungsbedarfe bestehender Gebäude und dafür erforderliche Finanzierungslösungen untersucht.

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

Aus der renditeorientierten Anlage des Vereins- und Rücklagevermögens können Kapitalmarktrisiken resultieren. Die Anlagen sind über ein Spezial-Sondervermögen nach dem Investmentgesetz und Kommanditbeteiligungen gebündelt. Im Rahmen einer breit diversifizierten Anlagepolitik steht die Risikolage wegen der unsicheren Entwicklung an den Geld- und Kapitalmärkten unter ständiger Beobachtung.

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

In Projekten aus der Auftragsforschung mit in- und ausländischen Geschäftspartnern ist Fraunhofer Haftungs- und Leistungsrisiken wie Produkthaftung und Gewährleistung ausgesetzt, die sie durch geeignete Haftungsbeschränkungen in ihren allgemeinen Geschäftsbedingungen bzw. Musterverträgen sowie durch ein abgestuftes Genehmigungsverfahren auf Basis kompetenter juristischer Begutachtung steuert.

Vor dem Hintergrund steigender Anforderungen stellt Fraunhofer durch eine kontinuierliche Optimierung der Abläufe und Regelungen die gesetzes- und regelkonforme Gestaltung und Durchführung von Geschäftsprozessen sicher. Durch das Compliance-Management-System erfolgt eine systematische Be- trachtung des Themas Regelungen und Regeleinhaltung. Die Einhaltung der internen Regeln und Kontrollmechanismen werden von der Innenrevision planmäßig sowie anlassgesteuert geprüft. Mit der Einführung des anonymen Hinweisgeber- systems wurde das Compliance-Management-System weiter ausgebaut.

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

Die **Gesamtbewertung** der Risikosituation zeigt derzeit keine nachhaltige Gefährdung der Fraunhofer-Gesellschaft.

## Ausblick

Die Fraunhofer-Gesellschaft wird 2019 sowohl finanziell als auch in der Anzahl ihrer Mitarbeitenden weiter wachsen. Dabei ist dieses **Wachstum** kein direktes Ziel des Vorstands, sondern ergibt sich aus der konsequenten Aufnahme aktueller Forschungsfragen und dem Anbieten nachgefragter Lösungen für Wirtschaft und Gesellschaft. Finanziell rechnet Fraunhofer mit einem erfolgreichen Jahr. Das Finanzvolumen wächst voraussichtlich um 10 Prozent auf 2,8 Mrd €. Die Ausbauinvestitionen steigen voraussichtlich um rund 50 Prozent auf etwa 390 Mio €. Haupttreiber ist der weitere Aufholprozess im Großbau. Der Haushalt der Vertragsforschung wächst voraussichtlich um 5 Prozent auf 2,3 Mrd. €. Das Wachstum wird gleichermaßen durch steigende Projekterträge und steigenden Zuwendungsbedarf aus der Grundfinanzierung getragen.

Die dynamische und bedarfsgerechte Entwicklung des FuE-Portfolios ist essenziell für den Erfolg von Fraunhofer. Deshalb wird neben der risikominimierenden Bottom-up-Entwicklung der Forschungsthemen durch die jeweiligen Institutsstrategieprozesse und der komplementären Koordination auf dem Corporate Level ein zusätzlicher methodischer **Technology-Intelligence-Prozess** entwickelt und eingeführt. Er verknüpft die Aspekte der strukturierten Quellenauswertung, Themenanalyse, Bewertung und Empfehlung. Dadurch wird die Auswahl neuer Forschungsschwerpunkte wissenschaftsbasiert und nachvollziehbar.

Die **Agenda Fraunhofer 2022** mit insgesamt zehn Realisierungsprojekten wird auch 2019 dynamisch an neue Entwicklungen angepasst werden. Erfolgreich abgeschlossene oder langfristige Projekte können bei Fraunhofer in einem anderen Rahmen qualitätsgesichert fortgesetzt werden, sodass neue Projekte wie z.B. NewWork@Fraunhofer in die Agenda aufgenommen werden können.

Das breite und weiter expandierende Fraunhofer-Portfolio bedarf einer effektiven internen Strukturierung sowie einer transparenten externen Darstellung. Die derzeitige Segmenteierung in 8 Institutsverbünde und 72 Institute und -Einrichtungen wird deshalb in einer **Zukunftscommission** diskutiert und fortgeschrieben. Der Vorstand und ausgewählte Institutsleiter entwickeln Vorschläge und Konzepte für neue interne Organisationsmodelle zur Steigerung der institutsübergreifenden Kooperation und für eine nach außen gerichtete übersichtliche Darstellung des Leistungsspektrums von Fraunhofer. Ende 2019 werden dazu neue Vorschläge vorliegen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft wird sich künftig intensiv am erfolgreichen **Strukturwandel deutscher Braunkohlereviere** beteiligen. Sie hatte dazu bereits in der entsprechenden Strukturkommission mitgearbeitet und wird sich in den Regionen mit Fraunhofer-Reviernetzwerken maßgeblich in Innovationsprojekten engagieren, z. B. in Reallaboren, die den Nucleus bilden sollen für neue, langfristige industrielle Strukturen.

Das Jubiläum »**70 Jahre Fraunhofer**« im Jahr 2019 ist für Fraunhofer Erfolg und Ansporn zugleich, auch weiterhin die Zukunft des Standorts Deutschland und der europäischen Forschung intensiv mitzugestalten.

Der Vorstand dankt den Mitgliedern, Förderern, Freunden und insbesondere den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Fraunhofer-Gesellschaft für ihre Unterstützung und ihren engagierten Einsatz im Jahr 2018.

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

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

---

# BERICHT DES SENATS ZUM GESCHÄFTSJAHR 2018

---

Die Fraunhofer-Gesellschaft hat im Jahr 2018 ihre Aufgabe als Innovationsmotor für Deutschland und Europa mit steigender Intensität wahrgenommen. In einer Zeit, in der die Europäische Union vor wachsenden Herausforderungen steht, stiegen die Forschungserträge der Fraunhofer-Gesellschaft durch Kooperationen mit europäischen Vertragspartnern um 20 Mio € an. Ein Zuwachs des Finanzvolumens von insgesamt über 11 Prozent zeigt, dass die Wertschätzung der Fraunhofer-Gesellschaft als Kooperationspartner sowohl bei den Auftraggebern aus der Wirtschaft als auch in der Politik nochmals stark gewachsen ist.

Die solide Bilanz der Fraunhofer-Gesellschaft erhielt im vergangenen Jahr erneut den uneingeschränkten Bestätigungsvermerk der Wirtschaftsprüfer.

Der Senat nahm im Jahr 2018 die ihm nach der Satzung der Fraunhofer-Gesellschaft obliegenden Aufgaben wahr. Er tagte im Geschäftsjahr 2018 zwei Mal: am 15. Mai im AMERON Hotel ABION Spreebogen in Berlin und am 10. Oktober im Fraunhofer-Forum in Berlin.

Wesentliche satzungsgemäße Beschlüsse betrafen strategische Beteiligungen und Vorstandangelegenheiten der Fraunhofer-Gesellschaft:

- Der Senat stimmte der durch den European Investment Fund geförderten Gründung und Finanzierung der Fraunhofer Technologie-Transfer Fonds GmbH mit einem Gesamtvolumen von 60 Mio € zu. Die Fraunhofer-Gesellschaft will mit dem Fonds die Finanzierungslücke bei Ausgründungs- und Lizenzprojekten in frühen Kommerialisierungsphasen überbrücken und damit den Transfer von Forschungsergebnissen in Marktanwendungen schnell und marktorientiert unterstützen. Auch die Fraunhofer-Institute profitieren unmittelbar, da nachhaltig finanzierte Ausgründungen und neu initiierte Lizenzmodelle zu weiteren Wirtschaftserträgen führen. Die Zustimmung stand unter dem Vorbehalt der Genehmigung des Vorhabens durch den Bund. Diese erfolgte mit Schreiben des Bundesministeriums für Bildung und Forschung vom 6. Dezember 2018. Die Gründungsdokumente der Fraunhofer Technologie-Transfer Fonds GmbH wurden am 14. Dezember 2018 unterzeichnet.



- Der Senat beschloss eine thematische Forschungsausweitung durch den Aufbau und Betrieb eines dauerhaft vom Bund und dem Land Hessen institutionell geförderten »Nationalen Forschungszentrums für angewandte Cybersicherheit CRISP«. Das Forschungszentrum wurde zum 1. Januar 2019 am Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie SIT und am Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD unter besonderer Beteiligung der TU Darmstadt sowie der Hochschule Darmstadt eingerichtet und hat als innovatives Kooperationsmodell von universitärer und außeruniversitärer Forschung einen Modellcharakter für die Fraunhofer-Gesellschaft. CRISP wird zu einem nationalen Forschungs- und Kompetenzzentrum für Wirtschaft, Staat und Gesellschaft ausgebaut, welches sich anwendungsorientiert den großen Herausforderungen der Cybersicherheitsforschung widmet, in Forschungsmissionen deren Lösung vorantreibt und mit Innovationen Unternehmen im Bereich Cybersicherheit unterstützt oder diese selbst hervorbringt.
- Der Senat hatte bereits Ende 2017 Dipl.-Kfm. Andreas Meuer mit Wirkung zum 1. Januar 2018 für eine fünfjährige Amtszeit zum Vorstandsmitglied gewählt. Herr Meuer verantwortet seit Jahresbeginn im neu aufgestellten Vorstandssort »Controlling und Digitale Geschäftsprozesse« neben den Finanzen auch den tief greifenden Digitalisierungsprozess der Fraunhofer-Gesellschaft.
- Prof. Dr. rer. nat. Georg Rosenfeld, Vorstand für das Ressort »Technologiemarketing und Geschäftsmodelle«, beendete nach knapp drei Jahren im Amt auf eigenen Wunsch und einvernehmlich zum 31. Dezember 2018 seine Vorstandstätigkeit. Prof. Dr. Rosenfeld hat sich für diesen Schritt entschieden, um sich neuen beruflichen Herausforderungen in der Industrie zuzuwenden. Der Senat dankt ihm für die erfolgreiche Arbeit und sein Engagement als Mitglied im Vorstand.

Für ihren Einsatz und ihre Leistungen im vergangenen Jahr möchte ich mich im Namen des Senats herzlich bei dem Vorstand sowie allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Fraunhofer-Gesellschaft bedanken.

Prof. Dr.-Ing. Heinz Jörg Fuhrmann  
Vorsitzender des Senats der Fraunhofer-Gesellschaft

---

# IM FRAUNHOFER-SENAT

---

Die Mitglieder der Fraunhofer-Gesellschaft wählen auf ihrer jährlichen Versammlung im Rahmen der Jahrestagung Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Wirtschaft und öffentlichem Leben für eine Amtszeit von drei Jahren in den Fraunhofer-Senat. Hier wird ein neu gewähltes Mitglied vorgestellt.



---

## PÄR MALMHAGEN B.A.

Mit Pär (Pelle) Ole Häkan Malmhagen konnte die Fraunhofer-Gesellschaft eine Führungspersönlichkeit der internationalen Automobilindustrie als Senatsmitglied gewinnen. Der Präsident von Tower International trat sein Amt im Januar 2019 an.

Pelle Malmhagen verantwortet bei einem der weltweit größten Automobilzulieferer die gesamten Konzerngeschäfte in den Regionen Nordamerika und Europa. Schwerpunkte der Fertigung sind Karosseriekomponenten, Fahrwerksrahmen und -module für Hersteller wie Audi, BMW, Daimler-Chrysler, Fiat, Ford, GM, Jaguar, Land Rover, Seat, Skoda, VW und Volvo. In den USA gehen die Wurzeln des 1993 formierten Konzerns mit Hauptsitz in Livonia, Michigan, auf die erste industrielle Revolution zurück: 1903 wurde der erste Cadillac mit Stahlkarosserie in einer Fabrik produziert, die heute zu den Produktionsstätten von Tower zählt. Auch in Zwickau unterhält der Konzern ein Werk mit rund 4000 Mitarbeitenden für Pressteile und komplexe Schweißbaugruppen, das auf dem ehemaligen Sachsenring-Presswerk aufbaut.

Bereits als Präsident von Tower Europe stärkte Pelle Malmhagen von 2012 bis 2017 die regionale Leitung innerhalb des Konzerns, in dem er unter anderem die Kundenbindung intensivierte und neue Leichtbautechnologien einföhrte. Vor seiner Tätigkeit bei Tower International war Malmhagen bei Autoliv Inc., dem weltweit größten Hersteller von automotiven Sicherheitssystemen, in verschiedenen internationalen Spitzenpositionen tätig.



»Wir werden in den nächsten Jahren einem rasanten und umfassenden Gesellschaftswandel entgegensehen, wie wir ihn noch nie erlebt haben. Dann werden aufkommende disruptive Entwicklungen von einer heranwachsenden Generation getrieben, die bereits mit der vernetzten Welt des Internets aufgewachsen ist. Auch als Mitglied des Fraunhofer-Senats setze ich mich dafür ein, diese Entwicklungen zu begleiten. Dazu kann ich insbesondere mit meiner internationalen Sicht auf die für Deutschland besonders bedeutende Automobilbranche beitragen.«

---

# AUS DER FRAUNHOFER-FORSCHUNG

---

**EUROPA ALS WISSENSGESELLSCHAFT –  
FRAUNHOFER ALS INNOVATIONSTREIBER**

**VOM ERFINDER ZUM VISIONÄREN GESTALTER –  
DIE KÜNFTIGE ROLLE DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT**

**NEUE INITIATIVEN UND INFRASTRUKTUREN**

**PROJEKTE UND ERGEBNISSE 2018**

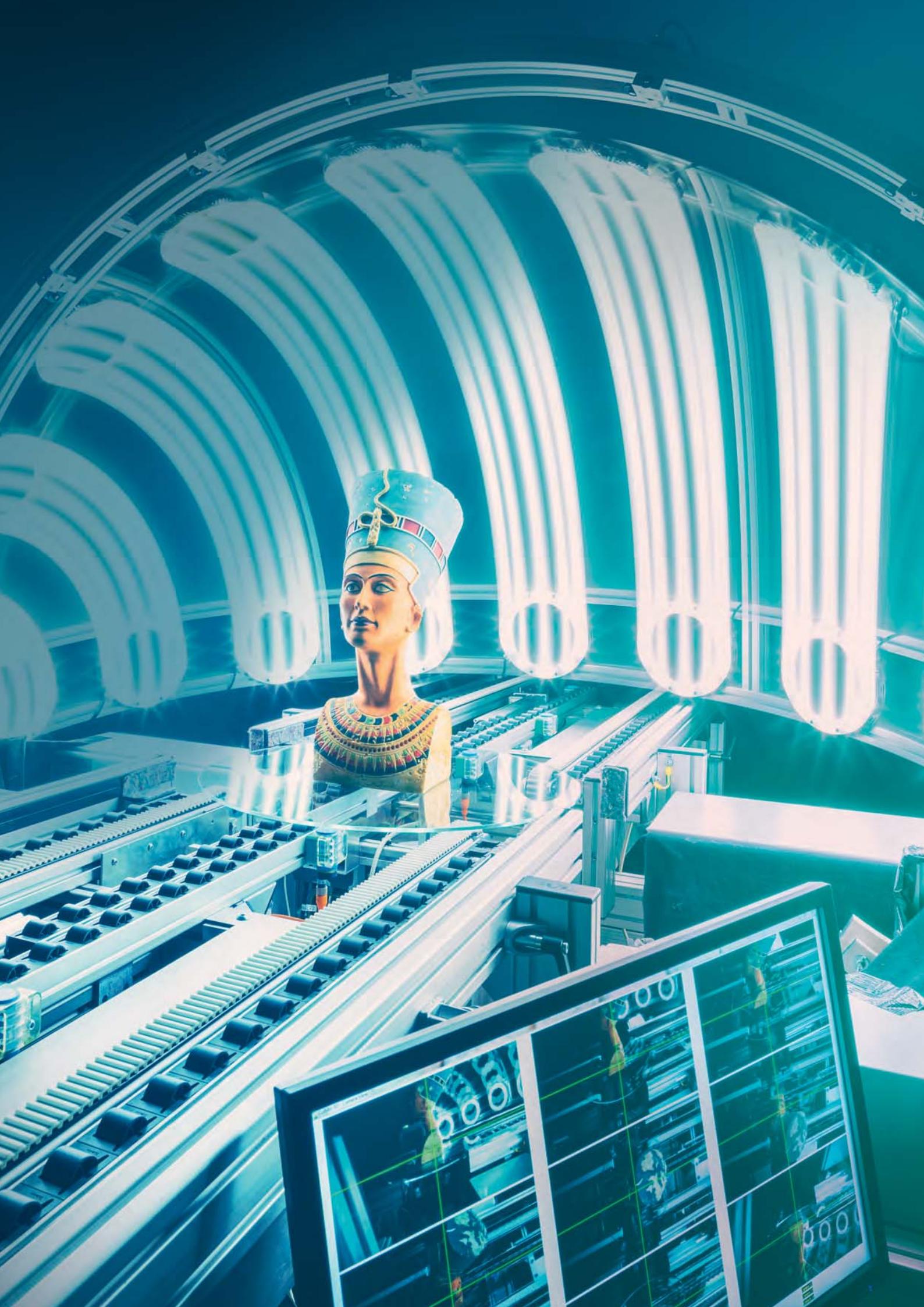
**AUSZEICHNUNGEN 2018**

**VISIONEN FÜR DIE WELT VON MORGEN**

**MENSCHEN IN DER FORSCHUNG**

**UNTERNEHMEN IM FRAUNHOFER-UMFELD**







# EUROPA ALS WISSENSGESELLSCHAFT – FRAUNHOFER ALS INNOVATIONSTREIBER

Helmut Trischler

## Die Agenda von Lissabon

Zu Beginn des neuen Millenniums, im März 2000, versammelte sich der Europarat in der portugiesischen Hauptstadt, um nicht weniger als die Weichen für ein neues Europa zu stellen. Vielleicht war es das chiliastische Klima eines neuen Jahrhunderts, eines neuen Jahrtausends sogar, das die politischen Spitzen Europas dazu veranlasste, sich auf einen langfristigen Plan für die Europäische Union zu einigen: die Agenda von Lissabon. Sie basiert auf dem strategischen Dreieck, neue Arbeitsplätze zu schaffen, das Wirtschaftssystem zu reformieren und den sozialen Zusammenhalt zu befördern. Das zentrale Ziel der überaus ehrgeizigen Vision hieß »to shift to a digital, knowledge-based economy«. Europa sollte sich entwickeln zur »most dynamic and competitive knowledge-based economy in the world capable of sustainable economic growth with more and better jobs and greater social cohesion, and respect for the environment«. Der Europarat nahm dabei eine Idee auf, welche die Europäische Kommission bereits einige Monate zuvor verkündet hatte, nämlich Europa zu einem integrierten Raum der Wissensproduktion auszubauen. Der Europäische Forschungsraum (European Research Area) sollte das Gegenstück zum Europäischen Hochschulraum bilden, der 1999 als Ziel des sogenannten Bologna-Prozesses formuliert worden war. Mit der Lissabon-Agenda verlagerte sich die Kardinalfrage nach dem Kern der europäischen Identität auf das Feld von Wissenschaft und Technik.

Die Europäische Kommission hatte im Vorfeld von Lissabon eine Reihe prominenter Wissenschafts-, Technik- und Innovationsforscher konsultiert. Manuel Castells etwa, der Autor der viel zitierten Buchtrilogie »Das Informationszeitalter« (1996–1998), steuerte seine Ideen zur Entwicklung einer digitalen Ökonomie auf der Basis von Informations- und Kommunikationstechnologien bei. Die Ökonomen Giovanni Dosi, Christopher Freeman, Bengt-Åke Lundvall, Richard Nelson, Carlota Perez und Luc Soete hoben die Bedeutung von wissenschafts- und technikbasierten Innovationen hervor.

Mit der Lissabon-Agenda ist die tradierte Meistererzählung eines auf politischer und wirtschaftlicher Integration beruhenden Europas durch das neue Narrativ einer geeinten europäischen Wissensgesellschaft ersetzt worden. Wissenschafts- und Technikkooperation soll Europas Gesellschaft durch Partizipation nachgerade radikal verändern, und die Leitidee der europäischen Wissensgesellschaft soll den Kontinent zu einer neuen Selbstvergewisserung auf seine historisch gewachsenen kulturellen Fundamente führen.

Mittlerweile ist es deutlich ruhiger um die hochfliegende, allzu hochfliegende, Vision der europäischen Wissensgesellschaft geworden. Die tiefe Wirtschaftskrise nach dem Börsencrash von 2008 hat den Akzent auf die Stabilisierung der Finanzmärkte verschoben, und mit der Migrationskrise – oder besser: Integrationskrise – und dem Erstarken des Nationalismus sowie den Debatten um den Brexit ist das Jahrhundertprojekt der europäischen Integration in die Defensive geraten. Man kann es gar nicht deutlich genug formulieren: Mehr denn je tätigt Europa gut daran, ob dieser Krisenphänomene nicht zu verzagen, sondern selbstbewusst auf die ebenso lange wie großartige Geschichte der transnationalen Zusammenarbeit von wissenschaftlichen und technischen Experten aus der grenzüberschreitenden Zirkulation von Wissen zu verweisen. Längst bevor das Projekt der europäischen Integration durch die Römischen Verträge von 1957 auf die politische Agenda gehoben wurde, begann diese gleichsam verdeckte Integration des Wissens ihre Wirkung zu entfalten.



### Die Mechanik des wissenschaftlich-technischen Internationalismus

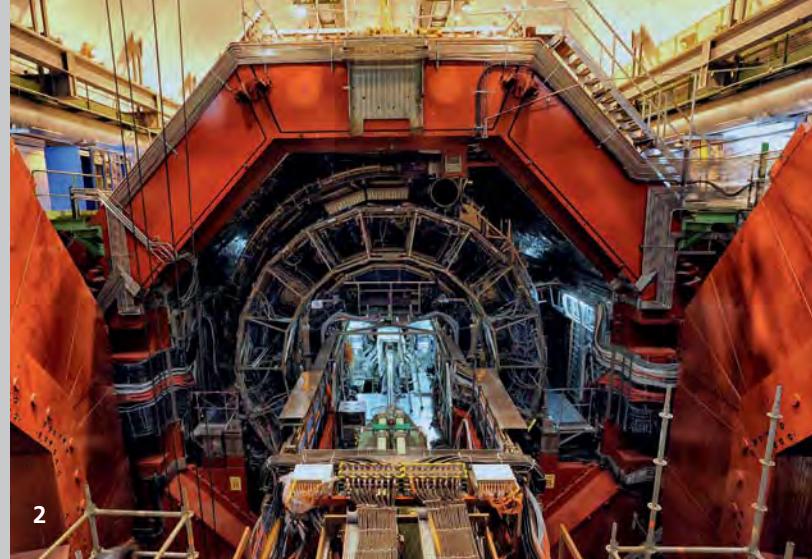
Wie ich an anderer Stelle ausführlich dargestellt habe, lässt sich der Beginn dieses Prozesses bis auf die Londoner Weltausstellung zurückverfolgen. Als die Great Exhibition of the Works of Industry of all Nations im Mai 1851 im neu gebauten Crystal Palace ihre Pforten öffnete, erfand Europa die Tradition, die neuesten technischen Errungenschaften einer international vernetzten Gemeinschaft von Experten in periodischen Weltausstellungen der Öffentlichkeit vor Augen zu führen. Mehr noch als eine technisch-industrielle Schau für sechs Millionen Besucher war die Great Exhibition ein Ort des Wissensaustausches. Experten jeglicher Fachrichtung konnten den Stand der Technik studieren und das neue Wissen nutzen, um in ihren Heimatländern die Industrialisierung voranzubringen. Die Londoner und die ihrem Modell folgenden Weltausstellungen waren im sich formierenden Europa des Wissens räumliche Ankerpunkte, an denen sich Experten treffen und Aufgaben und Probleme von transnationaler Relevanz diskutieren konnten. Die Pariser »Exposition Universelle« beispielsweise bot 1889 den Rahmen für nicht weniger als 78 von insgesamt 79 in diesem Jahr stattfindenden internationalen wissenschaftlich-technischen Kongressen.

In London 1851 und Paris 1889 war jene Mechanik des Internationalismus am Werk, die ihre volle Dynamik in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entfaltete. Sie zielte auf die Standardisierung von Maßen und Gewichten, von Geld und Zeit sowie von technischen Systemen wie etwa Telegraphie und Eisenbahn, kurzum auf die technischen Infrastrukturen, die in der von Industrialisierung und Globalisierung geprägten Welt von maßgeblicher Bedeutung wurden.

Zwischen London 1851 und Lissabon 2000 liegen eineinhalb Jahrhunderte, in denen sich wissenschaftlich-technische Experten in Hunderttausenden Unternehmungen europäischer Kooperation engagierten. Diese grenzüberschreitende Zusammenarbeit von Individuen und Institutionen schuf einen europäischen Erfahrungsraum, eine im eigentlichen Sinne europäische Geschichte.

Die wissenschaftliche und technische Kooperation verlief freilich nicht als linearer Prozess, der zu einem stetigen Wachstum transnationaler Netzwerke und Institutionen führte. Im Gegenteil, die Geschichte eines auf Zirkulation und Kooperation von Expertise gebauten Europas war durchsetzt von den Spannungen des »Zeitalters der Extreme« (Eric Hobsbawm), in dem von Europa zwei Weltkriege ausgingen. In diesen Kriegen sanken wissenschaftlich-technische Wissenszirkulation und wirtschaftlicher Austausch drastisch, freilich um nach 1945 mit umso größerem Elan wieder aufgenommen zu werden.

Vor diesem Hintergrund sind die zahlreichen Bemühungen zu verstehen, im Nachkriegseuropa eine transnationale Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technik zu institutionalisieren. Diese Bestrebungen, die in der Gründung des CERN 1952 eine erste Ausprägung fanden, hatten viele Wurzeln. Der Idealismus, durch wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit die Wunden des Zweiten Weltkriegs zu heilen und ein friedliches Europa aufzubauen, bildete dabei nur einen Teil des Wurzelstocks. Das US-amerikanische Hegemonialstreben, durch transatlantische Kooperationen wie etwa Euratom nationale Alleingänge einzelner europäischer Staaten in so sicherheits-sensitiven Bereichen wie der Kerntechnik zu vermeiden und die wissenschaftlich-technischen Ressourcen der europäischen Verbündeten im Kalten Krieg zu nutzen, spielte ebenfalls eine wichtige Rolle. Und auch im Nachkriegseuropa resultierte Zusammenarbeit fast immer auch aus handfesten Interessen der



Nationalstaaten, ihre jeweiligen Positionen im internationalen Wettbewerb zu stärken. Kurzum, die Agenda der europäischen Wissenschafts- und Technikkooperation beinhaltete sehr viel weitgespanntere Ziele als »nur« gemeinsam Teilchenbeschleuniger, Weltraumraketen und Fusionsreaktoren zu bauen – jene Leuchtturmartefakte, mit denen das Nachkriegseuropa in die Welt hinaus zu strahlen hoffte.

Der amerikanische Journalist Jean-Jacques Servan-Schreiber lancierte mit seinem 1967 publizierten Essay »Die amerikanische Herausforderung« eine folgenreiche Debatte um eine »technologische Lücke« zwischen den USA und Europa. Heute wissen wir, dass sich diese Lücke damals bereits wieder zu schließen begann, aber in Reaktion auf die breit geführte öffentliche Diskussion setzten Europas politische Eliten eine Fülle von wissenschaftlich-technischen Initiativen in Gang. Diese reichten von der Cooperation in Science and Technology (COST) 1970 und der European Science Foundation 1974 bis zum Vertrag von Maastricht von 1993, durch den die Europäische Kommission umfangreiche Befugnisse zur Forschungsförderung erhielt. Ab 1984 legte die Kommission zudem mehrjährige Forschungsrahmenprogramme auf, deren Volumen rasant wuchs: von 3,3 Mrd. € im 1. Rahmenprogramm (1984 bis 1987) bis knapp 80 Mrd. € im derzeit laufenden 8. Rahmenprogramm Horizon 2020.

1 *Crystal Palace, Weltausstellung London, 1851.*

2 *Teilchenbeschleuniger, CERN, 1952.*

### **Anfänge der Europäisierung der Fraunhofer-Gesellschaft in den 1980er- und 1990er-Jahren**

Welche Rolle spielte und spielt die Fraunhofer-Gesellschaft im Prozess der Europäisierung? Nutzt(e) sie die sich bietenden Chancen eher pragmatisch-passiv oder wirkt(e) sie als ein aktiver Treiber der europäischen Zusammenarbeit in Forschung und Technik?

Werfen wir zunächst einen Blick zurück auf das Jahr 1980, als der damalige Fraunhofer-Präsident Heinz Keller eine schadungslose Kritik der bisherigen Versuche einer Internationalisierung formulierte. Es gebe kein Konzept für die internationale Rolle der Fraunhofer-Gesellschaft; sie habe auf Anforderungen aus dem Ausland reagiert, aber nicht agiert, berichtete er dem Senat der Gesellschaft. Ein erster Versuch der Koordinierung und Systematisierung der internationalen Aktivitäten war die Einrichtung des Internationalen Büros 1977 gewesen, aber auch hier hatte Fraunhofer eher eine entsprechende Empfehlung aus dem Bundesforschungsministerium aufgegriffen denn eigene Akzente gesetzt. Das sollte nun, so das Fraunhofer-Präsidium, anders werden.

In der Rückschau auf die 1980er-Jahre lässt sich freilich konstatieren, dass einem kraftvollen Engagement Fraunhofers auf dem sich entfaltenden europäischen Forschungsmarkt enge bürokratische Grenzen gesetzt waren. Für die Institute kamen nur »indirekte Aktionen« infrage, bei denen die Europäische Gemeinschaft im Regelfall 50 Prozent der Kosten trug. Auf die Grundfinanzierung ließ sich wegen des ohnehin geringen Spielraums für Eigenforschung kaum zurückgreifen. Die Eigenbeteiligung an EG-Projekten verschlang nicht weniger als 15 Prozent der den Instituten im Betriebshaushalt zugewiesenen Mittel bei einem stagnierenden Anteil von 5 Prozent der EG-Erträge an den Gesamterträgen von Fraunhofer. Alle Versuche, die Bundesregierung für eine subsidiäre Finanzierung aus nationalen Förderquellen zu gewinnen, schlugen

**Europa als Wissensgesellschaft –  
Fraunhofer als Innovationstreiber**

fehl. Bundesforschungsminister Heinz Riesenhuber verwies Fraunhofer-Präsident Max Syrbe 1988 auf seinen unternehmerischen Spielraum, die erforderlichen Prioritäten im Rahmen des gegebenen Wirtschaftsplans zu setzen. Das Ziel der Fraunhofer-Europapolitik, sich mittelfristig den Markt für Auftragsforschung mit Unternehmen der europäischen Nachbarstaaten zu erschließen, wurde kaum erreicht. Selbst ausländische Firmen mit Töchtern im Inland bildeten im Kundentableau von Fraunhofer nur ein kleines Segment.

Um die weitgehende Beschränkung auf das jeweilige nationale Innovationssystem zu durchbrechen und auf die Europäisierung der Märkte zu reagieren, schlossen sich die europäischen Vertragsforschungseinrichtungen zu einem Interessenverband zusammen. Die European Association of Contract Research Organisations (EACRO) wurde 1989 aus der Taufe gehoben. Bei aller Skepsis, inwieweit die Heterogenität der Mitglieder eine gemeinsame Interessenvertretung ermögliche, wirkte Fraunhofer als maßgebliche Kraft bei der Gründung und Etablierung dieses Treibers einer Europäisierung der Forschungsmärkte und versuchte aktiv, diesen Prozess mitzugestalten.

In den 1990er-Jahren begann Fraunhofer, sich verstärkt als Global Player zu etablieren. Das 1995 aufgelegte Programm »Fraunhofer in fremden Ländern« (PROFIL) identifizierte neben Europa Nordamerika und Südostasien als regionale Schwerpunkte. Bis zum Ende des Jahrtausends stiegen die Wirtschaftserträge in diesen beiden Regionen trotz einer imposanten Präsenz vor Ort zwar an, lagen aber immer noch deutlich unter denen in Europa als Kernregion der Internationalisierung der Gesellschaft – und das sollte auch im 21. Jahrhundert so bleiben.

---

**Von der nationalen zur europäisch agierenden  
Forschungseinrichtung**

---

Nicht nur die politische Spitze Europas ging mit der Agenda von Lissabon zum Ausbau der europäischen Wissensgesellschaft in das neue Jahrtausend. Auch Fraunhofer beschloss, sich »hin zu einer europäisch agierenden Forschungseinrichtung« zu orientieren, wie der Vorstand im Jahresbericht 2000 als strategisches Ziel formulierte. Der Bezugsrahmen sollte von der Förderung der Region und der Standortsicherung Deutschlands auf die Gestaltung des europäischen Binnenmarktes erweitert werden. Die »Vision einer europäischen Fraunhofer-Gesellschaft« ging nicht so weit, sich flächendeckend mit Instituten über ganz Europa auszubreiten. Vielmehr wollte Fraunhofer sich breitflächig mit der europäischen Scientific Community vernetzen und neben projektbezogenem Chancenmanagement stabile Kooperationen in Form von Joint Ventures aufzubauen, um so das Zusammenwachsen des europäischen Forschungsraums mitzugestalten. Konsequenterweise eröffnete Fraunhofer in Brüssel ein eigenes Verbindungsbüro, um sich noch intensiver als zuvor an europapolitischen Diskussionen beteiligen zu können. Die Vision, langfristig eine signifikante Rolle in Europa zu spielen, war damit vorgegeben, auch wenn der Vorstand zu Beginn des neuen Jahrtausends die weitere Entwicklung noch nicht für hinreichend planbar hielt und zunächst auf Sicht fuhr.

Es ist imposant zu sehen, wie rasch sich Erfolge dieser Strategie einstellten. 2001 bediente die Fraunhofer-Gesellschaft rund 650 europäische Kunden und erzielte dabei Erträge von 29 Mio. €. Sie profitierte dabei auch von den im 6. Forschungsrahmenprogramm neu eingeführten Instrumenten der Integrierten Projekte und Exzellenznetzwerke. Drei Jahre später (2004) setzte sie in Europa bereits Projekte mit einem Volumen von 73 Mio. € um, und sie brachte ihre Erfahrungen als aktiver Treiber der europäischen Forschungsintegration auch in eine strukturierte Diskussion mit der Europäischen Kommission



über die politischen Rahmenbedingungen der Forschungsförderung ein. Weitere drei Jahre später (2007) lagen die Erträge in Europa schon bei rund 98 Mio. € und machten damit den Löwenanteil der gesamten Auslandserträge in Höhe von 125 Mio. € aus. Neben Partnerschaften mit renommierten europäischen Forschungseinrichtungen wie der Cambridge University und der französischen Association des instituts Carnot wurden selbstständige Fraunhofer-Auslandsgesellschaften in Österreich und Portugal gegründet. Fraunhofer Austria kooperierte im Bereich der Logistik und Produktionsplanung eng mit den Technischen Universitäten in Graz und Wien, und das Fraunhofer Center in Porto befasste sich mit der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien zur Unterstützung von Menschen mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit.

Und das rasante Wachstum hielt an: 2011 erwirtschaftete Fraunhofer in Europa nicht weniger als 145 Mio. €. Die Forschungsgesellschaft war damit nicht nur der erfolgreichste deutsche Teilnehmer an EU-Förderprogrammen, sondern belegte sogar europaweit den zweiten Platz. Drei Jahre später (2014) wurde die Rekordmarke von 200 Mio. € erzielt, nicht zuletzt dank der Gründung weiterer selbstständiger Fraunhofer-Auslandsgesellschaften in Schweden (Stiftelsen Fraunhofer Chalmers Centrum für Industrimatek), Italien (Fraunhofer Italia Research Konsortial-GmbH) und Großbritannien (Fraunhofer UK Research Ltd.).

In der 2017 formulierten »Agenda Fraunhofer 2022« nimmt die Strategie der Internationalisierung einen zentralen Platz ein. Ziel ist es, einen generellen wissenschaftlichen Mehrwert zu schaffen sowie einen wirtschaftlichen Mehrwert für Deutschland und Europa. Das komplexe Netzwerk von Verbundprojekten, strategischen Kooperationen, Projektzentren im Ausland und selbstständigen Fraunhofer-Auslandsgesellschaften wird ständig ausgeweitet und an die Dynamik der Globalisierung sowie den rasanten wissenschaftlich-techni-

schen Wandel angepasst. Im Zentrum der internationalen Aktivitäten steht dabei unverändert der europäische Raum. Die Fraunhofer-Gesellschaft war und ist ein herausragender Innovationstreiber Europas, und sie nimmt ihre selbstgestellte Aufgabe, kraftvoll am Aufbau eines integrierten Forschungsraums und einer europäischen Wissenschaftsgesellschaft mitzuwirken, auf imposante Weise wahr.

Prof. Dr. Helmuth Trischler leitet den Bereich Forschung des Deutschen Museums, ist Professor für Neuere Geschichte und Technikgeschichte an der Ludwig-Maximilians-Universität München und Co-Direktor des Rachel Carson Center for Environment and Society.

Hinweise zum Weiterlesen in Publikationen des Autors:

- Forschung für den Markt. Geschichte der Fraunhofer-Gesellschaft. München: C. H. Beck, 1999 (mit Rüdiger vom Bruch)
- Problemfall – Hoffnungsträger – Innovationsmotor. Die politische Wahrnehmung der Vertragsforschung in Deutschland. In: Peter Weingart und Niels C. Taubert (Hrsg.): Das Wissenschaftsministerium. Ein halbes Jahrhundert Forschungs- und Bildungspolitik in Deutschland. Bielefeld: Velbrück, 2006, S. 236–267
- Building Europe on Expertise. Innovators, Organizers, Networkers. London: Palgrave Macmillan, 2014 (mit Martin Kohlrausch)

# VOM ERFINDER ZUM VISIONÄREN GESTALTER – DIE KÜNFTIGE ROLLE DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Prof. Dr. Reimund Neugebauer

## 70 Jahre Fraunhofer – eine Erfolgsgeschichte

Joseph von Fraunhofer war zu seiner Zeit ein Forscher, wie man ihn bis dahin noch nicht kannte: Obwohl er keine entsprechende Ausbildung genossen hatte, arbeitete er als autodidaktischer Wissenschaftler so erfolgreich, dass sein Wirken die Optik damals prägte und bis heute Einfluss hat. Zudem setzte er seine Ergebnisse auch in unternehmerischen Gewinn um. Deswegen wählte ihn die Fraunhofer-Gesellschaft als ihren Namenspatron, denn sie gab sich schon bei ihrer Gründung am 26. März 1949 das Ziel, Forschung explizit für die Anwendung zu fördern. Bei der Gründungsversammlung im Bayerischen Wirtschaftsministerium erhielt die Fraunhofer-Gesellschaft zunächst den Auftrag, mit einer Handvoll ehrenamtlicher Mitarbeiter Geld zu akquirieren und für die angewandte Forschung an Einzelpersonen oder Unternehmen weiterzuleiten. Nach der ersten Dekade ihres Wirkens – und einem ausgeprägten Kampf um ihre eigene Existenz – verfügte die Organisation bereits über 9 Forschungsinstitute und 135 Mitarbeitende.

Der Bedarf an anwendungsnaher Forschung stieg, und die Fraunhofer-Gesellschaft wuchs: Im Jahr 1969 beschäftigte sie bei einem Budget von 33 Millionen Mark bereits 1200 Menschen. Das wirtschaftliche Überleben der Fraunhofer-Gesellschaft galt aber erst mit dem Beginn der institutionellen Förderung ab diesem Jahr als gesichert.

Potenziert wurde die positive Entwicklung Anfang der 70er-Jahre durch eine neue Satzung mit gestärktem Vorstand, aufgewertetem Senat, einer vergrößerten Zentrale und einem neuen Mitbestimmungsorgan, dem Wissenschaftlich-Technischen Rat (WTR). Auch ein Gesamtbetriebsrat nahm 1972 seine Arbeit auf. Das Modell der erfolgsabhängigen Grundfinanzierung lieferte der Fraunhofer-Gesellschaft 1973 den Schlüssel für ein beispielloses Wachstum – und das lange kritisierte Sorgenkind der deutschen Forschungslandschaft geriet so zum Hoffnungsträger für Innovationen und erlebte den damit verbun-

denen wirtschaftlichen Höhenflug. In den 80er-Jahren folgte die Einführung eines einheitlichen Kommunikationsnetzes, um die internen Betriebsabläufe und die Arbeit in Wissenschaft und Administration effizienter zu gestalten. Mit gleicher Zielrichtung erhöhte Fraunhofer die Investitionen in Bau und Ausstattung.

## Wachstum durch Integration – Fraunhofer passt Strukturen und Arbeitsweise an

Die Integration der Forschungseinrichtungen der neuen Bundesländer Anfang der 90er-Jahre stellte die Fraunhofer-Gesellschaft vor eine große Herausforderung, der sie mit Mut und Schnelligkeit begegnete. Als der Wissenschaftsrat im Juli 1990 das Mandat zur Begutachtung der außeruniversitären Forschung der DDR annahm, hatte Fraunhofer deren Evaluierung in einem ersten Schritt bereits abgeschlossen und ein Konzept ausgearbeitet. Die Integration dieser neuen Bereiche in die Fraunhofer-Welt in den folgenden Jahren war eine ganz eigene Erfolgsstory. Am Ende dieser Dekade lag das Budget von Fraunhofer erstmals bei 1 Milliarde Mark, der Anteil der Verteidigungsforschung sank dabei auf unter 10 Prozent.

Nach dem Millennium brachte die Integration der GMD – Forschungszentrum Informationstechnik GmbH und der Forschungsgesellschaft für Angewandte Naturwissenschaften (FGAN) erneute Schübe an Größe und Leistungsfähigkeit. Fraunhofer passte sich dem gewachsenen Format an: Die Strukturierung in Verbünden wurde forciert, eine Stärkung der Corporate Identity vorangetrieben und eine Innovationsoffensive gemeinsam mit der Politik gestartet, um die Wirtschaftskraft Deutschlands zu stärken. Auch die Internationalisierung trug jetzt dazu bei, Fraunhofer durch den intensiven Kontakt mit europa- und weltweit agierenden Forschungs- und Industriepartnern neue Erfahrungen, steigende Anerkennung und damit auch weitere Kunden in Deutschland zu bringen.



Das starke Wachstum erforderte auch eine kontinuierliche Anpassung der Strukturen in der Fraunhofer-Gesellschaft selbst: Die interne Vernetzung erhielt durch interne Kooperationsformen wie die Fraunhofer-Allianzen, durch die Aufwertung der Verbünde und die Einrichtung des Präsidiums Auftrieb; die externe Vernetzung wurde gestärkt durch Innovationscluster und forcierte Kooperationen mit Forschungspartnern wie den Hochschulen und der Max-Planck-Gesellschaft. Förderprogramme wie »Attract« zielten darauf ab, die Kreativität in der Fraunhofer-Forschung durch das Gewinnen internationaler Spitzentalente zu fördern; Recruiting-Maßnahmen unter Studierenden leisteten dazu ebenfalls einen großen Beitrag.

Die Entwicklung des gesellschaftlichen und politischen Umfelds, in dem sich Forschung und Wissenschaft in Deutschland und Europa bewegen, bleibt nicht stehen, sondern beschleunigt sich sogar – ebenso wie der Fortschritt der Technologien selbst. Die angewandte Forschung war daher gefordert, sich diesem Entwicklungstempo und den steigenden Anforderungen anzupassen, und zwar auf effiziente und zugleich nachhaltige Art. Fraunhofer entwickelte deshalb neue Kooperationsformen, die es erlauben, verschiedene interessante Forschungs- und Entwicklungspartner zusammenzuführen. Das Ziel ist, schnell und erfolgreich vielversprechende technologische Trends mit Disruptionspotenzial aufzugreifen, sie voranzutreiben und dabei die Systemführerschaft der Technologien zu übernehmen.

---

### **Unsere heutige Position und Mission – Qualität führt zu Quantität**

---

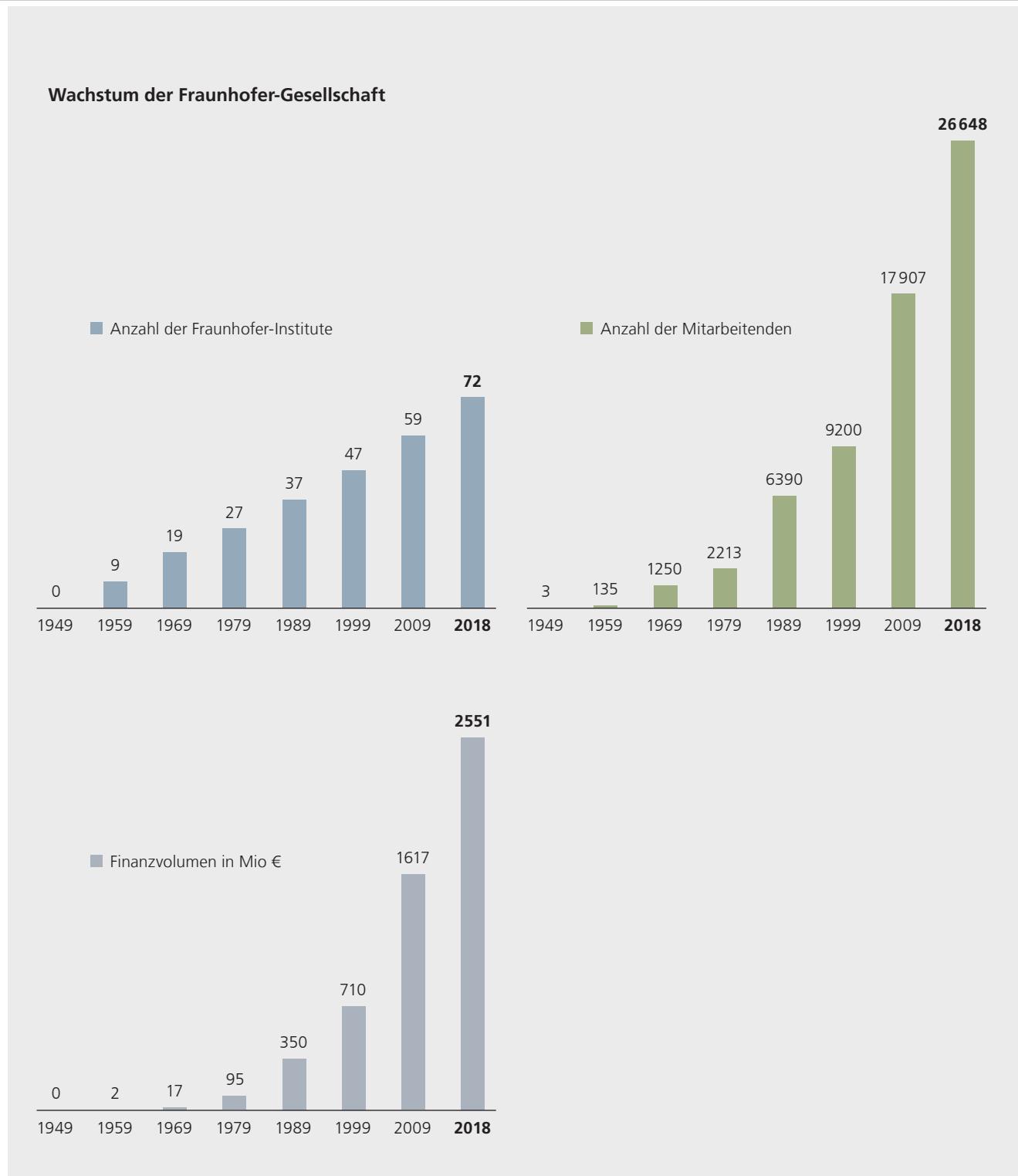
In den vergangenen 70 Jahren hat sich Fraunhofer also sowohl strukturell als auch hinsichtlich seines FuE-Portfolios ständig weiterentwickelt. Diese Entwicklung ist sichtbar an der kontinuierlichen Steigerung des Budgets, der Anzahl der Mitarbeiter oder auch der Anzahl der Institute. Das Wachstum spiegelt die zunehmende positive Resonanz bei den Kunden und die starke Position von Fraunhofer innerhalb der globalen

Scientific Community wider. Die Größe allein ist allerdings kein originäres Ziel der Fraunhofer-Gesellschaft, sondern vielmehr ein Indikator für die hohe Qualität ihres Wirkens – das qualitative Wachstum. Es findet sowohl auf Basis einer modernen internen Governance statt als auch durch die dynamische Aufnahme neuer relevanter FuE-Themen für den Standort Deutschland. Beides muss zusammenpassen, um erfolgreich zu sein. Mittlerweile ist auch die Art und Weise des Wirkens – das sogenannte Fraunhofer-Forschungs- und Finanzierungsmodell – eine wichtige Benchmark für Forschungseinrichtungen weltweit geworden.

Die starke Rolle von Fraunhofer im global starken Industrieland Deutschland bedingt, dass wir eng verknüpft mit der nationalen und internationalen Forschungspolitik zu deren Zielen beitragen, um den globalen Herausforderungen zu begegnen, wie sie u. a. in den Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen beschrieben werden. Dieses geschieht insbesondere durch Kooperation mit anderen Forschungseinrichtungen. Um diese dynamischen Netzwerke zu generieren, bedarf es eines professionellen Forschungsmanagements und einer wissenschaftlichen Exzellenz, die im Außenraum wahrgenommen wird. Diese weltweite Attraktivität von Fraunhofer als Forschungspartner zeigt sich an den mehr als 20 Prozent der Wirtschaftserträge, die wir im Ausland akquirieren, an unserer Position an dritter Stelle der europäischen Forschungseinrichtungen hinsichtlich der Beteiligung an den EU-Horizon-2020-Projekten und an unseren 16 Fraunhofer Centers in der Welt.

Das Zitat des Unternehmers und Politikers Philip Rosenthal: »Wer glaubt, etwas zu sein, hat aufgehört, etwas zu werden«, ist auch unser Motto. Wir ruhen uns nicht auf unserer heutigen starken Position aus, sondern haben Entwicklungen für die Zukunft angestoßen, die unsere internen und externen Vernetzungen weiter vorantreiben, um insbesondere an disruptiven Technologien wie der Künstlichen Intelligenz oder an den Technologien zur Umsetzung der Energiewende signifikant mitzuwirken.

Vom Erfinder zum visionären Gestalter –  
die künftige Rolle der Fraunhofer-Gesellschaft





## Technik für die Zukunft

Fraunhofer unterstützt die nationalen und europäischen Initiativen zur Künstlichen Intelligenz, setzt aber auch bewusst Schwerpunkte durch große eigene Forschungsprojekte. Im Fraunhofer Cluster of Excellence Cognitive Internet Technologies vernetzen wir Sensorik, Datenhandling und intelligente Analyse. Beim maschinellen Lernen wollen wir durch die Verbindung von Experten- und Prozesswissen mit selbstlernenden Verfahren eine völlig neue Stufe beim Lernniveau und der Prädictionsqualität erreichen.

Die Folgen des Klimawandels zu beschränken und zu beherrschen ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. Die Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt zusammen mit ihren Kunden Innovationen, die den Transformationsprozess in Industrie, Energieversorgung und Materialwissenschaft gestalten und die das Potenzial haben, neue Wertschöpfung in Deutschland zu etablieren. Der Umbau des Energiesystems erfordert neue Technologien in der Erzeugung von elektrischer Energie, der flexiblen Nutzung dieser klimaneutralen Energie auch in den Sektoren Wärme und Mobilität und den Aufbau eines sicheren, resilienten und intelligenten Verteilsystems. Durch die Entwicklung neuer Verfahren in der Stahlherstellung oder der chemischen Industrie ermöglichen wir die Vermeidung klimaschädlicher Substanzen in Industrieprozessen. Neben den Energieströmen innovieren wir auch Materialströme durch die Erschließung nachhaltiger und nachwachsender Rohstoffe, die Schließung von Kohlenstoff- und Materialkreisläufen und durch Methoden des Recyclings und Upcyclings.

## Neue Netzwerke und neue Wirkungen

Die Mission von Fraunhofer ist seit der Aufnahme in die gemeinsame Bund-Länder-Förderung im Jahr 1977 präzise formuliert und musste seitdem kaum angepasst werden. Sie ist uns seither ein guter Kompass: Unser Ziel ist, durch anwendungsorientierte Forschung Nutzen für die Wirtschaft in Deutschland und Europa zu generieren. In der heute dicht besetzten deutschen Forschungslandschaft wird die Anwendungsorientierung der Forschung mittlerweile von vielen Akteuren proklamiert, sodass Fraunhofer in der Zukunft noch spezifischere Alleinstellungsmerkmale herausbilden muss. Deshalb streben wir mit der Vision unseres Leitbilds eine weitere neue Qualität an: Wir wollen ein Innovationstreiber sein, der durch technologische Durchbrüche zur Lösung künftiger Herausforderungen beiträgt. »Den Nutzen für Wirtschaft und Gesellschaft steigern durch Exzellenz und Synergie« ist deshalb die Zielsetzung der aktuellen Agenda Fraunhofer 2022, die unsere Vision praktisch umsetzen soll. Der Vorstand und das Präsidium der Fraunhofer-Gesellschaft haben sich mit der Frist bis 2022 hohe Ziele gesteckt und damit eine starke Dynamik der Veränderung erzeugt. In konkreten qualitätsgesicherten Umsetzungsprojekten der Agenda Fraunhofer 2022 werden neue Strukturen und Prozesse entwickelt und eingeführt, um instituts- und Fraunhofer-übergreifend systemrelevante Technologietrends für Deutschland und Europa voranzutreiben. Fraunhofer adressiert dabei insbesondere drei verschiedene Netzwerkkonstellationen: langfristige Netzwerke mit exzellenten Forschungspartnern, strategische Partnerschaften mit Unternehmen und ein Ausbau der Synergien bei der institutsübergreifenden Zusammenarbeit.

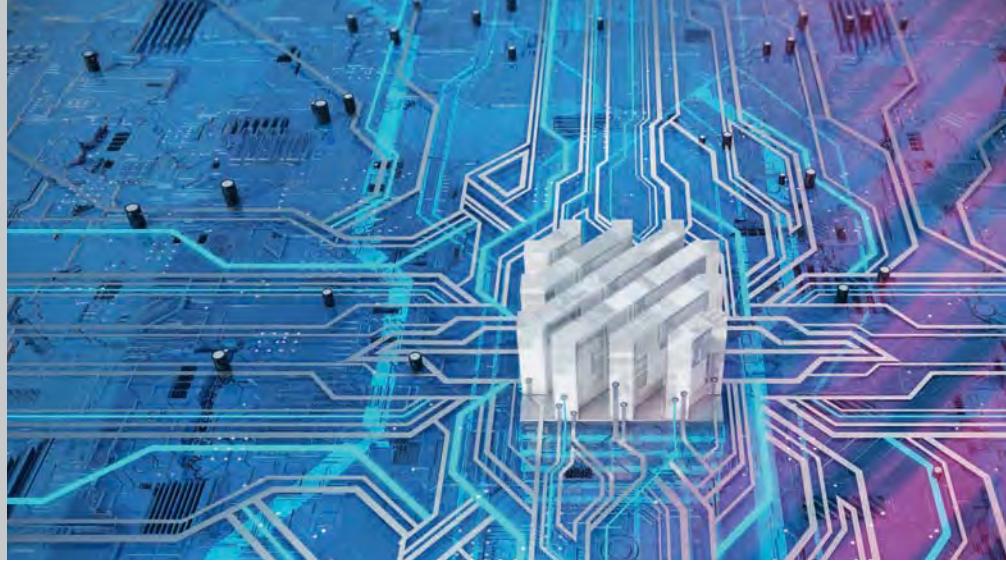
Das erfolgreiche Fraunhofer-Modell basiert insbesondere auf der institutionalisierten Kooperation unserer Institute mit den ortsnahen Universitäten. So ist die gemeinsame Berufung der Institutsleitung eines Fraunhofer-Instituts und eines Lehrstuhlinhabers an der Universität in Personalunion eine gängige Praxis. Diese Vernetzungen bedürfen in jedem Einzelfall einer besonderen Anpassung an das Instituts-Universitäts-System,

**Vom Erfinder zum visionären Gestalter –  
die künftige Rolle der Fraunhofer-Gesellschaft**

sodass für beide Partner eine Win-win-Situation entsteht. Da sich die Universitäten strategisch an die wechselnden Anforderungen ihres Umfelds anpassen und u. a. verstärkt im Drittmittelmarkt aktiv sind, entwickelt Fraunhofer diese Partnerschaften auch kontinuierlich weiter. So wurden vor vier Jahren gemeinsame »Leistungszentren« erprobt, in denen Universitäten und Fraunhofer-Institute an einem Standort themenspezifisch und anwendungsnahe mit Unternehmen und zivilgesellschaftlichen Akteuren zusammenarbeiten, um Forschungsergebnisse schnell in Innovationen zu überführen. Dabei werden Kompetenzen zusammengelegt, die Infrastruktur organisationsübergreifend genutzt und auch gemeinsame Ausbildungs- und Ausgründungskonzepte umgesetzt. Bis heute sind 17 dieser Zentren eingeführt; sie werden derzeit einer Evaluation unterzogen. Die Synergie zwischen Fraunhofer und den Universitäten wird auch deutlich bei der Förderung der künftigen Exzellenzcluster im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF): Fraunhofer hat an 15 erfolgreichen Exzellenzclustern mit 16 Universitäten mitgewirkt.

**Datensouveränität als Basis der Kooperation**

Fraunhofer bedient pro Jahr mehrere Tausend Unternehmen durch Auftragsforschung im Rahmen von wenigen Tausend Euro bis zu Millionenaufträgen. Neben diesen – oft auch wiederkehrenden – Einzelkunden mit Bedarf für aktuelle spezifische Lösungen streben wir in Zukunft auch langfristige strategische Partnerschaften an, um ein Unternehmen bei der Umsetzung neuer Systemlösungen mittel- bis langfristig begleiten zu können. Hierfür haben wir sowohl neue Kooperations- und Managementmodelle für Einzelunternehmen erprobt als auch Organisationsmodelle entwickelt, um eine Vielzahl von Unternehmen einzubinden. So haben wir im Rahmen einer strategischen Initiative eine Architektur für eine vertrauenswürdige Datenökonomie entwickelt, weil wir davon überzeugt sind, dass wir sowohl dem chinesischen als auch dem amerikanischen Modell der Datenrechte und Datenweitergabe ein europäisches Modell der Datensouveränität und der vom Besitzer kontrollierten Datennutzung entgegenstellen müssen: Mit der International Data Spaces Association stellen wir eine Architektur für neue Geschäftsmodelle als Industriestandard zur Verfügung, die dem Datenbesitzer eine kontrollierte Weitergabe von Daten ermöglicht, ohne dass er seine Datensouveränität dafür aufgeben müsste. Zusammen mit rund 100 Unternehmen werden Use Cases auf Basis der von Fraunhofer entworfenen und prototypisch realisierten Rahmenarchitektur umgesetzt. Die Grundidee wird in domänen-spezifischen Speziallösungen wie Medical oder Urban Data Spaces weiterentwickelt.



---

### Spin-offs als Transporteure des Wissens

---

Fraunhofer strebt nicht nur die Zusammenarbeit mit etablierten Unternehmen an, sondern auch die zunehmende Ausgründung neuer agiler Unternehmen – sogenannter Spin-offs. Dazu haben wir nach internationalem Vorbild ein Programm gestartet, um über mehrere Phasen – von der Idee bis zur finalen Gründung – erfolgsabhängig potenzielle Ausgründer zu fördern. Diese Fraunhofer-Mitarbeitenden verlassen dann zwar unsere Organisation, aber es entwickeln sich dabei in der Regel stabile Partnerschaften, zum einen weil für das Unternehmen die Fraunhofer-Gesellschaft weiterhin ein zuverlässiger Forschungspartner bleibt und zum anderen weil sich Fraunhofer oft auch als Shareholder an diesen Ausgründungen beteiligt. Die Zielsetzung innerhalb der Agenda Fraunhofer 2022 misst sich an den Besten der Welt: Fraunhofer will bis 2022 eine Ausgründungsquote von zwei Ausgründungen pro 1000 Mitarbeitenden im Jahr erreichen – die derzeitige Quote des Spitzenreiters, des Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Boston.

---

### Kooperation mit großen Forschungsorganisationen

---

Die Kooperation mit nationalen und internationalen Forschungspartnern ist für Fraunhofer selbstverständlich. Nur mit exzellenten Partnern sind wir in der Lage, weltweit wettbewerbsfähige Innovationen zu kreieren. Dabei streben wir neben den projektweisen Kooperationen, wie sie z. B. bei der europäischen Zusammenarbeit innerhalb der geförderten EU-Programme üblich sind, auch längerfristige institutionelle Kooperationen an.

Fraunhofer arbeitet seit 2018 nunmehr mit allen großen deutschen Forschungseinrichtungen projektübergreifend auf einer Programmebene zusammen. Neben den oben beschriebenen spezifischen Vernetzungen der einzelnen Fraunhofer-Institute mit den lokalen Universitäten gibt es mit der Max-Planck-Gesellschaft und der Deutschen Forschungsgemeinschaft jeweils ein gemeinsames Programm für Projektkooperationen und mit der Helmholtz-Gemeinschaft eine Proof-of-Concept-Plattform für die Arznei- und Medizinproduktentwicklung für den beschleunigten Transfer innovativer Ideen in die medizinische Praxis. Mit Instituten der Leibniz-Gemeinschaft wird derzeit eine vom BMBF geförderte »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland« (FMD) aufgebaut und mittelfristig gemeinsam betrieben. Fraunhofer strebt hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung der nationalen Forschungslandschaft an, dass die außeruniversitären Forschungseinrichtungen ihre jeweiligen Missionen und Alleinstellungsmerkmale stärker fokussieren, um dann mit unterschiedlichen Kompetenzen miteinander flexibel zu kooperieren.

**Vom Erfinder zum visionären Gestalter –  
die künftige Rolle der Fraunhofer-Gesellschaft****Internationale Zusammenarbeit**

Im Projektbereich ist Fraunhofer in 82 Ländern der Erde aktiv. International stellen für Fraunhofer die acht selbstständigen Fraunhofer-Auslandsgesellschaften die am stärksten institutionalisierte Form der Zusammenarbeit dar. Davon arbeiten fünf in Europa und jeweils eine in den USA, Südamerika und Asien. Sie fungieren als Rechtsträger für derzeit 16 Fraunhofer Center im Ausland. Dieses breite internationale Engagement ist kein Selbstzweck und keine Zielmarke, sondern vielmehr eine Voraussetzung für die Mitwirkung bei der weltweiten Wissenszeugung und der Beteiligung an global wettbewerbsfähigen Innovationen. Deshalb werden wir auch in Zukunft dieses Netzwerk mit rund 500 eigenen Mitarbeitenden im Ausland weiterhin intensiv nutzen und weiterentwickeln. Unser Ziel ist dabei allerdings weniger, quantitativ zu wachsen, sondern vielmehr die Intensität der Vernetzung mit den inländischen Fraunhofer-Instituten zu verstärken, um den Nutzen für den Innovationsstandort Deutschland und den europäischen Binnenmarkt zu erhöhen.

**Synergie durch Institutskooperationen**

Neben den externen Kooperationen mit Forschungseinrichtungen stellt das interne Netzwerk der 72 Fraunhofer-Institute mit derzeit über 300 Kernkompetenzen ein unschätzbares Asset dar. Fraunhofer ist hinsichtlich der Breite und Tiefe seines Forschungspotfolios einzigartig; keine andere anwendungsorientierte Forschungseinrichtung auf der Welt hat ein derart vielfältiges Kompetenzspektrum und kann sich somit aufgrund einheitlicher Governancestrukturen und Managementprinzipien derart effizient und effektiv – quasi barrierefrei – intern ad hoc vernetzen. Dieses Synergiepotenzial wollen wir in der Zukunft noch stärker nutzen, insbesondere durch ein intensiviertes Corporate Management. Dabei übernimmt der Vorstand die Aufgabe, disziplinübergreifend systemrelevante Forschungsthemen innerhalb von Fraunhofer zu koordinieren. Dazu dienen auch neue Strukturen zur Qualitätssteigerung und Selbstorganisation der institutsübergreifenden Kooperation, wie zum Beispiel virtuelle Institute in Gestalt der Centers of Excellence, um bei breiten Themen schnell eine überkritische Quantität an Ressourcen zusammenzuführen und damit eine in der Forschungslandschaft gut sichtbare Position einzunehmen. Durch diese Management- und Strukturmaßnahmen hat Fraunhofer bereits im vergangenen Jahr eine starke Sichtbarkeit bei Themen wie dem maschinellen Lernen oder der Dekarbonisierung erreicht. Ebenso hat eine solche koordinierte Bündelung der Kompetenzen zum Thema der Quantentechnologie dazu geführt, dass Fraunhofer in dem vermeintlich noch in der Grundlagenforschung befindlichen Gebiet des Quantensensing und der Quantenkommunikation nun bereits deutlich wahrgenommen wird und erste Anwendungen erschließen kann.

# 70 JAHRE FRAUNHOFER 70 JAHRE ZUKUNFT #WHATSNEXT

## Fraunhofer auf dem Weg zum visionären Gestalter

Die Fraunhofer-Gesellschaft hat in den letzten sieben Dekaden mehrfach ihre fachliche Ausrichtung und interne Struktur in wichtigen Belangen geändert, jeweils in Anpassung an die wechselnden Bedarfe der Gesellschaft, der Scientific Community, der Politik und vor allem der Wirtschaft. Von keiner anderen Forschungsorganisation waren Umorientierungen in solchem Ausmaß verlangt, und die im Laufe dieser Zeit enorm gewachsene Größe und Bedeutung zeigen, dass Fraunhofer mit der Bereitschaft, sich anzupassen und zugleich ambitionierte Ziele zu setzen, richtig lag.

Anlässlich des 70-jährigen Jubiläums taucht natürlich die Frage auf, wie Fraunhofer wohl in 70 Jahren aussehen wird. Da sich das Umfeld unserer Organisation mit zunehmendem Tempo und einer wachsenden Dynamik weiterhin ändert, ist eine exakte Voraussage dazu kaum möglich. Aber es gibt Punkte, zu denen wir allgemeiner formulierte Prognosen aufstellen können.

Das Synergiepotenzial einer stärkeren internen Vernetzung kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Das Projekt »Fraunhofer Digital« verfolgt innerhalb der Agenda Fraunhofer 2022 das strategische Ziel, bei Fraunhofer die effizienteste digitale Administration unter den Forschungsorganisationen zu etablieren. Gerade in einer Forschungsorganisation, deren Kernkompetenz das Erzeugen von datenbasiertem Wissen ist, erwarten wir durch die Digitalisierung der internen Verwaltung und der Analyse der Daten durch Business-Intelligence-Systeme enorme Zuwächse an Effizienz, Kreativität und Know-how. Das Erzeugen von Wissen wird so weiterhin an Geschwindigkeit und Wirkung gewinnen. Im Rahmen dieser Umstellung wird sich die datentechnische und dann auch die forschungstechnische Zusammenarbeit der Fraunhofer-Institute stark intensivieren.

Ein wichtiger Schritt in diese Richtung sind die virtuellen Forschungseinheiten, die wir in den letzten Jahren ins Leben gerufen haben, etwa die erwähnten Fraunhofer Cluster of Excellence. Dieser Weg ist vielversprechend und wird wegen der Flexibilität und schnellen Reaktivität der so generierten Einheiten auch in den kommenden Jahren mehr und mehr die Struktur der Fraunhofer-Gesellschaft prägen.

Flexible Strukturen erfordern auch eine angepasste Personalpolitik. Sie wird internationaler werden, um weltweit Talente akquirieren zu können, und sie wird für in der Forschung Tätige attraktiver werden. Gebildete, kreative und ambitionierte Menschen in der Forschung werden auf dem Arbeitsmarkt noch wertvoller werden, sodass die Wissenschaft um sie werben muss. Auch in diesem Bereich ist Fraunhofer schon heute mit dem Vorhaben »New Work« auf einem guten Weg. Wer Menschen künftig für die eigene Wissenschaftsorganisation gewinnen will, wird sie besonders mit der Option auf erfüllende Arbeit begeistern müssen. Und Forschungsarbeit ist vor allem dann befriedigend, wenn man damit eigene Ideen und gemeinsame Visionen realisieren und so letztlich die Zukunft gestalten kann. Ziel und Weg bedingen einander: Vor allem als attraktiver Arbeitgeber für kreative Köpfe und gestaltungswillige Macher wird Fraunhofer auf Dauer die eigene hervorragende Position in Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft behalten und ausbauen können.

Die Fraunhofer-Gesellschaft in 70 Jahren, so viel kann man jetzt schon sagen, wird anders aussehen als die von heute. Sie wird neue Formen der Kooperation nutzen und zugleich weiterhin auf die erfolgreiche Grundstruktur sehr agiler autonomer Institute setzen. Vor allem aber wird sie nach wie vor das sinnvolle und attraktive Ziel verfolgen, Forschung zum direkten Nutzen für die Menschen zu betreiben.

**Prof. Dr. Reimund Neugebauer** ist seit 2012 Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft.

# NEUE INITIATIVEN UND INFRASTRUKTUREN

Die Anforderungen an die Wissenschaft steigen und werden komplexer. Auftrag und Anspruch lauten, gemeinsam mit Partnern aus Wirtschaft und Gesellschaft originäre Ideen in innovative Lösungen und Technologien umzusetzen, dabei die Integrität zu wahren und mit dem Transfer für alle Beteiligten einen Mehrwert zu schaffen. Ihrem eigenen Standort verpflichtet, sollen die Forschenden sich zugleich als Bündnispartner international positionieren – in der Forschungsgemeinschaft wie auch in der Unternehmenslandschaft. Auch die gesellschaftlichen Herausforderungen werden für die Forschung immer umfassender: Bildung, Integration, Fachkräftemangel, Digitalisierung, ökonomische wie ökologische Nachhaltigkeit oder ethische Betrachtungen angesichts neuer Technologien sind wichtige Belange in Gegenwart und Zukunft.

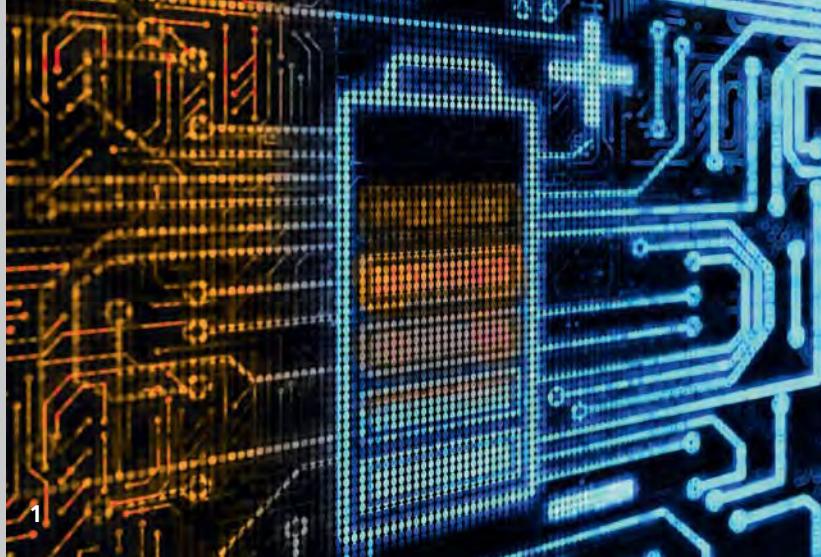
Im Wettbewerb um die besten Ideen und Ergebnisse der Forschung setzt die »Agenda Fraunhofer 2022« deshalb seit 2017 verstärkt auf ein agiles, institutsübergreifendes Management. Dazu bearbeiten mehrere Institute fokussiert und koordiniert Themen des Fraunhofer-Portfolios. Für verbesserte synergetische Strukturen erweitert Fraunhofer kontinuierlich das Instrumentarium – innerhalb der eigenen Organisation, aber auch durch neue Kooperationsformen mit Partnern.

## Fraunhofer Cluster of Excellence Agilität durch virtuelle Institute

Bei innovationsbestimmenden, system- und standortrelevanten Themen ist es entscheidend, schnell durch eine kritische Masse an relevanten Akteuren Exzellenz in der Tiefe zu erreichen. In einem Fraunhofer Cluster of Excellence arbeiten Teams aus mehreren Organisationseinheiten temporär und interdisziplinär zusammen, quasi in einem virtuellen Institut. Vier solcher Cluster of Excellence hat Fraunhofer 2017 ins Leben gerufen:

- Advanced Photon Sources – hochleistungsfähige Lasersysteme mit kürzesten Pulsen
- Immun-Mediated Diseases – Arzneimittel und Therapien für Fehlregulationen des Immunsystems
- Programmable Materials – Paradigmenwechsel im Designprozess durch funktionsintegrierte Materialien
- Cognitive Internet Technologies – Technologien für das industrielle Internet – vom Sensor über intelligente Lernverfahren bei der Datenverarbeitung bis hin zur Cloud.

2018 kamen zwei weitere Exzellenzcluster hinzu:



## **Fraunhofer Cluster of Excellence Integrated Energy Systems 1**

Zentrale Herausforderung der globalen Energiewende ist es, hohe Anteile variabler erneuerbarer Energie wirtschaftlich effizient und mit hoher Versorgungssicherheit in das bestehende Energiesystem zu integrieren. Zum einen werden dafür die Sektoren Strom, Wärme und Verkehr zunehmend gekoppelt, zum anderen effiziente Speichermöglichkeiten gesucht.

Der Forschungscluster INES adressiert die technologischen und ökonomischen Herausforderungen in drei Schwerpunkten: Mit der Modellplattform »EFEU – the Energy Future of Europe« entsteht eine sektorenübergreifende Systemanalyse zu Angebot und Nachfrage, aus der Technologie-Roadmaps abgeleitet werden können. Als weiteren Kern definierten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einen Software- und Daten-Hub für die Planung und Betriebsführung der Infrastrukturen: Das geplante Reallabor »Future Energy« wird digitalisierte Komponenten aus Leistungs- und Mikroelektronik, High-Performance Computing und Kommunikationstechnik beinhalten.

Den dritten Schwerpunkt bilden technische Komponenten zur Erzeugung, Verteilung und großskaligen Speicherung erneuerbarer Energie in chemischen Energieträgern und Produkten. Im Fokus der Arbeiten steht die Elektrolyse als primärer Schritt für die meisten Power-to-X-Techniken. Systemanalysen und Marktprognosen zufolge eignen sich diese besonders, um überschüssige erneuerbare Energie nicht nur zu speichern, sondern um »grüne« chemische Energieträger zu produzieren – etwa für Schifffahrt und Luftverkehr. Deshalb werden im Cluster INES insbesondere Konzepte für eine technologisch effiziente Elektrolyse mit geringen Investitionskosten erforscht.

Die technologischen und ökonomischen Herausforderungen der globalen Energiewende adressiert ein Kernkonsortium der Fraunhofer-Institute für Solare Energiesysteme ISE, für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE sowie für System- und

Innovationsforschung ISI. Die Sprecherolle im Lenkungskreis des Kernkonsortiums teilen sich Prof. Hans-Martin Henning (Fraunhofer ISE) und Prof. Clemens Hoffmann (Fraunhofer IEE).

## **Fraunhofer Cluster of Excellence Circular Plastics Economy**

Mehr als die Hälfte der in Deutschland gesammelten Kunststoffe wird verbrannt. Weltweit häuft sich eine riesige Menge von nicht gesammelten Kunststoffabfällen unkontrolliert in Ökosystemen an, auch in den Weltmeeren. Um die UN-Ziele für nachhaltige Entwicklung erfüllen zu können – darunter nachhaltige Konsum- und Produktionsweisen sowie der Schutz der Ökosysteme – muss die bisher lineare Wirtschaftsweise durch zirkuläres Wirtschaften ersetzt werden. Gegenwärtig wird nur ein kleiner Teil der Kunststoffe, die wegen ihres geringen Gewichts unersetzlich für ressourceneffiziente Produkte sind, im Kreislauf geführt. Mit den etablierten Recyclingmethoden allein lässt sich das Problem nicht lösen. Insbesondere auf die chemische und die Kunststoffindustrie kommen große Herausforderungen zu.

Der Fraunhofer Cluster of Excellence Circular Plastics Economy wird erstmals am Beispiel von Kunststoffen erforschen, wie eine gesamte Wertschöpfungskette unter Prinzipien der Circular Economy gestaltet werden muss. Ziel dieses werk- und rohstofflichen Recyclings ist es, die Verbrennung von Kunststoffen sowie Verluste in die Umwelt zu reduzieren. Mit einem Zeithorizont von zehn Jahren will das Konsortium neue zirkuläre Kunststoffe, additive und Verbundwerkstoffe mit optimaler Rezyklierbarkeit und schaltbarer Abbaubarkeit entwickeln – vom Molekül zum Prototypen und schließlich zum wettbewerbsfähigen Produkt. Die Forscherinnen und Forscher gestalten zunächst eine Transportkiste für den Onlinehandel und einen Autokindersitz nach den Prinzipien des Circular Designs. Diese Prototypen werden mit lebenszyklusweiten Kennzeichnungs- und Monitoringtechniken kombiniert.



Unter der Plattform CIRCONOMY® adressiert ein Kernkonsortium der Fraunhofer-Institute für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, für Materialfluss und Logistik IML sowie für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF die zirkuläre Kunststoffwirtschaft. Es wird flankiert von einer Reihe weiterer Partnerinstitute. Die Sprecherolle übernimmt Prof. Eckhard Weidner (Fraunhofer UMSICHT).

#### **Leitprojekte**

##### **Originelle Lösungen für Menschen und Märkte**

Mit dem strategischen Instrument der Leitprojekte setzt die Fraunhofer-Gesellschaft deutliche Profillinien in ihrem Portfolio. Um den gesellschaftlichen und ökonomischen Herausforderungen zu begegnen, bündeln mehrere Institute ihre Kompetenzen und loten technologische Grenzen in Portfolio-Forschungsfeldern aus. Rund vier Jahre lang treibt ein wissenschaftliches Konsortium grundlegende neuartige Ansätze voran, die den Innovationsvorsprung in Deutschland und Europa sichern helfen. Bis zu drei Vorhaben werden jährlich in einem internen Wettbewerbsverfahren ermittelt. Die Auswahl der jährlich ausgeschriebenen Themengebiete obliegt dem Fraunhofer-Präsidium, in dem alle Verbundvorsitzenden vertreten sind. Zugleich behält der Vorstand das Recht, zur Unterstützung strategischer Initiativen pro Jahr ein eigenes Thema einzuspeisen.

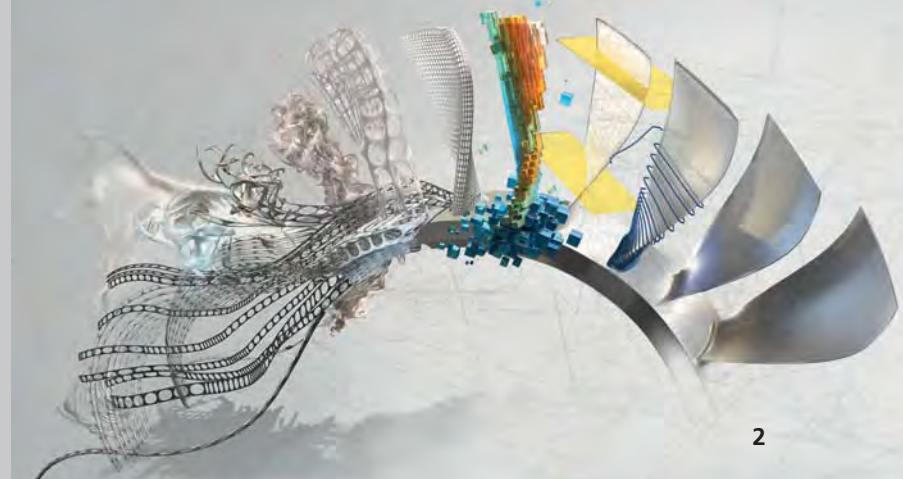
#### **MED<sup>2</sup>ICIN – das digitale Patientenmodell**

Per Klick zur richtigen Prävention, Diagnose und Therapie. Mit dieser Vision tritt das Konsortium von MED<sup>2</sup>ICIN an, um durch gezielte und wirksame Prävention Diagnose, Therapie sowie die Behandlung des einzelnen Patienten besser und kostengünstiger zu gestalten.

Dazu wollen sieben Fraunhofer-Institute ein digitales holistisches sowie datenschutzkonformes Patientenmodell aus bisher verteilt vorliegenden Informationen aufbauen. Vision des Konsortiums ist die Erfassung, Analyse und Nutzung aller gesundheitsbezogenen Daten eines Individuums und deren Vergleich zu ähnlichen Datensätzen, entlang der gesamten Behandlungskette. Da molekulare Auslesetechnologien und ausreichende Rechenleistung zunehmend verfügbar werden, können personalisierte Patientenmodelle erstellt und kontinuierlich mit Gesundheits- und Lebensstilparametern ergänzt werden. So entsteht eine digitale Darstellung des einzelnen Patienten, dessen Daten mit umfangreichem Kohortenwissen, klinischen Leitlinien und gesundheitsökonomischen Modellen gespiegelt werden können. Die Erfassung und Zusammenführung dieser umfassenden Datenquellen erlaubt Analysen entlang des medizinischen Versorgungsprozesses. Dies führt letztlich zu einer datengestützten Entscheidungshilfe, welche die individuell beste Therapie bei gleichzeitiger zielgerichteter und kosteneffizienter Behandlung anstrebt. Die Handhabung wird durch nutzergerechtes Interaktionsdesign auf die unterschiedlichen Anwendergruppen zugeschnitten.

Der digitale Zwilling der Gesundheitsbranche soll zunächst für chronische Magen-Darm-Entzündungen sowie für Krebs-erkrankungen entwickelt werden und der Gesundheitsbranche datengestützte Entscheidungshilfen bieten. Der Ansatz stellt sicher, dass der Patient die Souveränität über seine Daten behält und entscheidet, ob und wohin diese weitergeleitet werden.

Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für Graphische Datenverarbeitung IGD (Projektleitung), für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS, für Integrierte Schaltungen IIS, für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME, für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB und für Bildgestützte Medizin MEVIS sowie das Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie IMW.



## **COGNAC – kognitive Landwirtschaft 1**

Die weltweite Ernährungslage durch ökologisch verträgliche Landwirtschaft sicherzustellen zählt zu den vordersten UN-Nachhaltigkeitszielen. Im Leitprojekt »Cognitive Agriculture« forschen acht Fraunhofer-Institute an Grundlagen, um Lebensmittel und biogene Rohstoffe ebenso umwelt- und ressourcenschonend wie hocheffizient zu produzieren.

Lösungsansätze liegen in der Digitalisierung, Automatisierung und Elektrifizierung der landwirtschaftlichen Prozesse. Beispielsweise entwickelt das Fraunhofer-Konsortium leistungsfähige Sensoren, die anschließend in Drohnen und autonomen Feldrobotern verbaut werden, um ein flächendeckendes Agrarsphären-Monitoring zu erstellen. Als erste Szenarien werden ein Messverfahren für den Bodenstickstoffgehalt sowie eine seismische Bildgebung von Bodenverdichtungen angestrebt. Diese Daten konnten bisher nicht ermittelt werden, sind aber entscheidend für Planung und Ertrag. Die Datenerfassung hochkomplexer Wechselwirkungen zwischen Natur und Produktion soll in einem Ökosystem vernetzter Daten und Dienste (»Agricultural Data Space«) nutzbar werden und Entscheidungen unterstützen.

Beteiligt sind an dem Leitprojekt die Fraunhofer-Institute für Experimentelles Software Engineering IESE (Projektleitung), für Fabrikbetrieb und Automatisierung IFF, für Keramische Technologien und Systeme IKTS, für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, für Physikalische Messtechnik IPM, für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI sowie für Techno- und Wirtschaftsinformatik ITWM.

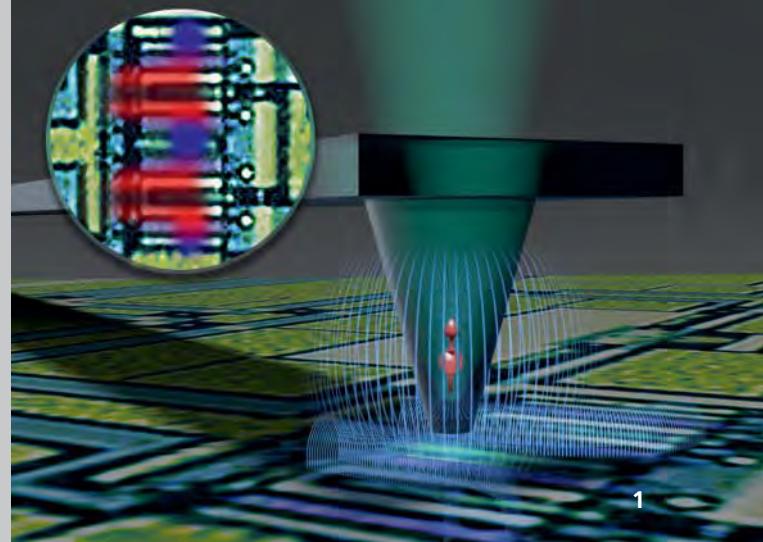
## **EVOLOPRO – lernende Produktionssysteme, die sich selbst anpassen 2**

Ziel des Leitprojekts »EVOLOPRO« ist die Entwicklung eines »Biological Manufacturing Systems«, das evolutionsbiologische Mechanismen für die Entwicklung einer neuen Generation von Produktionssystemen nutzt. Diese Mechanismen sollen sich, ähnlich wie biologische Organismen, in kürzester Zeit selbstständig an neue Anforderungen und Umgebungsbedingungen anpassen. Fertigungsfehler werden dabei nicht als Ausschuss, sondern als wertvolle Ressource zur Anpassung und Weiterentwicklung gesehen.

EVOLOPRO setzt nicht nur auf neue, der Biologie nachempfundene Algorithmen, sondern auch auf das Prinzip des digitalen Zwilling, der mit einer digitalen Umwelt interagiert. Nach der Idee des »Survival of the Fittest«, der Weiterführung des Bestangepassten, sollen schon in der digitalen Welt die Differenzen zwischen Sollbauteil und Istzustand analysiert und bewertet werden.

Um die berechneten Ergebnisse zu validieren, sollen Demonstratoren in drei verschiedenen Pilotanwendungen entstehen: eine Einzelkomponente aus dem Turbomaschinenbau, die Montage mehrerer Einzelkomponenten zu einem optischen System sowie eine Interaktion mehrerer Einzelkomponenten untereinander in einer Werkzeugbau-Anwendung.

Partner des Leitprojekts sind die Fraunhofer-Institute für Produktionstechnologie IPT (Projektleitung), für Werkstoffmechanik IWM, für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, für Angewandte Informationstechnik FIT und für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen SCAI.



1

## Verbrennungsmotor für die Mobilität der Zukunft – neue Antriebe, Kraftstoffe und KI

Trotz zunehmender Elektrifizierung wird der Verbrennungsmotor noch auf absehbare Zeit der wesentliche Antrieb für Mobilität sein. Durch seinen hohen Wirkungsgrad überzeugt er in der Mobilität, vor allem im Schiffs- und Luftverkehr, daneben immer noch in Nutz-, Güter- und Individualfahrzeugen. Stationäre Verbrennungsmotoren betreiben mobile Arbeitsgeräte wie Motorsägen, sie stecken auch in Generatoren und Blockheizkraftwerken für die Energieversorgung.

Das vom Fraunhofer-Vorstand beauftragte Leitprojekt »Verbrennungsmotor für die Mobilität der Zukunft« soll als nationale Initiative ein Gesamtsystem für Mobilität gestalten, bei dem sich ökonomische und ökologische Ziele verbinden. Höchste Ansprüche werden bei der Reduzierung von Schadstoffausstoß und Kraftstoffverbrauch sowie der damit einhergehenden CO<sub>2</sub>-Emission gestellt. Aufbauend auf vorhandenen Forschungsansätzen werden dazu drei Wege neuartiger Antriebskonzepte weiterverfolgt, um die Effizienz zu steigern und den Schadstoffausstoß zu mindern: das Magerbrennverfahren, das katalytische Verdampfungsverfahren (CatVap) sowie die Restwärmennutzung und Energierückgewinnung.

Für einen möglichst CO<sub>2</sub>-neutralen Betrieb des Verbrennungsmotors verfolgt die Initiative verschiedene Herstellungsmethoden für erneuerbare Kraftstoffe weiter. Dies umfasst die Weiterentwicklung der Produktion von Oxymethylenether, Alkoholkondensation sowie Thermo-Chemisches Reforming (TCR®). Dabei kann Fraunhofer neben Technologien und Infrastrukturen auch auf Kompetenzen für das Erstellen von Ökobilanzen und techno-ökonomische Analysen zurückgreifen. Weitere Optimierungsmöglichkeiten bietet das Teilprojekt »Kognitiver Verbrennungsmotor«. So soll ein Motorsteuergerät nach Methoden des »Reinforcement Learning« mehr Informationen über das Geschehen im Verbrennungsraum analysieren und steuernd eingreifen können. Beteiligt sind die

Fraunhofer-Institute für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB (Leitung), für Chemische Technologie ICT, für Solare Energiesysteme ISE sowie für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT.

## Quantenmagnetometrie – präzise Sensoren auf atomarer Ebene 1

Für die Detektion von sehr kleinen Magnetfeldern zeigen Magnetometer eine zu geringe Auflösung und Sensitivität. Mithilfe von Quantensensorik will das Fraunhofer-Konsortium »QMag« in den kommenden Jahren zwei neu konzipierte Quantenmagnetometer demonstrieren: Zum einen sollen Stickstoff-Vakanz-Zentren in Diamanten als kleinste Magnetsonden fungieren. Damit wird ein einzelnes atomares System zu einem hochempfindlichen Sensor, der bereits bei Raumtemperaturen betrieben werden kann.

Als weiterer Demonstrator soll ein kostengünstiges Sensorkonzept aus verfügbaren Magnetometer-Prototypen entwickelt werden. In ein solches System sollten etwa Kernspinresonanz-(NMR-)Detektoren und optisch gepumpte Alkali-Magnetometer integriert werden. Für die Detektion von sehr kleinen Magnetfeldern zeigen bestehende Magnetometer eine zu geringe Auflösung und Sensitivität. Ein alternatives Messverfahren nutzt die Magnetfeld-abhängigkeit der Bewegung von Alkali-Atomen (»optisch gepumpte Alkali-Magnetometer«, OPAM). Basierend auf verfügbaren Prototypen solcher Magnetometer sollen anwendungsspezifisch kostengünstige, komplette Messsysteme entwickelt werden.

Die beiden Messverfahren ergänzen sich hinsichtlich Empfindlichkeit und Ortsauflösung, sodass im Ergebnis unterschiedliche Anwendungen adressiert werden können. Mit solchen neuartigen Quantenmagnetometern ließen sich beispielsweise mikro- und nanoelektronische Bauelemente

zerstörungsfrei prüfen und optimieren. Sogar einzelne Bits in Speichermedien könnten visualisiert werden. Eine neue Dimension der Präzision würde auch für Anwendungen der kontaktfreien Materialprüfung oder der chemischen Prozessanalyse anbrechen.

Akteure sind die Fraunhofer-Institute für Angewandte Festkörperphysik IAF (Projektleitung), für Physikalische Messtechnik IPM, für Werkstoffmechanik IVM, für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM, für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB sowie das Fraunhofer Centre for Applied Photonics CAP – eine Kooperation des Fraunhofer IAF mit der University of Strathclyde in Glasgow.

#### **Max Planck Schools**

#### **Exzellenz neu bündeln**

Mit den Max Planck Schools, einer nationalen Initiative von Universitäten und Forschungsorganisationen in Deutschland, fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) eine neue Marke der Graduiertenausbildung in Deutschland. Die Max Planck Schools bündeln die deutschlandweit verteilte Forschungsexzellenz. Sie stärken so das deutsche Wissenschaftssystem und heben die internationale Sichtbarkeit auf eine neue Ebene, um herausragende Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler aus aller Welt anzuziehen. Im Wettbewerb konnten sich drei Schools durchsetzen, die 2018 starteten:

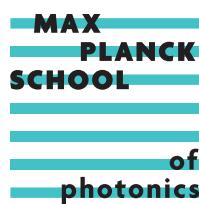
- Max Planck School of Photonics
- Max Planck School of Cognition
- Max Planck School Matter to Life

Hinter den ausgewählten Schools stehen Mitglieder von 21 Universitäten sowie 31 Instituten der außeruniversitären Forschungsorganisationen. Sie bündeln deutschlandweit die verteilte Exzellenz zu einem innovativen Forschungsfeld.

#### **Max Planck School of Photonics (MPSP)**

Die Max Planck School of Photonics wird federführend durch das Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena geleitet. Die Photonik hat sich mittlerweile zu einer dynamischen Wissenschaftsdisziplin entwickelt, mit Deutschland als einem der weltweit führenden Standorte. Unter den sieben Nobelpreisen auf diesem Gebiet seit dem Jahr 2000 waren Arbeiten, welche Wirtschaft und Gesellschaft radikal verändert haben: optische Kommunikation, digitale Fotografie und energieeffiziente, umweltfreundliche Lichtquellen. Zugleich dient die Photonik als Katalysator für innovationsgetriebene Wirtschaftszweige wie Informationstechnologie, Luft- und Raumfahrttechnik oder industrielle Produktion.

»Mit der MPSP wird ein neues Niveau von Vernetzung innerhalb der Photonik erreicht. Damit treiben wir die Forschung von Zukunftsthemen wie Attosekundenphysik oder Quantenoptik voran. Mit diesem Netzwerk beweist die Gemeinschaft der Photonik-Wissenschaft, dass sie über Disziplingrenzen und institutionelle Barrieren hinweg große Forschungsthemen angehen kann«, erklärt Prof. Andreas Tünnermann, Gründungsdirektor der Max Planck School of Photonics und Direktor des Fraunhofer IOF sowie des Instituts für Angewandte Physik der Friedrich-Schiller-Universität Jena.



## Leistungszentren

### Eine Infrastruktur für den Forschungstransfer

In Leistungszentren arbeitet Fraunhofer gemeinsam mit Universitäten, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen an einem Standort themenspezifisch und anwendungsnahe mit Unternehmen zusammen. Die Partner verfolgen das Ziel, den ökonomischen Impact und gesellschaftlichen Nutzen von Forschung und Entwicklung zu steigern. Durch das gemeinsame Agieren findet Transfer nicht mehr sequenziell und linear, sondern parallel und mehrdimensional statt.

Die Weiterentwicklung der Leistungszentren als Infrastruktur für den Forschungstransfer in Deutschland ist integrativer Bestandteil der Agenda Fraunhofer 2022. Wesentliches Instrument stellen dabei die Transfer-Roadmaps dar. Diese adressieren entlang sechs definierter Transferpfade – Auftragsforschung, Lizenzierung, Ausgründungen, Weiterbildung, Köpfe und Karriere sowie gesellschaftliche Partizipation – die Besonderheit des technologischen Fachgebiets sowie die spezifischen Stärken des Standorts.

Ein Beispiel für einen engen Schulterschluss von Forschungseinrichtungen und Unternehmen stellen die Dortmunder Enterprise Labs dar. Hier treiben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedener Forschungseinrichtungen mit Experten der Industrie (etwa Deutsche Telekom, Boehringer Ingelheim) Lösungen im Kompetenzfeld Logistik und IT gemeinsam voran. Produkte wie der Low-Cost-Tracker zeigen, wie sich durch die Zusammenarbeit Prozesse in der Fertigungsindustrie sowie in der Logistik- und Luftfahrtbranche optimieren lassen.

Leistungszentren bieten außerdem gezielt Angebote für technologieorientierte kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) an. Beispielsweise leistet das Leistungszentrum »Transnationale Medizintechnik« in Hannover mit einem Weiterbildungsprogramm für die Entwicklung und Zulassung von Medizinprodukten Hilfestellung für die KMU-strukturierte Medizintechnikbranche bei der Bewältigung von Herausforderungen infolge neuer Zulassungsverfahren.

Für einen effektiven Transfer stehen nicht zuletzt Start-ups, die im Umfeld der Leistungszentren entstehen. Als Technologiepartner des »de:hub IoT« und damit Teil der bundesweiten Initiative »Digitalisierungs-Hubs in Deutschland« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) bietet beispielsweise das Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« in Berlin Hightech-Start-ups eine ideale Umgebung und Infrastruktur. Gründerinnen und Gründer – auch Fraunhofer-externe Start-ups – erhalten so technologische Unterstützung auf dem neuesten Stand der Forschung.

In der ersten Förderphase zwischen 2015 und 2017 entstanden 17 Leistungszentren in 11 Bundesländern. Bis Ende 2018 erhielten bereits zehn Leistungszentren eine positive Gutachterempfehlung für eine zweite Förderphase. Hier sichert Fraunhofer gemeinsam mit den beteiligten Ländern eine Weiterfinanzierung bis Ende 2020, sofern auch der geforderte Industrieanteil von 40 Prozent erbracht wird.



---

### **Initiative für Effizienz im Forschungstransfer DFG und Fraunhofer starten trilaterales Transferprogramm**

---

Damit Wirtschaft und Gesellschaft umfassender und schneller von erfolgreicher Grundlagenforschung profitieren, starteten die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und die Fraunhofer-Gesellschaft mit einer Ausschreibung im Oktober ein Programm für trilaterale Kooperationsprojekte mit der Industrie.

Die Pilotinitiative intensiviert die Zusammenarbeit zwischen Universitäten, außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Unternehmen mit dem Ziel, Ergebnisse der Grundlagenforschung systematisch auf dem Weg zu erfolgreichen Anwendungen zu begleiten. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) ohne eigene FuE-Abteilungen sollen die Chance erhalten, frühzeitig an technologischen Neu-Entwicklungen zu partizipieren und so ihre Wertschöpfung zu steigern.

Basis des Transferprogramms bilden neueste Erkenntnisse aus DFG-Förderprojekten an Universitäten, die mit Fraunhofer und industriellen Partnern in einem gemeinsamen Arbeitsprogramm zu einem Prototypen oder Demonstrator weiterentwickelt werden. Dabei agieren Fraunhofer-Institute als wichtige Mittler zwischen Hochschulen und Anwendungspartnern: So kann sowohl die notwendige Vorlaufforschung im vorwettbewerblichen Bereich durchgeführt als auch rechtzeitig die Brücke zur Industrie hergestellt werden. Bei der Verwertung gegenüber den Wirtschaftspartnern übernimmt Fraunhofer die Federführung, im Gegenzug wird die Universität mit einem festen Prozentsatz an den Erlösen beteiligt.

Fraunhofer und die DFG stellen jeweils 3 Mio € pro Ausschreibungsrounde zur Verfügung. Von der Industrie wird der gleiche Betrag durch eigene Forschungsleistungen im gemeinsamen Arbeitsprogramm erwartet. Damit können mindestens fünf Projekte pro Ausschreibung gefördert werden. Die Auswahl der ersten Ausschreibungsrounde findet im zweiten Quartal 2019 statt.

---

### **Neue Konferenzreihe: FUTURAS IN RES 1**

---

Das Thema »Biological Transformation in Manufacturing« stand im Mittelpunkt der international angelegten Wissenschaftskonferenz FUTURAS IN RES, die Fraunhofer initiierte und in Berlin zu einem großen Erfolg führte. Unter diesem Label wird eine jährlich stattfindende Konferenzreihe etabliert. Für das Jahr 2019 ist der Titel »What's the IQ of AI?« vorgesehen.

# PROJEKTE UND ERGEBNISSE 2018

## GESUNDHEIT UND UMWELT

### T-Zellen für neue Krebstherapie

Die CAR-T-Zelltherapie ist eine Krebsimmuntherapie. Sie nutzt körpereigene Immunzellen (T-Zellen) des Patienten, um bestimmte Krebsarten, insbesondere des blutbildenden Systems, zu bekämpfen. Dazu werden die Zellen aus dem Blut des Patienten isoliert und im pharmazeutischen Reinraumlabor gentechnisch so umprogrammiert, dass sie mittels ihres chimären Antigenrezeptors Krebszellen erkennen und daraufhin zerstören können. Die umprogrammierten Zellen werden dem Patienten nach einer vorbereitenden Chemotherapie wieder infundiert. Im Körper vermehren sie sich und beginnen mit der Immunreaktion. Das Zell- und Gentherapeutikum unter dem Handelsnamen Kymriah® erhielt im August 2018 die Zulassung von der Europäischen Kommission. Nach der Erstzulassung in den USA im Jahr 2017 ist der Einsatz dieser neuartigen Therapie auf Basis von chimären Antigen-Rezeptor-T-Zellen (kurz: CAR-T-Zellen) nun erstmals auch in Europa möglich. Nach einem Technologietransfer im Jahr 2015 und der Erlangung einer Produkt-spezifischen Herstellungserlaubnis nach § 13 des Arzneimittelgesetzes produziert das Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie IZI seit 2016 im Auftrag von Novartis CAR-T-Zellen für Teilnehmerinnen und Teilnehmer von klinischen Studien, die das Unternehmen in Europa durchführte. Mit der Entscheidung für das Fraunhofer IZI als eine der zentralen Herstellungsstätten in Europa setzt die Novartis-Gruppe auch in Zukunft ihre globale Entwicklungs-, Versorgungs- und Herstellungsstrategie um.



1

#### Hugo-Geiger-Preis

#### Big Data für die Alzheimer-Forschung

Die Erforschung der Alzheimer-Krankheit wird weltweit intensiv betrieben. Umso wichtiger sind Koordination und Analyse der Ergebnisse. Die Dissertation der indischen Bioinformatikerin Dr. Alpha Tom Kodamullil erfolgte als kumulierte Arbeit hochrangiger Publikationen in führenden Journalen wie »Alzheimer's & Dementia«. Kodamullil erstellte Big-Data-Analysen zu Innovationsstrategien der Pharmaindustrie und wies nach, dass sich die Alzheimer-Forschung bislang nur auf einen minimalen Teil der möglichen Krankheitsmechanismen konzentriert. Ihre Veröffentlichungen trugen dazu bei, dass das Fraunhofer-Institut für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen SCAI mit der Koordination des Leuchtturmpflichtsprojekts AETIONOMY der Europäischen Kommission über insgesamt 18 Mio € beauftragt wurde. In dieser öffentlich-privaten Partnerschaft innerhalb der Initiative für innovative Medizin (IMI) wird an Krankheiten mit großer gesellschaftlicher Relevanz geforscht. Hierfür ist die Alzheimer-Demenz – auch 100 Jahre nach ihrer Entdeckung durch Alois Alzheimer – ein typisches Beispiel. Das Geschäftsfeld Bioinformatik bei Fraunhofer SCAI erweiterte Alpha Tom Kodamullil zudem durch eine Kooperation mit der Veteranenorganisation Cohen Veterans Bioscience (CV Bio) in Cambridge, USA. Für ihre Arbeit erhielt die Forscherin den Hugo-Geiger-Preis 2018.

#### Joseph-von-Fraunhofer-Preis

#### Weltweit sicher operieren 1

Mit ihrem komplexen Gefäßsystem gilt die Leber in der Chirurgie als enorm anspruchsvolles Organ. Bildverarbeitungsalgorithmen und Software, die bei der Vorbereitung einer Leberoperation unterstützen, entwickelten Forschende des Fraunhofer-Instituts für Digitale Medizin MEVIS zusammen mit Chirurgen, Radiologen und Industriepartnern. Neben einer 3D-Visualisierung der Anatomie erleichtert eine auf mathematischen Modellen beruhende Risikoanalyse die exakte Planung der Schnittführung etwa bei Tumorresektionen und Leberlebendspenden. Gerade bei der Operation von zentralen oder vielen Krebsherden ist es schwierig, in diesem Geflecht eine optimale Schnittführung zu definieren. Am Fraunhofer MEVIS wurden spezielle Algorithmen zur Analyse der Leber entwickelt. Diese werten radiologische Daten aus, generieren ein detailliertes 3D-Modell der Organanatomie und berechnen die Risiken verschiedener chirurgischer Schnittführungen, um die Chancen für eine gelungene Operation zu steigern. Die ausgeklügelten Algorithmen sind inzwischen weltweit als MEVIS-Analyse bekannt und erfolgreich im Einsatz. Dr. Andrea Schenk, Dr. Stephan Zidowitz und Alexander Köhn erhielten dafür den Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2018; sie stehen dabei für das interdisziplinäre Konsortial- und Entwicklungs-Team.



1

### Handprothese mit Gefühl

Diagnostik und Therapie in medizintechnischen Produkten zu vereinen, daran arbeitet das Konsortium des Fraunhofer-Leitprojekts »Theranostische Implantate«. Solche medizintechnischen Produkte müssen biokompatibel sein und über viele Jahre zuverlässig funktionieren – auch unter dem Einfluss wachsender Zellen in einem feuchten und warmen Milieu. Einer der Demonstratoren des Forschungsteams unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik IBMT ist eine myoelektrische Handprothesensteuerung. Derzeit erhältliche Handprothesen lassen sich nur kompliziert und nicht sehr effizient bedienen. Vor allem übermitteln sie dem Prothesenträger nicht, wie sich Dinge anfühlen. Deshalb entwickelten die Wissenschaftler eine myoelektrische Handprothesensteuerung mit sensorischem Feedback. Zur Steuerung der Prothesenfinger werden bioelektrische Potenziale aus vorhandener Restmuskulatur im Arm oder nach einem selektiven Nerventransfer von der Brustmuskulatur erfasst. Bahnbrechend ist das sensorische Feedback der Handprothese an den Träger: Dazu enthalten die Finger der Prothese Drucksensoren. Mit implantiert wird ein Stimulator, haarfeine Filamentelektroden werden direkt im Nerv fixiert. Für die Signalerfassung, Signalkonditionierung und Stimulation wurde ein spezieller Schaltkreis (ASIC) als Implantat-Elektronik erarbeitet.

Im Leitprojekt entstanden neben der Handprothese ein Sensorimplantat zur Kontrolle des Blutkreislaufs sowie eine intelligente Hüftgelenksprothese. Bei der Auswahl der Demonstratoren orientierte sich das Team von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus 12 Fraunhofer-Instituten unter Leitung des Fraunhofer IBMT an Krankheiten mit hohem Kostenanteil im deutschen Gesundheitswesen.

### Betonbauten aus nachwachsenden Rohstoffen 1

Nach Angaben des TÜV Rheinland ist jedes zweite Brückenbauwerk marode und beeinträchtigt so das Infrastrukturnetz Straße. Das ist einer der Gründe, warum Textilbeton mit seinem korrosionsfreien Carbon-, Glasfaser- oder Kunststoffgewebe bisherigen Stahlbeton zunehmend ablöst. Mit Textilbeton von weitaus höherer Lebensdauer wurden beispielsweise in Istanbul die Pylonverkleidungen jener Bosphorus-Brücke konstruiert, die Europa und Asien verbindet. Die Yavuz-Sultan-Selim-Brücke ist seit 2016 in Betrieb.

Einem Forscherteam aus Braunschweig gelang es, die Verstärkungen von Textilbeton mit umweltfreundlichen Naturfasern aus Flachs zu realisieren. Dies verbessert die CO<sub>2</sub>-Bilanz und reduziert die Herstellungskosten. Je nach Bauteilanforderung ergänzen die Forscher den Flachs durch einzelne Stränge aus Polymerfasern und kreieren so ein Mixgewebe. Gewebt wird der Materialmix am Anwendungszentrum für Holzfaserforschung HOFZET® des Fraunhofer-Instituts für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI. Mithilfe einer Doppelgreifer-Webmaschine mit Jacquard-Aufsatzen können die Experten innovative Leichtbau-Verbundmaterialien aus herkömmlichen und nachhaltigen Stoffen mit komplexen, anwendungsspezifischen Gewebestrukturen herstellen. Für eine lange Lebensdauer sorgen integrierte Funktionen wie Gefügedichtheit, die mit natürlichen Harzen erreicht wird. Den Prototyp einer naturfaserverstärkten Betonbrücke konnte man Anfang 2019 auf der internationalen Fachmesse für Bau in München besichtigen.



## Biosprit aus dem Container 2

Benzin für Verbrennungsmotoren – auch in Elektroautos – wird vermutlich noch über Jahrzehnte benötigt. Für eine nachhaltige Mobilität dagegen braucht man Biosprit. Im EU-Projekt BIOGO entwickelten zwölf Forschungspartner unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM eine prototypische Anlage zur Produktion von Biosprit aus Holzabfällen und Baumrinden. Alle nötigen Verfahrensschritte und Reaktoren von der Herstellung eines Pyrolyseöls und Synthesegases bis hin zum synthetischen Benzin konnten in einem 40-Fuß-Container untergebracht werden. Sogar die üblicherweise in Katalysatoren nötigen Edelmetalle und Seltenen Erden für diese Prozessschritte konnte das Konsortium vermeiden: Auf Basis katalytisch aktiver Substanzen entwickelten die Forscher ressourcenschonende Nanokatalysatoren. Die Projektpartner wollen den Prototyp so weiterentwickeln, dass 1000 Liter Ökotreibstoff am Tag produziert werden können. Container bieten außerdem weitere Anwendungsfelder für die chemische Industrie: Abfallstoffe wie Kohlendioxid könnten in Methan verwandelt und ins Erdgasnetz eingespeist werden. Wird der Container in der Nähe von Wind- oder Solarkraftwerken betrieben, senkt sich der CO<sub>2</sub>-Abdruck zusätzlich.

## Mit Diamant Herz-Kreislauf-Erkrankungen besser erkennen

Kardiovaskuläre Erkrankungen sind die häufigste Todesursache weltweit. Um Patienten größere Heilungschancen zu ermöglichen, stehen solche Medizinlösungen im Fokus, die auf das Verstehen und Behandeln von Stoffwechselprozessen abzielen. Mit bisherigen Methoden ist dies aufwendig, teuer und nicht in hoher Auflösung möglich. Die Quantentechnologie birgt großes Verbesserungspotenzial für die Magnetresonanztomographie (MRT): Im Projekt »MetaboliQs« arbeitet das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF zusammen mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft daran, einen neuartigen, mobilen Diamant-Polarisator für MRTs zu entwickeln, der bei Raumtemperatur arbeitet. Diese neue Methode ermöglicht eine 160-fach höhere Effizienz und 40-fach schnellere Messung. Es wird damit realistisch, Stoffwechselprozesse des Herzgewebes auf einem molekularen Level zu untersuchen und genauere Ergebnisse für präzisere Diagnosen zu erhalten. Das Projekt MetaboliQs wird im Zuge des Rahmenprogramms für Forschung und Innovation Horizon 2020 der Europäischen Union gefördert.



1

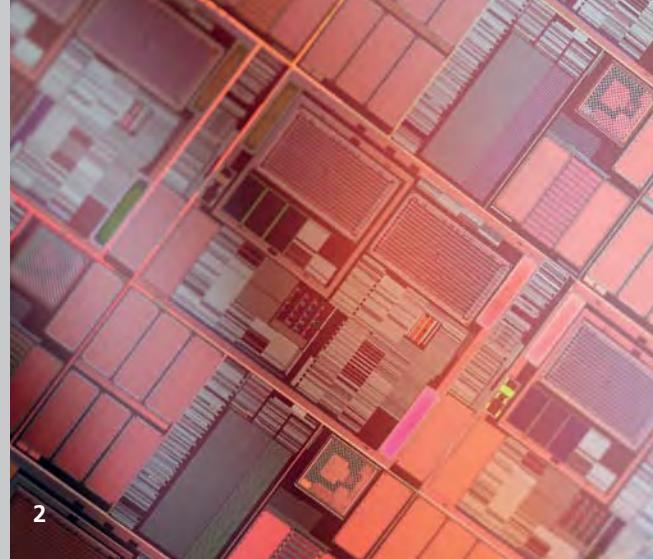
## KOMMUNIKATION UND WISSEN

### Wissenschaftspreis des Stifterverbands

#### **Klein und fein: Freiformoptiken 1**

Licht wird als universal einsetzbarer Energietransporteur eingesetzt: in der (Daten-)Kommunikation, der Produktion, bei der Energiegewinnung oder in der Optik. Die bisher üblichen Optiken in sphärischer oder asphärischer Bauart setzen jedoch technologische Grenzen. Hingegen erlauben Freiformoptiken mit ihren gefalteten Strahlengängen beliebig formbare Oberflächenprofile mit neuen Funktionen. Da weniger Linsen nötig sind, wird eine sehr kompakte Bauweise möglich – und dies bei verbesserter Abbildungsqualität. Gemeinsam mit zahlreichen Partnern hat das Team um Dr. Ramona Eberhardt vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF eine umfassende Technologie-Plattform für optische Freiformsysteme bei extrem kompakter Bauweise geschaffen. Vom hochpräzisen Schliff der Optiken über die Beschichtung der komplex geformten Oberflächen bis hin zum Polieren der Gläser hat das Konsortium aus Wirtschaft und Wissenschaft eine Reihe von technischen Herausforderungen erfolgreich gelöst.

Erste Demonstratoren zeigen Funktionsfähigkeit und Leistungspotenzial der neuen Technologie: beispielsweise als Infrarootoptik für Rettungskräfte, als leistungsfähige und doch kompakte Spezialoptik für Weltraumteleskope, als Fahrerassistenzsystem oder in Anwendungen der Erd- und Wetterbeobachtung für die Umwelttechnik. Das Förderprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) trägt wesentlich zur Stärkung der Optikbranche in Thüringen bei. Für ihre Arbeiten wurden Dr. Ramona Eberhardt und ihr Team mit dem Wissenschaftspreis des Stifterverbands ausgezeichnet.



## Spektrometer für Quanten-Effekte

Stark miniaturisierte elektronische Schaltkreise weisen heute bereits quantenmechanische Effekte auf. Um diese verstehen zu können, muss man mit Photoelektronenspektrometern messen können, wie sich die Energie von Elektronen bei Photoionisationsprozessen verteilt. Um die Quantentechnologie weiter voranzutreiben, entwickelte ein Forscherteam aus den Fraunhofer-Instituten für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF und für Lasertechnik ILT sowie aus dem Max-Planck-Institut für Quantenoptik ein neues Spektrometer, das im Megahertz-Bereich betrieben werden kann. In zwei Jahren Entwicklungszeit revolutionieren die Photonik-Experten die Photoelektronenspektrometrie: Der Prototyp arbeitet bei 18 Megahertz, damit übersteigt er den heute üblichen Kiloherz-Bereich. Nun treffen tausendmal mehr Pulse auf die Atomverbünde in den Materialien. Messungen, die bisher fünf Stunden gedauert haben und deswegen an die Grenzen der Stabilität von Proben und Strahlquellenparameter gerieten, können nun in zehn Sekunden durchgeführt werden.

Dem Wissenschaftsteam gelangen entscheidende Weiterentwicklungen an drei Hauptkomponenten des Spektrometers: Sie steigerten die Pulsennergie eines Titan-Saphir-Lasers von 300 Mikrowatt auf 110 Watt und demonstrierten anschließend erstmals, dass sich die Pulse durch Verbreiterung und Komprimierung des Laserstrahl-Spektrums an einem Festkörper verkürzen lassen. Dieses kurzpulsige Laserlicht benötigt nun mehr Energie, um Elektronen aus dem Untergegenstand herausschlagen zu können. Dafür entwickelte das Team einen Überhöhungsresonator, mit dem sich hochenergetische XUV-Attosekundenpulse in einem Gasjet erzeugen lassen. Dass letztlich nur diese Pulse in den eigentlichen Probenraum des Spektrometers gelenkt werden, stellt ein speziell entwickelter Spiegel mit einem winzigen Loch sicher. Das Projekt PowerQuant ist Teil des Fraunhofer-Max-Planck-Kooperationsprogramms.

## Energiespartechnologie für neue Chips 2

Für die Wachstumsmärkte »Internet of Things« und den Automobilbereich mit den Anforderungen an das hochautomatisierte Fahren sind neben der Weiterentwicklung des Mobilfunks neue Chip-Technologien gefragt. Denn bis 2020 werden laut Schätzungen von Marktforschern 20 bis 50 Milliarden Geräte weltweit durch Chips miteinander vernetzt sein. Innovative Materialien, Prozesse und Bauelemente für die nächste, besonders energieeffiziente Chip-Generation (FD-SOI – Fully Depleted Silicon On Isolator) entwickeln das Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS und der Dresdner Chip-Produzent Globalfoundries. Die neuen Chips mit ihrer komplexen Aufbautechnologie bietet viele Vorteile; dazu zählen vor allem höhere Energie- und Kosteneffizienz, mehr Leistung und kürzere Schaltzeiten. FD-SOI-Chips arbeiten mit vergrabenem Oxid unter einer dünnen Siliziumschicht. Dadurch lassen sich der Verbindungsauflauf verkleinern und Leckströme sowie Prozessschwankungen reduzieren. Im Zuge des Projekts wird der Reinraum des Fraunhofer IPMS auf rund 900 Quadratmeter erweitert und mit neuen Anlagen ausgestattet. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt das Fraunhofer IPMS dabei im Rahmen der Förderung für die »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland« (FMD).



---

**Hugo-Geiger-Preis**

**Vollautomatisierte Pipeline für 3D-Daten 1**

---

Einen neuen Datenstandard (SRC) sowie ein Streamingverfahren (POP Buffers) für 3D-Daten entwickelte Dr.-Ing. Max Limper vom Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD in seiner Dissertation. Die Entwicklungen bündelte der Informatiker in »InstantUV«, einer neuen Software für 3D-Daten. Sie erzeugt eine kompakte, jedoch visuell nahezu identische Version der Eingabedaten: Ein detaillierter 3D-Scan, bestehend aus 10 Millionen Dreiecken mit einer Dateigröße von 500 MB, kann nun in eine kompakte, jedoch visuell nahezu identische Version überführt werden – mit nur 10 000 Vielecken und einer Dateigröße von 5 MB.

Eingesetzt wird die neue Software in 3D-Onlinepräsentationen sowie für Anwendungen der Virtuellen (VR) oder der Erweiterten Realität (AR). Das Fraunhofer IGD konnte die InstantUV-Software bereits erfolgreich an verschiedene Unternehmen und Einrichtungen weltweit lizenzieren. Limpers Arbeiten bildeten dabei einen Meilenstein für das neue Datenformat »glTF 2.0«. Dieses Standardformat wird bereits vom weltweit größten sozialen Netzwerk Facebook, von Microsoft-Anwendungen wie Paint3D und PowerPoint in Windows 10 sowie von sämtlichen browserbasierten 3D-Engines unterstützt. Für seine Forschungsarbeit erhielt der Wissenschaftler den Hugo-Geiger-Preis 2018.



## Die letzte Meile für das industrielle Internet der Dinge 2

Das Internet der Dinge, in dem zahllose Gegenstände informationstechnisch miteinander verbunden sind, nimmt Gestalt an. Mit der drahtlosen softwarebasierten Übertragungstechnologie MIOTY® hat das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS eine der ersten standardisierten Kommunikationslösungen für Anwendungen im industriellen Internet der Dinge (Internet of Things – IoT) geschaffen. Für die energieeffiziente, robuste und zuverlässige Übertragung von Sensordaten zwischen einzelnen Objekten sowie von Datenmengen auch über lange Distanzen hinweg entwickelten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit »Telegram Splitting« ein spezielles Verfahren. Es wurde in die MIOTY®-Technologie integriert, patentiert und inzwischen lizenziert. Mit dieser Lösung können viele Hunderttausend Sensoren oder IoT-Mobilgeräte täglich bis zu 1,5 Millionen Datenpakete verlustfrei an eine einzige Sammelstelle senden – und dies sogar in Gegenden ohne oder mit nur geringer Mobilfunkabdeckung.

Die Übertragungstechnologie entspricht bereits dem Mitte 2018 veröffentlichten Standard TS 103357 für energieeffiziente Netzwerke über große Entfernung des »ETSI – European Telecommunications Standards Institute«. Damit liefert dieser Standard eine Voraussetzung für die reibungsfreie Interaktion verschiedener Dienste. Für die weltweite Kommerzialisierung der MIOTY®-Technologie wurde mit Behr Technologies Inc. (BTI) in Kanada ein Unternehmen gegründet, das auch als Lizenznehmer fungiert. Damit kann nun die letzte Kommunikations-Meile hin zu einer durchgängigen Digitalisierung für anspruchsvolle industrielle Anwendungen unter schwierigen Umgebungsbedingungen geschlossen werden. Erste Pilot-installationen laufen u. a. in der Öl- und Gasindustrie sowie im Bergbau.

## Zukunftsorschung in der 3D-Mixed-Reality

Fabriken, Häuser oder ganze Städte – wirklich große Objekte im Originalmaßstab virtuell begehbar und erlebbar machen, das ist möglich im 3D-Mixed-Reality-Labor »Elbedome« am Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg. Das Forschungslabor wurde 2018 nach mehrjähriger aufwendiger Modernisierung wiedereröffnet. Mit 4 Meter Höhe, 16 Meter Durchmesser und über 450 Quadratmeter Projektionsfläche zählt es zu den größten und modernsten Einrichtungen für industrielle Virtual- und Mixed-Reality-Anwendungen weltweit. Das System erlaubt dank Bodenprojektion und neuester stereoskopischer Simulations-technik die holographische und interaktive Darstellung virtueller Objekte. In Gruppen bis zu 30 Personen können die Nutzer vollständig in die hochimmersiven virtuellen Welten des Labors eintauchen und mit ihnen arbeiten. So entwickeln die For-scherinnen und Forscher zusammen mit wissenschaftlichen Partnern und Unternehmen künftige Arbeits- und Produktions-systeme oder unterstützen komplexe Bauvorhaben. Dazu zählen beispielsweise die Planungen von Roboterarbeitsplätzen, von Produktions- und Prozessanlagen oder ganzen Industrieparks.

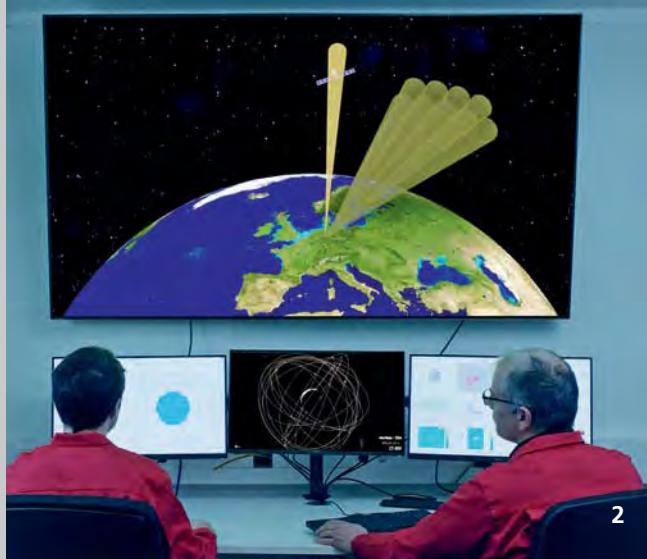
Die Größe des Virtual-Reality-Labors und die Realitätsnähe der der holographischen Darstellungen vermittelt den Nutzern den Eindruck, sich inmitten der virtuellen Welt zu befinden. In Echtzeit und noch bevor ein Vorhaben in der Realität begonnen wurde, lassen sich auf der Grundlage der digitalen Daten Planungsstände realistisch bewerten, Entscheidungsfindungs-prozesse vorantreiben sowie Qualifikations-, Kommunikations- und auch Marketingmaßnahmen unterstützen. Das Zusammenführen unterschiedlicher Daten in der virtuellen Realität fördert die interdisziplinäre Zusammenarbeit aller beteiligten Fachleute, die sich gemeinsam und gleichzeitig im virtuellen Raum austauschen können. Das führt zu einer deutlichen Be-schleunigung in Planung und Entwicklung, zu mehr Sicherheit und nachhaltigen Kosteneinsparungen.

## SCHUTZ UND SICHERHEIT



### Joseph-von-Fraunhofer-Preis XXL-Computertomographie 1

Röntgencomputertomographie war bisher wegen der begrenzten Strahlungsenergie von wenigen Hundert Kiloelektronenvolt auf kleinere, leicht zu durchdringende Objekte beschränkt. Michael Salamon, Nils Reims und Dr. Michael Böhnel erzielten mit ihrem Team vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS einen entscheidenden Fortschritt: Mit der XXL-Computertomographie lassen sich im Vergleich zu bisherigen Systemen erstmals auch großvolumige Objekte durchleuchten. Die Forscher nutzen dazu einen Linearbeschleuniger mit 9 Megaelektronenvolt, kombiniert mit einer groß dimensionierten Röntgenzeilenkamera. Die Objekte werden auf einem rotierenden Schwerlastdrehsteller platziert. So entsteht ein detailreiches und kontraststarkes 3D-Bild des Objekts. Neue Möglichkeiten ergeben sich u. a. für die Automobilindustrie, etwa bei der Untersuchung von Crashfahrzeugen, für Sicherheits- und Zollbehörden bei der Kontrolle von Frachtcontainern oder für die Untersuchung historischer und archäologischer Artefakte. Für ihre Leistung erhielten die drei Forscher den Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2018.



## **Wenn Weltraumschrott auf die Erde stürzt 2**

Am 2. April 2018 um 2.15 Uhr mitteleuropäischer Zeit war es wieder so weit: Weltraumschrott näherte sich und stürzte schließlich auf die Erde. Die chinesische Raumstation »Tiangong-1« mit ihren achteinhalb Tonnen trat über dem Südpazifik in die Erdatmosphäre ein. Expertenschätzungen zufolge hätte ein wesentlicher Anteil des Raumlabors der Hitze beim Eintritt in die unteren Atmosphärenschichten widerstehen und als kleine Stücke auf die Erdoberfläche fallen können. Schon Anfang 2016 war der Kontakt zu Tiangong-1 abgebrochen, ein kontrollierter Absturz über dem Meer daher nicht möglich. Seither war die Station der Erde langsam, aber stetig nähergekommen. Bei solchen Ereignissen verfolgen die Raumfahrtbehörden weltweit den Sinkflug genau, um den Wiedereintritt zu prognostizieren. Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR bei Bonn beobachteten Tiangong-1 wochenlang mit ihrem Weltraumbeobachtungsradar TIRA (Tracking and Imaging Radar), zu dem eine Parabolantenne mit 34 Meter Durchmesser gehört. Eine Kombination von Abbildungs- und Zielperfusionsradar erlaubt eine präzise Erfassung und Beobachtung des Objekts unabhängig von der Entfernung, vom örtlichen Wetter und der Tageszeit. Mit der präzisen Bestimmung der Bahndaten von Tiangong-1 bis zum Absturz im April 2018 unterstützte das Fraunhofer FHR das nationale Weltraumlagezentrum. Des Weiteren untersuchte das Fraunhofer-Institut u. a. im Auftrag der europäischen Weltraumagentur (ESA – European Space Agency) und deren Europäischem Raumflugkontrollzentrum (ESOC) in Darmstadt das Eigenrotationsverhalten von Tiangong-1. Diese Drehbewegung beeinflusst die angeströmte Querschnittsfläche der Raumstation und damit den Wiedereintrittszeitpunkt. Letztlich verglühte der Großteil der chinesischen Raumstation, die restlichen Trümmer stürzten in den Pazifik.

## **Mit Quantentechnik gegen Abhörversuche**

Quantenkryptographie ist schon heute interessant, wenn es um den Schutz der Datenkommunikation geht. Das Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI forscht zusammen mit 16 Partnern daran, dass Abhörversuche in der Datenkommunikation nicht mehr unentdeckt bleiben. Im Projekt UNIQORN, Teil des »Quantum Flagship« der EU, entwickelt das internationale Konsortium hochminiaturisierte optische Integrationslösungen als System-on-Chip: Dabei werden Quellen und Schlüsselverteilung mithilfe quantenmechanischer Phänomene realisiert, Zielsetzung ist zudem eine kostengünstige Lösung für den Massenmarkt. Kern der neuartigen Integrationslösung ist die PolyBoard-Technologie des Fraunhofer HHI. Damit lassen sich integriert-optische Komponenten und Funktionalitäten auf einem Chip kombinieren und mit photonisch-integrierten Schaltkreisen verknüpfen, ohne Kompromisse in der Leistungsfähigkeit der mikrooptischen Komponenten eingehen zu müssen. Mithilfe der PolyBoard-Technologie wurden bereits miniaturisierte optische Bauelemente für Telekom- und Datacom-Anwendungen sowie für mikrooptische Chips in Analytik und Sensorik entwickelt.



---

### Schutzfolie gegen Hardwareangriffe 1

---

Die technologischen Kniffe der Hacker, um an sensible Daten in eingebetteten Systemen zu kommen, werden immer ausgefeilter. Die Fraunhofer-Institute für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC, für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS und für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT vereinigten ihre Kompetenzen in einem internen Förderprojekt, um Chips schon auf der Systemebene vor Angriffen zu schützen. Die innovative Lösung besteht aus einer Manipulationsschutzfolie mit einer elektrisch leitfähigen Gitterstruktur, die um die gesamte Platine gewickelt wird. Der Ansatz macht sich zunutze, dass jede Schutzfolie individuelle Fertigungsschwankungen aufweist. Diese werden als Physical Unclonable Function (PUF) vermessen und als kryptographischer Schlüssel verwendet. Nur im Falle einer völlig intakten Folie können Daten vom Empfänger entschlüsselt werden. Wird das Gitter im Betrieb beschädigt oder wurden die integrierten Messschaltungen verändert, initiiert dies automatisch ein Löschen von kritischen Informationen wie kryptographischen Schlüsseln.



### Nanosonden auf Bakterienjagd

Katastrophen wie Erdbeben, Überschwemmungen oder Dürreperioden haben oft Einschränkungen der Trinkwasserversorgung zur Folge. Dann gewinnen zuverlässige und schnelle Analyseverfahren der Wasserqualität an Bedeutung. Im Verbundprojekt »AquaNANO« entstand ein Detektionsmodul zur nanosondenbasierten Analyse von Trinkwasserkontaminationen. Unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME waren Forschende sowie Unternehmen, insbesondere der öffentlichen Infrastruktur, an dem dreijährigen Förderprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) beteiligt.

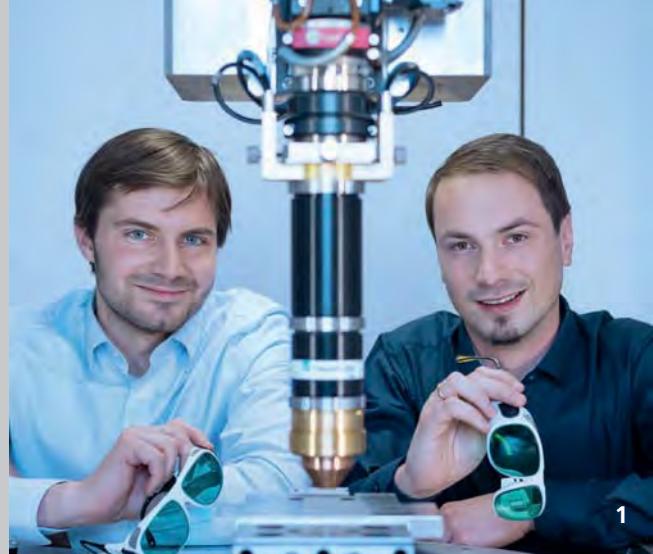
Die Projektpartner erzielen mit ihrem Demonstrator Ergebnisse binnen einer Stunde. Heute etablierte Testverfahren brauchen dazu noch bis zu 24 Stunden. Und so funktioniert der Demonstrator: Nanoteilchen werden mit speziellen Antikörpern beschichtet, die Krankheitserreger erkennen können. Nach ihrer Präparation werden die winzigen Teilchen als »Sonden« in die Trinkwasserprobe gegeben. Im Wasser enthaltene bakterielle Krankheitserreger und Giftstoffe binden an die magnetischen Nanosonden, die dann relativ leicht mithilfe spezieller Detektionssäulen auszumachen sind. So können Schadstoffe schnell und zuverlässig identifiziert werden, Schutzmaßnahmen lassen sich zügig einleiten. Mit AquaNANO erhalten Hilfsorganisationen wie die Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW) künftig ein zuverlässiges, mobiles und schnelles Werkzeug, um größere Trinkwasserkontingente auf etwaige biologische Kontaminationen zu testen. Das Detektionsmodul wurde im Juni 2018 auf dem Innovationsforum »Zivile Sicherheit« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung vorgestellt.

### Mehr Sicherheit in Innenstädten 2

Bei der städtischen Videoüberwachung mehrerer Kriminalitäts schwerpunkte in Mannheim sorgen seit Ende 2018 kognitive Methoden für verbesserten Bürgerschutz: Das intelligente Videoauswertungssystem des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB erlaubt es Sicherheitskräften, früher zu intervenieren. Gleichzeitig wird damit der Schutz von Persönlichkeitsrechten und Datenschutz verbessert.

Die von Stadt und Polizeibehörde installierten Kameras speisen ihre Bilder in die kognitive Software des Fraunhofer IOSB ein. Diese erkennt Verhaltensmuster, die beispielsweise auf gewalttätige Übergriffe hindeuten, und erzeugt in diesen Fällen Hinweise für die Videoauswerter der Polizei. So kann schneller entschieden werden, ob Einsatzkräfte an den Ort des Geschehens geschickt werden. Polizeilich Irrelevantes hingegen kann anonymisiert, beispielsweise verpixelt, werden.

Die automatische Auswertung von Kamerabildern ist nach baden-württembergischer Gesetzeslage seit Ende 2017 möglich – sofern die Personenerkennung auf Verhaltensmuster eingegrenzt wird, die auf eine Straftat hinweisen. In Mannheim wird diese Möglichkeit erstmalig genutzt. Mit Szenen aus dem realen Leben werden die Wissenschaftler das unter Laborbedingungen entwickelte Assistenzsystem weiter trainieren, damit es relevante Bewegungsabläufe zunehmend präziser erkennt.



## MOBILITÄT UND TRANSPORT

### Joseph-von-Fraunhofer-Preis

### 3D-Druck für bessere Flugzeugturbinen 1

Die Strahltriebwerke von Flugzeugen sind gerade bei Start und Landung durch den ständigen Wechsel von Erhitzen und Abkühlen extremen Belastungen ausgesetzt. Mit innovativen Technologien und Fertigungstechniken des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik IWS lässt sich die Standfestigkeit von temperaturbelasteten Triebwerksteilen deutlich erhöhen. Den Fraunhofer-Forschern Prof. Frank Brückner und Mirko Riede gelang es gemeinsam mit Dr. Dan Roth-Fagaraseanu von Rolls-Royce, filigrane Mikrostrukturen additiv zu fertigen, wie sie heute serienmäßig zum Aufbau innovativer Wärmedämmsschichten genutzt werden. Bei diesem sogenannten TBC (Thermal Barrier Coating) werden eine metallische Haftvermittlerschicht und eine keramische Dämmsschicht verklammert; verbaut werden diese im Heißgasbereich der Triebwerke. Das Schichtsystem bildet die Grundlage für das verbesserte Triebwerksdesign. In Verbindung mit weiteren Maßnahmen verlängern die Mikrostrukturen die Lebensdauer der Schichten, die eine Grundlage für das verbesserte Triebwerksdesign darstellen. Das trägt dazu bei, Kerosinverbrauch und Schadstoffausstoß beträchtlich zu senken und fast 3 Mio US\$ Kosten pro Jahr und Flugzeug zu sparen. Seit Februar 2018 sind Langstreckenflugzeuge wie der Airbus A350-1000 mit den neuen Triebwerken im Einsatz. Für ihre Leistung erhielten die Forscher den Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2018.



2

## Hugo-Geiger-Preis Laser zum Mitnehmen

Dr. Christoph Werner vom Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM legte den Grundstein für eine neuartige, kostengünstige und kompakte Laserlichtquelle: so kompakt, dass sie in Zukunft auch in ein Smartphone integriert werden könnte. Das erlaubt dann beinahe jedem Menschen, Untersuchungen durchzuführen, wie sie bislang nur mit spezialisierten Laborlasern möglich sind. Der Forscher wollte in seiner Dissertation in Kooperation mit dem Fraunhofer IPM eine neuartige Laserlichtquelle entwickeln, mit flexibel einstellbarer Ausgangswellenlänge und kompakten Abmessungen. Während seiner sechsjährigen Arbeit an der Dissertation gelang es dem Mikrosystemtechniker, theoretische Ansätze in die Praxis zu überführen. Nicht zuletzt, indem er dafür nötige Apparaturen selbst herstellte.

Christoph Werners Laserquelle beruht auf einem Flüstergalerie-Resonator und verwendet mit der Lichtrückkopplung ein ungewöhnliches Prinzip, um die Lichtwellen innerhalb des Resonators zu stabilisieren. Auch für den Resonator verließ er bekanntes Terrain und setzt statt einer Scheibe einen Ring ein, der auf einen piezoelektrischen Aktor aufgezogen wird. Beim Anlegen von Spannung dehnt sich dieser aus. Mit der Methodik, den Resonator geometrisch statt wie bisher meist thermisch durchzustimmen, wird der Vorgang um den Faktor 100 000 beschleunigt und zudem unabhängiger von Wellenlängen. Als »Nebenprodukt« der Dissertation entstand ein neues Verfahren in der Kristallstrukturierung. Dazu führt das Fraunhofer IPM mittlerweile Lizenzverhandlungen mit einem der internationalen Marktführer auf diesem Gebiet. Für die Forschungsarbeit erhielt Dr. Christoph Werner den Hugo-Geiger-Preis 2018.

## Paletten werden intelligent 2

Das Internet der Dinge wird massentauglich für die Logistik: Die Telekom, das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML und der Unternehmensverband zur Förderung der Europoolpalette EPAL haben eine Live-Anwendung mit 500 intelligenten Paletten in den Markt gebracht. Ein neuer Low-Cost-Tracker sorgt mit seiner zweijährigen Batterielaufzeit für logistische Dienstleistungsqualität und Datensicherheit im Internet der Dinge.

Etwa 30 Prozent aller Lieferungen weltweit erreichen ihr Ziel nicht rechtzeitig, Unternehmen erleiden Schäden in Milliardenhöhe durch Frachtdiebstahl. Abhilfe schafft nun der robuste, wasserdichte Tracker. Die eingebaute Sensorik sorgt zudem dafür, dass der Transport vorschriftsmäßig verläuft und beispielsweise Kühltemperaturen eingehalten werden. Das Gerät verwendet den weltweiten 3GPP-Standard und setzt auf das Maschinennetz »NarrowBand IoT« der Telekom. Mit geringem Stromverbrauch und einer guten Gebäudedurchdringung punktet der Low-Cost-Tracker gegenüber Technologien auf GPS-Basis. Er ist eine weitere Entwicklung aus den »Telekom Open IoT Labs«, die das Fraunhofer IML und die Telekom gemeinsam betreiben. Aus diesen Labors stammt bereits ein Servicebutton für das Internet der Dinge. Mit dieser intelligenten Nachrüstlösung für Logistik, Fertigungsanlagen, Werkstätten, Baustellen oder Krankenhäuser lassen sich individuelle Kundenbedürfnisse im Internet der Dinge realisieren – etwa die Nachbestellung von Ersatzteilen oder das Abholen von Containern.



### Mit der Drohne telefonieren

Drohnen können entlastende Helfer sein: beispielsweise um Lieferverkehr auf der Straße zu reduzieren oder für die Erst-erkundung von Gefahrensituationen für die nachfolgenden Rettungskräfte. Gesteuert werden die Fluggeräte, indem sie Befehle des Controllers aufnehmen und eigene Daten wie Position, Höhe oder Akkuzustand zurückmelden. Bisher übliche Übermittlungswege wie Funk oder Mobilfunkdatenkanäle unterliegen Einschränkungen oder sind nicht immer zuverlässig. Stabil und robust hingegen sind Verbindungen über die Sprachkanäle des Mobilfunknetzes. Sie bieten nahezu vollständige Flächenabdeckung, nutzen vorhandene Infrastruktur und verursachen so nur geringe Zusatzkosten.

Forschende am Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI nutzen die Sprachverbindung des Mobilfunksystems, indem sie ausgehende Steuerungsbefehle an die Drohne in Audiosignale umwandeln. Für die Rückübersetzung sorgt ein Modul auf der Drohne. Das Prinzip ähnelt dem der früheren Modemverbindungen. Falls die Verbindung doch einmal abbricht, folgt die Drohne dem Befehl, schnellstmöglich zurückzurufen. Position und Höhe des Fluggeräts werden in Echtzeit übertragen und lassen sich etwa auf Online-Kartendiensten visualisieren. Zusätzlich lässt sich die Drohne mit Sensoren ausstatten, sodass sie kurzfristig auftretende Hindernisse selbstständig umfliegen kann.

### Sichere Signale für autonome Fahrzeuge 1

Ohne den Austausch von Kommunikationssignalen können autonome Fahrzeuge nicht gesteuert werden. Die Verlässlichkeit des Kommunikationskanals zwischen den Fahrzeugen und ihrer Umgebung ist deshalb Grundvoraussetzung für das automatisierte und vernetzte Fahren. Eine Software kann nun die Güte von drahtlosen Kommunikationsdiensten (Quality of Service) überwachen und vorhersagen.

Die Qualität von drahtloser Kommunikation kann stark variieren, insbesondere in hochdynamischen Umgebungen wie im Straßenverkehr. Das Monitoring-System des Fraunhofer-Instituts für Eingebettete Systeme und Kommunikationstechnik ESK beobachtet kontinuierlich die Kommunikation zwischen den Fahrzeugen und auch wichtige Umweltparameter wie topographische Gegebenheiten. Überwacht wird der Kommunikationsfluss aller gängigen Ad-hoc- und Mobilfunktechnologien wie 802.11p, LTE und, sobald verfügbar, auch 5G. Dank Machine-Learning-Algorithmen ist sogar eine Vorhersage möglich – je nach Situation über die folgenden Sekunden oder Minuten. Anwendungsentwickler für autonomes Fahren erhalten mit der Lösung des Fraunhofer ESK einen größeren Spielraum für Anwendungen wie Platooning oder Einfädelassistenten.



### Lkw passt sich seiner Ladung an 2

Im EU-Forschungsprojekt TRANSFORMERS (Configurable and Adaptable Trucks and Trailers for Optimal Transport) wurden Lösungen für einen effizienteren Gütertransport auf der Straße erarbeitet: Eine anpassbare Anhängerstruktur und ein Hybridantrieb erlauben dabei eine Reduktion des Kraftstoffverbrauchs um bis zu 25 Prozent, insbesondere beim Transport palettierter Waren. Innerhalb des Konsortiums hat das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF eine Sensorik zur Ladevolumenmessung sowie ein Batteriegehäuse zur Versorgung eines elektrischen Hilfsantriebs im Trailer entwickelt. Der Einspareffekt wird zudem erreicht durch die missionsspezifische Anpassung der Struktur, einen im Auflieger verbauten elektrischen Hilfsantrieb, der bei Bedarf aktiv wird, eine anpassbare Beladungskapazität sowie eine ganzheitlich optimierte Aerodynamik.

Das innovative Antriebskonzept »Hybrid on Demand« wurde federführend vom Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI entwickelt: Eine konventionell angetriebene Zugmaschine wird dabei mit einem elektrisch angetriebenen Trailer gekoppelt. Für Betreiber verringern sich die Kraftstoffkosten pro Tonnen-Kilometer, der CO<sub>2</sub>-Ausstoß sinkt, und die Staugefahr an Steigungen und im Stadtverkehr nimmt ab.

Im August 2018 hat die EU das Projekt TRANSFORMERS als Success Story eingestuft.



## PRODUKTION UND DIENSTLEISTUNG

### Mit 5G fehlerfrei produzieren 1

In der industriellen Fertigung unterstützt der neue Mobilfunkstandard 5G die direkte kabellose Messung in Echtzeit für eine frühzeitige Fehlerdiagnose. Um die Fertigung von Bau- teilen der Flugzeugindustrie zu überwachen, hat das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen zusammen mit Ericsson eine einzigartige Testumgebung für 5G-Anwendungen aufgebaut, die im Rahmen des Fraunhofer-Leistungszentrums Vernetzte, Adaptive Produktion genutzt wird.

Bis zu 200 000 € kann die Herstellung sogenannter Blisks (blade integrated disks) kosten, eines Integralbauteils, bei dem die Turbinenschaufeln aus einer Scheibe aus dem Vollen gefräst werden. Die Eigenschwingungen der Einzelschaufeln können im Fräsprozess Fehler verursachen, die eine aufwendige Nachbearbeitung erfordern. Daher werden schon heute Sensoren an Maschinen und Anlagen platziert, die permanent den Produktionsprozess überwachen. Die Auswertung erfolgt jedoch noch dezentral und zeitverzögert. Neue Möglichkeiten bietet die Kombination moderner Sensortechnologie mit der schnellen Datenübertragung des künftigen Mobilfunkstandards 5G: Mit Sensorik, die direkt am Bauteil angebracht wird, können die Schwingungsspektren der Blisks via 5G mit maximal einer Millisekunde Verzögerung in eine Auswerteeinheit übertragen werden. Erreichen die Schwingungen kritische Ausmaße, kann der Produktionsprozess unverzüglich angepasst werden. Anhand der gesammelten Daten lässt sich zudem ein digitaler Zwilling des Bauteils erstellen, mit dem beispielsweise Simulationsergebnisse validiert werden können.



2

### Kraftwerke mit Holzabfällen füttern

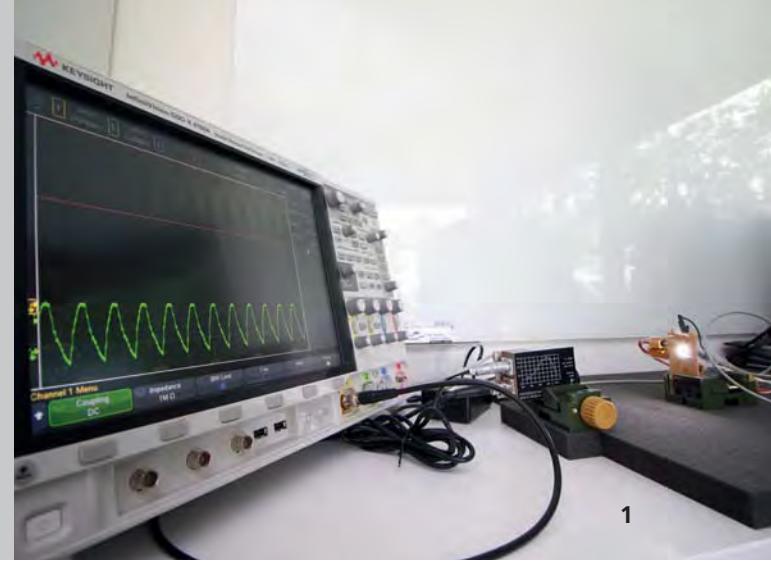
Wie Holz als Brennmaterial und als Rohstoff für Plattform-Chemikalien Erdöl und Erdgas ersetzen kann, haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des EU-Projekts SteamBio unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB erforscht. Zunächst werden Hack-schnitzel aus minderwertigen Hölzern in einem speziellen Erhitzungsverfahren behandelt. Die bekannte Technologie der Torrefizierung haben die Forschenden weiterentwickelt: Die in der Biomasse enthaltene Feuchte sowie dampfförmige Reaktionsprodukte werden als überhitzter Dampf kontrolliert im Prozessraum gehalten und bilden selbst das Prozessmedium. Besonders wertvoll sind die entstehenden flüchtigen Substanzen. Aus ihnen lassen sich nachhaltig erzeugte Chemikalien als Ausgangsmaterial für viele Industrieprodukte gewinnen.

Die Technologie bietet weitere Vorteile: Das Schüttgut wird leichter und wasserabweisend. Damit sinken Transportaufwand und -kosten. Gleichzeitig erhöht sich durch den Vorgang der spezifische Heizwert des Brennstoffs. Vermahlen als hochreaktives Pulver kann er zur Feuerung von Kohlekraftwerken genutzt werden – rein oder vermischt mit Steinkohle-Staub. Eine Pilotanlage wurde mit einem Unternehmen aus dem Metall- und Maschinenbau gefertigt und ist dort mit Biomasse aus Buche im Einsatz. Seit Januar 2018 steht eine weitere Anlage in Spanien. Hier torrefizieren Projektpartner Kiefern-, Eichen- und Buchenholz sowie Rebschnitt und Reststoffe der Olivenproduktion.

### Pumpen mit Akustik warten 2

Schäden vermeiden, Ausfallzeiten geringhalten, Kosten vermeiden: Maschinen machen bei der Arbeit Geräusche – was man technisch verwerten kann: Für eine vorausschauende Wartung nutzen Experten des Fraunhofer-Instituts für Digitale Medientechnologie IDMT in Oldenburg solche Audiosignale. Dafür setzen sie intelligente, batteriebetriebene Sensoren an Axialkolbenpumpen ein. Diese Maschinenteile wandeln an Bau- und Landmaschinen mechanische in hydraulische Energie um oder sind Teil industrieller Fördertechnik. Geräusche der Pumpen werden über die Luft mit batteriebetriebenen Sensoren erfasst, verarbeitet, mittels maschineller Lernverfahren ausgewertet und drahtlos an eine digitale Auswerteeinheit gesendet. Dies erlaubt eine frühzeitige Fehleranalyse mit Rückschlüssen darauf, ob etwa Probleme am Lagerspiel oder an der Hydraulik vorliegen, und ermöglicht ein präventives Eingreifen, bevor kostenintensive Schäden für Antriebsstrang oder Hydraulik entstehen.

In diese Entwicklung eingeflossen ist das Know-how der Oldenburger Fraunhofer-Experten, die Fähigkeiten des menschlichen Ohrs technologisch nachbilden können. Dabei werden Lärmmodelle der Umgebung berücksichtigt, Störgeräusche herausgerechnet und zusätzlich mit maschinellen Lernverfahren trainiert. Durch die Signalverarbeitung im Sensor vor Ort bleibt das System kostengünstig und datensicher, wobei eine Vernetzung über das Internet bis hin zur Fernwartung zusätzlich möglich ist. So profitieren Industriekunden von einer kostengünstigen, skalierbaren und datensicheren Industrie-4.0-Lösung, die Ausfallzeiten reduzieren hilft. Die Entwicklung solcher akustischen Sensorsysteme zusammen mit Industriepartnern wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Projekt ACME 4.0 gefördert.



1

### Bildungsnachweis mit Blockchain sichern

Blockchain kann mehr als Geschäfte in der Kryptowährung Bitcoin sicher abwickeln. Kryptographie-Technologien erlauben sichere Transaktionen in vielerlei Anwendungsfeldern: beispielsweise im Internet der Dinge, bei diffizilen Vertragsfragen wie jenen zum geistigen Eigentum oder bei Steuerungs- und Regelungsprozessen insbesondere von dezentralen autonomen Organisationen. Im Blockchain-Lab am Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT entstand u. a. eine spezielle Anwendung für den Weiterbildungs- und Arbeitsmarkt. Der Prozess des Herkunftsnachweises von Personenzertifikaten beinhaltet die Bereitstellung, Prüfung und Wahrung des be-glaubigten Leistungsnachweises. Durch dieses Verfahren wird sichergestellt, dass registrierte Zeugnisse nicht nachträglich manipuliert werden.

Die Aussteller solcher Zertifikate – Bildungsstätten und deren Träger wie Universitäten, IHK, TÜV u. a. – müssen dazu einen digitalen Fingerabdruck von ausgehändigten Urkunden mit Gültigkeitsdauer in der Blockchain registrieren lassen. Empfänger der Urkunden können sich auf diesen Eintrag beziehen, um die Unverfälschtheit ihrer eingereichten Urkunde nachzuweisen. In Zeiten der digitalen Bewerbungsprozesse, des lebenslangen Lernens und der zunehmenden Internationalisierung im Arbeitsleben stellt ein solches Zeugnis mit Echtheitszertifikat einen bedeutenden Wirtschaftsfaktor dar. »Blockchain for Education« ist eine Community-Plattform und offen für Bildungseinrichtungen und Unternehmen; an der Entwicklung waren die Fraunhofer Academy und das Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC beteiligt.

### Maschinen kommunizieren mit Licht 1

Wie effizient wäre Produktion 4.0, wenn die vielen vernetzten Geräte und Produkte zuverlässig verbunden wären? Die bisher eingesetzte Funktechnologie bringt insbesondere in der Produktion einige Einschränkungen mit sich: in der Bandbreite, bei der Abdeckung sowie bei der Anzahl der Geräte. Stattdessen könnten künftig in den Fabrikhallen Menschen, Maschinen und Produkte über Lichtimpulse miteinander kommunizieren. Die Palette an Möglichkeiten wäre ungleich größer, denn das Spektrum des Lichts übersteigt das gesamte zur Verfügung stehende Funkspektrum um das 4800-Fache. Ende 2018 startete dazu ein Förderprojekt des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter Leitung des Institutsteils Industrielle Automation des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB. Dabei müssen die Forschenden sicherstellen, dass die Datenübertragung mit Licht auch bei Störungen und unter erschwerten Bedingungen zuverlässig funktioniert. In einem ersten Schritt analysieren sie bei den zehn beteiligten Industriepartnern, darunter vorwiegend kleine und mittelständische Unternehmen, die Herausforderungen: Störlichter, Abschattungen, die Geschwindigkeit sich bewegender Objekte, die Hallengröße und vieles mehr. Auf dieser Basis werden unterschiedliche Lösungstechnologien ausgearbeitet, die aus Gründen der Energieeffizienz alle auf die bereits vorhandene Infrastruktur von Leuchtmitteln aufsetzen sollen. Weitere Partner des Konsortialprojekts sind die Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe sowie die Deutsche Forschungsgesellschaft für Automatisierung und Mikroelektronik e. V.



## DSGVO als Chance 2

Die Europäische Datenschutz-Grundverordnung ist nicht nur ein Bußgeldkatalog. Die EU-DSGVO bietet Unternehmen und Behörden die Chance, über den Datenschutz hinaus Geschäftsprozesse und IT-Infrastrukturen zu optimieren. Dies sorgt für mehr Effizienz, Wettbewerbsfähigkeit und Sicherheit. Dazu hält das Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS in Kooperation mit der Fraunhofer Academy, etwa im Rahmen des Cyber-Sicherheitslabors, Schulungs- und Beratungsangebote bereit. Seit zehn Jahren begleiten Forscher des Geschäftsbereichs »Digital Public Services« beispielsweise die »Integrierte Software Berliner Jugendhilfe (ISBJ)« unter dem Dach der Berliner Senatsverwaltung und halten das IT-Architekturmanagement der Plattform auf aktuellem Stand. Die regelmäßig weiterentwickelten Architekturvorgaben beeinflussen die Auswahl und Einführung von Standardsoftware wie auch Eigenentwicklungen von IT-Fachverfahren. Das IT-Architekturmanagement sichert etwa die Qualität der Schnittstellen zu verschiedenen Fachdiensten, liegt den Informations- sicherheits- und Datenschutzkonzepten zugrunde und begleitet Freigabeprozesse durch die Berliner Beauftragte für Datenschutz und Informationsfreiheit.

Die in der DSGVO geforderten Grundsätze des Datenschutzes durch Technik (data protection by design) und durch sichere Voreinstellungen (data protection by default) halten aktuell allerdings nur wenige Softwareprodukte ein. Das Fraunhofer FOKUS berät Unternehmen bei der Entwicklung und Bewertung von datenschutzkonformer Software. Dafür haben die Forscher aus der Herangehensweise bei eigenen Entwicklungen eine Prüfmethodik abgeleitet, die Software und deren Entwicklungsprozesse danach bewertet, ob auch der Datenschutz berücksichtigt wurde.

## Blechbearbeitung digital revolutionieren

Wie die Digitalisierung in der Blechbearbeitung ganzheitlich gelingt, zeigt das Produktionssystem »Umformen 4.0« des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Form einer funktionsfähigen Miniaturpresse und ihrem digitalen Zwilling. Sie kann Bauteile tiefziehen, beschneiden und biegen. Im Mittelpunkt steht dabei der Mehrwert, der durch die digitale Aufrüstung der Maschine erreicht wird. Diese umfasst die lückenlose Überwachung von Prozess und Maschine, Werkzeug und verwendetem Material sowie eine abschließende optische Bauteilprüfung. Dies bietet die Möglichkeit, den Produktionsprozess zu stabilisieren, die Verfügbarkeit von Maschinen deutlich zu steigern, ihre Lebensdauer zu erhöhen und auch die Einarbeitungszeiten von Werkzeugen signifikant zu verkürzen.

Mittels Kraft- und Wegsensoren, einem Werkstofftester sowie einer abschließenden optischen Bauteilprüfung überwacht die Maschine sich selbst und ihre Produkte. Noch bevor das Bauteil tiefgezogen bzw. beschritten wird, prüft ein Inline-Materialtest das verwendete Halbzeug. Dadurch ist es möglich, werkstoffbedingte Fehler am Bauteil zu identifizieren und gegenzusteuern: Künftig lassen sich so Guteile auch aus Material herstellen, das sonst zu Ausschuss geführt hätte. Zusätzlich zu den Sensordaten fließen Informationen aus der Bauteilprüfung am Auslaufband der Presse in die Auswertung ein. Dort wird die Geometrie der Blechkomponenten optisch untersucht und jedes einzelne produzierte Bauteil auf Fehler überprüft. Als Bestandteil des Systems »Umformen 4.0« erfasst die optische Prüfung aber nicht nur die Bauteilqualität, sondern ermöglicht weit darüber hinausgehend auch Rückschlüsse auf den Zustand des gesamten Produktionssystems.



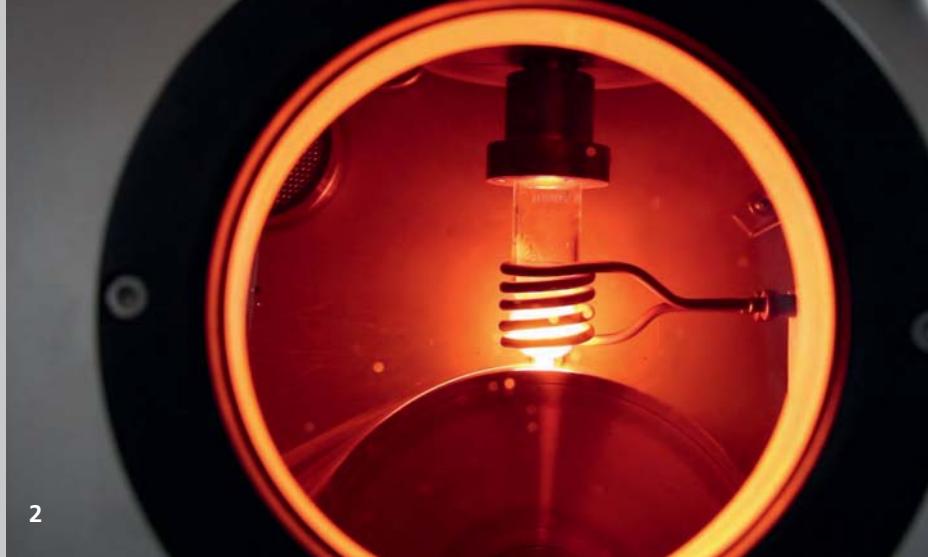
## ENERGIE UND ROHSTOFFE

### Grüne Energie für nachhaltige Chemie 1

Basischemikalien wie Wasserstoffperoxid, Ethen oder Alkohole mit regenerativ erzeugtem Strom produzieren: Ein Konsortium unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT zeigt, wie mit innovativen Kopplungen innerhalb des Energiesystems und neuartigen elektrochemischen Prozessen Nachhaltigkeit in der chemischen Industrie erzielt werden kann.

Die Energiewende eröffnet nicht nur Wege für CO<sub>2</sub>-reduzierte Stromerzeugung, sondern über die Sektorenkopplung auch Möglichkeiten für eine stromgeführte Produktion. Das Forscherteam entwickelte für die elektrochemische Konversion von Kohlenstoffdioxid zu Basischemikalien einen Demonstrator für die Ethen-Herstellung sowie ein Hochdruckelektrolyseverfahren für die Produktion kurzkettiger Alkohole wie Methanol. Basismaterialien für die Treibstoff-, Kosmetik- und Waschmittelproduktion sind langkettige Alkohole. Um diese auf Basis von Kohlendioxid und Wasser herzustellen, verknüpften die Forscherinnen und Forscher bisher bekannte Verfahren und verkürzten die Prozesse dank neuartiger Technologien.

Das Ziel, Ressourcen, Energie und Kapital bestmöglich einzusparen, konnte insbesondere an einem neuen elektrochemischen On-Demand-Herstellungsverfahren von Wasserstoffperoxid umgesetzt werden: Damit lassen sich nicht nur Energie und Lösungsmittel reduzieren, sondern auch Logistik- und Lagerungskosten. Während der vierjährigen Forschungsarbeiten wurden neben innovativen Verfahren auch wichtige Werkzeuge wie eine neuartige Membran für geteilte elektrochemische Zellen entwickelt. Instrumente für Systemanalysen, Marktmodelle und Nachhaltigkeitsbewertungen, welche unternehmerische Entscheidungen unterstützen, runden die Entwicklungen zum Thema »Strom aus Rohstoff« ab.



## Behutsamer Umgang mit Seltenen Erden 2

Metalle der Seltenen Erden zählen weltweit zu den strategisch wichtigsten Rohstoffen. Verwendet werden sie u. a. in Permanentmagneten, ohne die kein Elektromotor oder Windrad auskommt. Um sie zu gewinnen, werden große Bodenflächen mit giftigen Rückständen belastet. Zudem liegen über 90 Prozent der weltweiten Vorkommen in China, sodass die Versorgungssicherheit kritisch bewertet werden kann. Für mehr Ressourceneffizienz bei den Seltenen Erden entwickelten acht Fraunhofer-Institute unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS optimierte Fertigungs-, Recycling- und Ersatzverfahren. Die Experten zeigten an Elektromotoren eines Klein- sowie eines Traktionsantriebs, wie sich der Bedarf an Dysprosium und Neodym auf ein Fünftel des heutigen Werts senken lässt, wenn man alle Einsparmöglichkeiten bis hin zum teilweisen Ersatz nutzt.

Recycling- und Einsparmöglichkeiten ergeben sich bei der Konzeption der Motoren sowie der Herstellung der Magnete. Senkt man etwa die Betriebstemperaturen des Motors, wird auch weniger Dysprosium benötigt. Ausschuss und Nachbearbeitung lassen sich durch ein Spritzgussverfahren einer Materialmischung, verbunden mit einem Sinterprozess, sparen. Ein neues Recyclingverfahren »pulverisiert« alte Permanentmagneten mithilfe von Wasserstoff, und verfestigt diese anschließend durch Gieß- und Sinterverfahren. Solche recycelten Magnete erreichen 96 Prozent Leistungsfähigkeit im Vergleich zu Neuprodukten. Nicht zuletzt wurden durch Hochdurchsatzmethoden Materialien gefunden und Legierungen entwickelt, mit denen Dysprosium und Neodym in Magneten ganz oder teilweise ersetzt werden können.

## Leistungsstarke Batterien

Energiewende und Elektromobilität benötigen leistungsfähige Speichermedien, so etwa, um die volatile vorhandenen natürlichen Ressourcen dauerhaft verfügbar zu machen oder um in der Mobilität die Reichweite zu erhöhen. Mit mehreren Initiativen fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Batterieforschung mit dem Ziel, Voraussetzungen und Anreize zu schaffen, damit in Deutschland Produktionsstätten für leistungsstarke, langlebige, sichere und international wettbewerbsfähige Batteriesysteme entstehen. Im Kompetenzcluster zur Batteriezellproduktion (ProZell) des BMBF arbeiten Wissenschaftler von zwölf deutschen Universitäten und Forschungseinrichtungen daran, den Produktionsprozess von Batteriezellen mit seinen Auswirkungen auf Zelleigenschaften und Produktentstehungskosten zu verbessern und eine neue Batteriegeneration weiterzuentwickeln.

Eine höhere Energiespeicherdichte für Lithium-Ionen-Batteriezellen und damit eine größere Reichweite für Elektroautos will ein Konsortium unter Federführung des Fraunhofer-Instituts für Keramische Technologien und Systeme IKTS erreichen. Insbesondere untersuchen die Partner, darunter auch das Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT, die Elektrodenstrukturen und umweltverträgliche Trockenbeschichtungsverfahren. An weiteren Projekten des Kompetenzclusters sind die Fraunhofer-Institute für Produktionstechnik und Automatisierung IPA sowie für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM beteiligt. Diese beschäftigen sich mit der kostengünstigen, energieeffizienten und umweltgerechten Trockenbeschichtung der Elektroden sowie mit einer Verbesserung der Elektrolytaufnahme, um den Produktionsprozess zu beschleunigen.



---

### **Gemüse reift auf Dächern 1**

---

Zur nachhaltigen regionalen Lebensmittelversorgung entsteht in Oberhausen mit dem Altmarktgarten eine in Deutschland bisher einzigartige Produktionsstätte für frische und nachhaltige Lebensmittel aus gebäudeintegrierter Agrarwirtschaft. Das neu erbaute Jobcenter am Oberhausener Altmarkt nahm Ende 2018 seinen Betrieb auf, die Gemüseproduktion für eine regionale Lebensmittelversorgung wird im Frühjahr 2019 starten. Zugrunde liegt das am Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT entwickelte Konzept inFARMING®. Dabei werden Produktionssysteme mit Gebäudeinfrastrukturen verknüpft. Beispielsweise werden Grau- und Regenwasserströme sowie im Gebäudebetrieb anfallendes CO<sub>2</sub> des Jobcenters umgelenkt und als Wasser- bzw. Energiespender für die lokale Pflanzenproduktion genutzt. Die Produktionsfläche des Altmarktgartens mit mehr als 1000 Quadratmetern beinhaltet auch eine Forschungsfläche. Hier werden technische Systeme im Kontext von Metropolen entwickelt und Urban-Agriculture-Systeme erforscht. Der Altmarktgarten ist ein Leuchtturmprojekt des Bundesprogramms »Nationale Projekte des Städtebaus«.



2

## Energieautark auf dem schwimmenden Haus 2

Als Forschungs- und Demonstrationsplattform für eine weitgehend autarke Energieversorgung konnte Anfang 2019 am Bergheider See im Lausitzer Seenland ein schwimmendes Haus in Betrieb genommen werden. autartec® entsteht als Demonstrationsprojekt einer semiautarken Energie- und Wasserversorgung für ufernahe Besiedlungen und »schwimmende Architektur«. Zur Energieernte werden neben klassischen Photovoltaikmodulen auch Dünnschicht-Photovoltaikelemente eingesetzt, die gleichzeitig der Verschattung dienen können. Bis zu 50 kWh Energie lassen sich in der mit Lithium-Ionen-Batterien ausgestatteten Gebäudehülle speichern. Dies reicht aus, um das Haus fünf Tage lang ohne zusätzlichen Energieeintrag mit Strom zu versorgen. Für die Wasserversorgung und -aufbereitung wurde eine teilweise in die Schwimmkörper des Hauses integrierbare Aufbereitungsanlage für häusliche Abwasser entwickelt. Dabei wird vollständig auf den Einsatz von Chemikalien verzichtet.

Die Gebäudehülle selbst trägt wesentlich zur Gesamtenergieeffizienz bei. Für autartec® wurden einzelne Dach- und Fassadelemente speziell für hohe Wärmeerträge und natürliche Kühleffekte ausgelegt. Durch einen Kamin gewonnene Wärme kann mittels Salzhydrat eingespeichert und zeitverzögert an das Gebäude abgegeben werden. Die Absenkung der Raumtemperatur wird zudem durch eine begrünte Fassade sowie eine Kühldecke im Gebäude unterstützt. Im Winter sichert eine Symbiose aus Wärmespeichern und einer Seewasserwärmepumpe ein behagliches Wohnklima. Alle Komponenten sind miteinander verknüpft und intelligent gesteuert. An dem Verbundprojekt »Innovativer Regionaler Wachstumskern« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) sind 15 Projektpartner beteiligt, darunter die Fraunhofer-Institute für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI sowie für Keramische Technologien und Systeme IKTS.

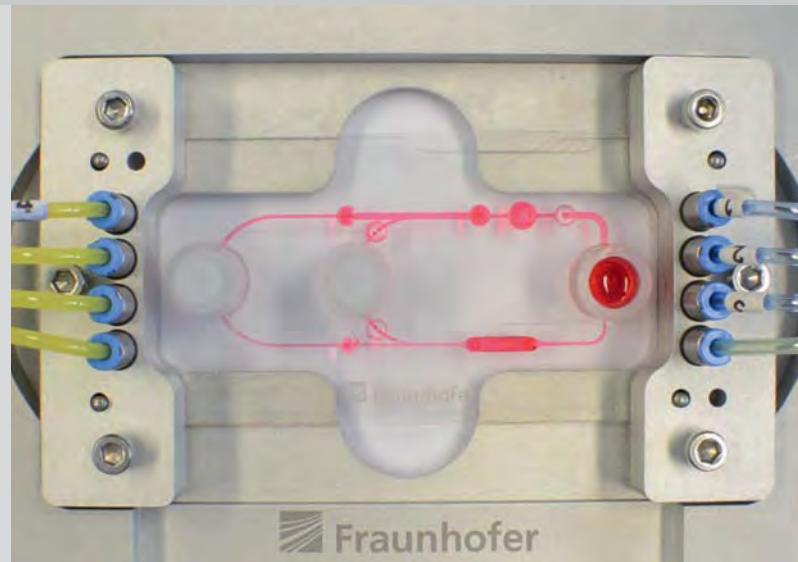
## Footprint in Stahlindustrie schwindet

Die Klimaerwärmung kann nur eingedämmt werden, wenn alle beim Einsparen von Treibhausgasen wie CO<sub>2</sub> mithelfen. Für schwerindustrielle Prozesse wie die Stahlproduktion stellt dies aus technologischen und ökonomischen Gründen eine besondere Herausforderung dar. Unter wissenschaftlicher Begleitung von Fraunhofer startete die Salzgitter AG mit SALCOS® ein modulares Projekt, um die Stahlherstellung in Deutschland und Europa schrittweise von CO<sub>2</sub>-Emissionen zu befreien.

Bisher entsteht CO<sub>2</sub> im Hochofen, wo Kohle eingesetzt wird, um aus Eisenerz Stahl zu gewinnen. 95 Prozent der Emissionen könnten vermieden werden, indem hier zunächst Erdgas und später in einem weiteren Schritt regenerativ erzeugter Wasserstoff verwendet werden. In der Machbarkeitsstudie MACOR, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), untersuchen das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS und die Salzgitter AG, wie sich technologische Alternativen in den laufenden Hüttenprozess integrieren lassen. Bei dem neuartigen Ansatz wird Eisen im Hüttenwerk über Direktreduzierung erzeugt. Simulationsrechnungen zeigen, dass bereits mit einer erdgasbasierten Direktreduzierung mehr als 15 Prozent der Emissionen vermieden werden können. Zukünftig soll nachhaltig erzeugter Wasserstoff den fossilen Brennstoff Erdgas ersetzen, um schließlich CO<sub>2</sub> in der Stahlherstellung komplett zu vermeiden.

# AUSZEICHNUNGEN 2018

Neben zahlreichen Preisen für erstklassige wissenschaftliche Leistungen erhielten Forscherinnen und Forscher der Fraunhofer-Gesellschaft einige besonders bedeutende nationale und internationale Auszeichnungen für Fortschritte in der angewandten Forschung. Wir wollen sie an dieser Stelle würdigen.



## EARTO Innovation Award

### Weniger Tierversuche durch Multiorgan-Chip

Die europäische Vereinigung der Forschungs- und Technologie-Organisationen EARTO zeichnet jährlich Innovationen mit signifikantem sozialen oder wirtschaftlichen Einfluss aus. 2018 wurde der »Multiorgan-Chip« aus dem Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS mit dem 3. Preis in der Kategorie »zu erwartende Auswirkungen« geehrt.

Das Mikrosystem simuliert den Blutkreislauf sowie Organe von Tieren oder Menschen. Es kann in vielen Fällen Tierversuche ersetzen, beschleunigt die Entwicklung neuer Medikamente und Kosmetika und dient als maßgeblicher Baustein für eine individualisierte Medizin. Seit 2009 forscht ein Team um Dr. Frank Sonntag und Dr. Udo Klotzbach in Dresden am

Multiorgan-Chip. Zunächst schneiden die Ingenieure mit einem Laser künstliche Blutgefäße, Kammern für Gewebe und weitere Funktionselemente in Kunststofffolien. Diese Folien werden gestapelt, verbunden und ergänzt um Sensoren, Ventile, Pumpen, Anschlüsse, Stoffaustauscher und elektronische Ansteuerungen. Künftig sollen zudem Konzepte des maschinellen Lernens die Analyseergebnisse verbessern.

In der neuesten Parallelflussversion bildete das Wissenschaftsteam die unterschiedlich starke Durchblutung von Organen nach. Im weltweiten Wettkampf um Ersatzlösungen für Tierversuche zeichnet sich der tablettenschachtelgroße Multiorgan-Chip dadurch aus, dass er komplexe Abläufe nachbilden kann, insbesondere die Wirkstoffverteilung im Blutkreislauf und zwischen den Organen.




---

**European Silver Economy Award des SEED Konsortiums  
Sensor, App und Portal für die alternde Gesellschaft**

---

Bewegungsfreiheit, Fitness und Sicherheit sind Bedürfnisse aller Menschen. Ende 2017 brachte das niederländische Unternehmen Society Solutions mit Unterstützung von Fraunhofer Portugal einen Clip auf den Markt, der viele Sicherheitsfunktionen in einem Gerät vereinigt: Mit einem Notfallknopf können eingespeicherte Kontakte benachrichtigt werden, Stürze lassen sich detektieren und Benachrichtigungen automatisch auslösen, sollte der Nutzer den Notfallknopf nicht mehr selbstständig betätigen können. Eine Aufzeichnung des Bewegungsprofils erlaubt sogar Vorhersagen zu einem Sturzrisiko. Verwendet wird der Clip in Verbindung mit der GoLivePhone App. Mithilfe des Webportals GoLiveAssist können autorisierte Betreuungspersonen in Echtzeit Einblick in die gesundheitlichen Messdaten erhalten.

Zur Marktreife des GoLiveClips einschließlich seiner digitalen Zusatzfunktionen trug die selbstständige Fraunhofer-Auslandsgesellschaft »Associação Fraunhofer Portugal Research« mit zwei ihrer Entwicklungen bei: Smart Companion vereinigt App-Angebote für ältere Menschen, damit diese in einer digitalisierten Welt weiterhin an der Gesellschaft teilhaben können. Mit Pandlets haben die portugiesischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eine neue Architektur für eingebettete Elektronik in drahtlosen Geräten entwickelt, die randlos in das Android-Bediensystem integrierbar ist.

Im Mai 2018 wurde die Entwicklung des GoLiveClips mit dem ersten Preis der »European Silver Awards« in der Kategorie für gemeinnützige Organisationen ausgezeichnet. Der Preis wurde im Rahmen des aktuellen EU-Forschungsrahmenprogramms Horizon 2020 ausgelobt, um innovative Lösungen zur Verbesserung der Lebensqualität einer alternden Gesellschaft in die Öffentlichkeit zu tragen.



---

**EU-Preis für das Kulturerbe  
3D-Digitalisierung sichert Kulturschätze**

---

2018 haben die Europäische Kommission und Europa Nostra, das führende Netzwerk für Kulturerbe, 29 Preisträger aus 17 Ländern für ihre herausragenden Leistungen in den Bereichen Denkmalschutz, Forschung, ehrenamtliches Engagement, Bildung, Ausbildung und Bewusstseinsbildung ausgezeichnet. In der Kategorie Forschung gehörte das CultLab3D des Fraunhofer-Instituts für Graphische Datenverarbeitung IGD zu den Gewinnern. Anerkannt wurde die Abteilung für ihren innovativen Ansatz zur 3D-Massendigitalisierung sowie ihre besondere Leistung, mithilfe hochauflöster 3D-Scans Europas Kulturschätze auch für zukünftige Generationen zu bewahren. Mit der automatisierten Scantechologie leistet das Fraunhofer IGD einen entscheidenden Beitrag für das kulturelle Erbe Europas als Inspirationsquelle für die Zukunft.

Den hohen Stellenwert dieser Auszeichnung beweist die Anwesenheit von Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier und des Präsidenten von Europa Nostra, Maestro Placido Domingo, sowie des EU-Kommissars für Bildung, Kultur, Jugend und Sport, Tibor Navracsics, bei der Preisverleihung.



#### **Circular Materials Challenge**

#### **bioORMOCER®-Beschichtungen für bioabbaubare Plastikverpackungen**

Die Ellen MacArthur Foundation, 2010 von der ehemalig schnellsten Weltumseglerin Dame Ellen MacArthur gegründet, setzt sich weltweit für die Entwicklung nachhaltiger Konzepte und den Übergang zur Kreislaufwirtschaft ein. Inzwischen hat sich die Foundation zu einem globalen Vordenker entwickelt und das Thema Kreislaufwirtschaft auf der Agenda von Entscheidungsträgern aus Wirtschaft, Regierung und Wissenschaft etabliert. 2018 verlieh die Stiftung den mit insgesamt 1 Mio US\$ dotierten Preis »Circular Materials Challenge« im Rahmen des Weltwirtschaftsforums in Davos an fünf Gewinner.

Dr. Sabine Amberg-Schwab vom Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC wurde mit ihrem Team für die Entwicklung der bioORMOCER®e ausgezeichnet. Mit diesen bioabbaubaren, anorganisch-organischen Hybridmaterialien ist Dr. Amberg-Schwab ein Meilenstein in der Entwicklung bioabbaubarer Verpackungsmaterialien gelungen. »Unsere bioORMOCER®e beseitigen die Schwächen bisheriger Biopolymere und machen

diese fit für die hohen Anforderungen an zuverlässiges Verpackungsmaterial«, erläutert die Entwicklerin. Werden Bio-Verpackungsfolien mit bioabbaubaren Barrierelacken aus bioORMOCER® beschichtet, können sie die geforderten hohen Barrierewerte gegenüber Sauerstoff und Wasserdampf erfüllen. Diese neuen Beschichtungsmaterialien werden für Standardindustrieverfahren optimiert. Konventionelle Folien, mit bioOMOCER®-Beschichtungen versehen, lassen sich als Mono-folien einfacher recyceln.

---

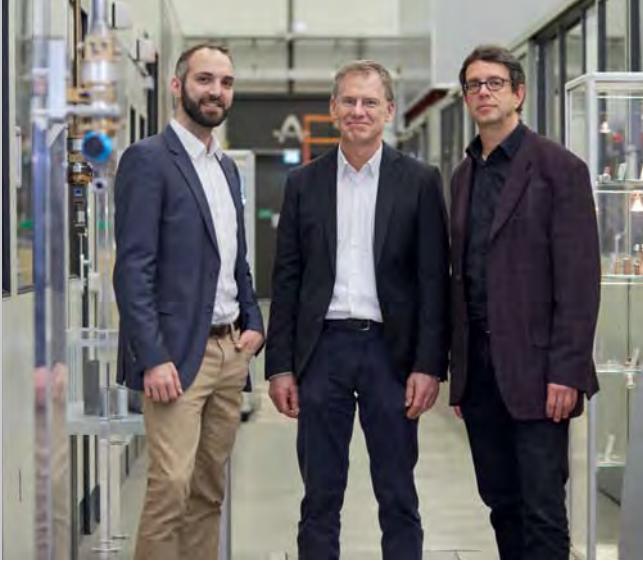
**Logo »HR Excellence in Research« der EU-Kommission**  
**Ausgezeichnete Bedingungen für Forschende**

---

Das Logo »HR Excellence in Research« der Europäischen Kommission darf nur führen, wer nachweisen kann, dass er die »Europäische Charta für Forscher und Verhaltenskodex für die Einstellung von Forschern« umsetzt. In welchem Maß dies geschieht, betrachtet die Kommission als wesentlichen Indikator für wissenschaftlichen Erfolg sowie für die Attraktivität als Arbeitgeber. Das Zertifikat wird zunehmend wichtig im Antragsverfahren für EU-Projekte. Um es zu erhalten, müssen die Forschungseinrichtungen eine umfassende Personalstrategie für Forscherinnen und Forscher (»Human Resources Strategy for Researchers – HRS4R«) entwickeln. Einige der insgesamt 40 Kriterien sind Anerkennung des Berufs, Laufbahnentwicklung, Wertschätzung von Mobilität, transparente Einstellungsprinzipien oder faire Auswahlkriterien.

Fraunhofer darf das Qualitätssiegel seit Ende 2017 führen. Die Kommission würdigte bei der Anerkennung des Logos vor allem die guten Arbeitsbedingungen, die Karriereentwicklung des wissenschaftlichen Nachwuchses sowie das überdurchschnittlich gute Forschungsumfeld. Die Zertifizierung bestätigt die hohe Qualität der Fraunhofer-Personalarbeit. Das EU-Logo macht auch darauf aufmerksam, dass gute Forschungsergebnisse mit entsprechenden Arbeitsbedingungen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zusammenhängen. Damit werden auch die Leistungen der Mitarbeitenden in den wissenschaftsrelevanten Verwaltungsbereichen sichtbar.





### Berthold Leibinger Innovationspreis Effektiver Schutz für Metallschichten

Mit dem 1. Preis des hochrangigen Innovationspreises der Berthold Leibinger Stiftung wurde ein neuartiges Verfahren zum Laserauftragschweißen gewürdigt. Das »Extreme Hochgeschwindigkeits-Laserauftragschweißen (EHLA)« entstand am Fraunhofer-Institut für Lastertechnik ILT und an der RWTH Aachen. Es ist umweltschonend, ressourceneffizient und steigert die Produktion: Da die Metallpulverpartikel direkt im Laserstrahl schmelzen, wird eine Prozessgeschwindigkeit von bis zu 500 Metern pro Minute möglich statt bisher maximal einigen Metern. Zudem senkt das Verfahren die herstellbare Schichtdicke von bisher über 500 auf 10 bis 250 Mikrometer.

Dr. Andres Gasser, Wolfgang Kueppers, Thomas Schopphoven (alle Fraunhofer ILT) sowie Gerhard Backes und Jochen Kittel (Lehrstuhl Digital Additive Production DAP an der RWTH Aachen) waren 2017 bereits mit dem Joseph-von-Fraunhofer-Preis ausgezeichnet worden. Seither verbreitet sich ihr Verfahren zunehmend in der Industrie: Bei IHC Vremac Cylinders B. V. aus den Niederlanden wird für den Offshore-Einsatz produziert, die TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH bietet Bauteile der TruLaser-Cell-Baureihe mit verschleiß- und korrosionsbeständigen Beschichtungen. Das Spin-off ACunity des Fraunhofer ILT lieferte bereits einige Anlagen an das staatliche Forschungsinstitut »Advanced Manufacture Technology Center« in China, um dort den Markteintritt vorzubereiten.



### Stahl-Innovationspreis Mikro-Dampfturbine erzeugt Strom und spart CO<sub>2</sub>

Seit 1989 zeichnet die Wirtschaftsvereinigung Stahl in Deutschland alle drei Jahre herausragende Innovationen rund um den Werkstoff Stahl aus. Der Wettbewerb wird in mehreren Kategorien vergeben und zählt zu den führenden Innovationspreisen in Deutschland. Den ersten Preis in der Kategorie »Produkte aus Stahl« konnten sich Forscher des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT und dessen Ausgründung TURBONIK sichern. Sie entwickelten eine hocheffiziente und ölfreie Mikro-Dampfturbine aus Edelstahl zur Eigenstromerzeugung. Die Dampfherstellung erzeugt bei vielen industriellen Prozessen einen hohen Energieverbrauch und stellt einen relevanten Kostenfaktor dar. Die Mikro-Dampfturbine aus Oberhausen nutzt Prozessdampf. Dies schont Ressourcen und spart Strom. Dank des Verzichts auf ein Getriebe arbeitet sie mit sehr hohen Drehzahlen um bis zu 40 Prozent effizienter als konventionelle Dampfturbinen. Zudem erübrigt sich die Schmierung mit Öl, was neben Wartungskosten auch einen ökologischen Vorteil bietet. In dampfnutzenden Betrieben, etwa aus der Pharma-, Lebensmittel- oder Textilindustrie, kann die Mikro-Dampfturbine einfach integriert werden und bereits bei kleinen Anlagen die Energiekosten erheblich senken.

Die erste Mikro-Dampfturbine von TURBONIK läuft bei der Energieversorgung Oberhausen AG (evo). Angetrieben vom Dampf der Fernwärmeentgasung, reguliert sie den Dampfdruck und erzeugt gleichzeitig Strom. Die Turbine produziert jährlich 300 000 kWh Strom, was dem Jahresverbrauch von circa 60 bis 75 Vier-Personen-Haushalten entspricht. Die Energiekosten werden durch die ressourcenschonende Stromerzeugung erheblich gemindert.

# VISIONEN FÜR DIE WELT VON MORGEN

## #WHATSNEXT: Fraunhofer-Moonshot-Visionen

Ein Highlight jedes Netzwert-Symposiums sind die Elevator Pitches, in denen junge Forschende in 90 Sekunden um ein Preisgeld und jeweils 25 000 € Anschubfinanzierung gegeneinander antreten. Im Jubiläumsjahr stand der Wettbewerb unter dem Motto »Was ist deine Moonshot-Vision?«. Gesucht waren bahnbrechende Ideen, die mit Fraunhofer-Technologien in den nächsten zehn Jahren ein drängendes Problem lösen könnten. Zwanzig Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler stellten an zwei Tagen ihre Projekte vorwiegend aus den Bereichen Energie, Medizin oder Umwelt vor. Ausgezeichnet wurden sieben von ihnen.

## Mit Flamingofilter gegen Mikroplastik

Mikroplastik ist allgegenwärtig. In die Nahrungskette gelangt, stellt es für Mensch und Tier ein Gesundheitsrisiko dar. Um eine Lösung für das Mikroplastik-Problem zu finden, ließ sich Leandra Hamann vom Fraunhofer UMSICHT vom Einfallsreichtum der Natur inspirieren. Ihre Vorbilder sind Flamingos, Wale oder Seescheiden. Diese sogenannten Suspensionsfresser verfügen über ausgeklügelte Mechanismen, um Partikel aus ihrer Umwelt zu filtern und aufzunehmen. Diese Teilchen haben in etwa die gleiche Größe wie Mikroplastikpartikel. So kam die Forscherin auf die Idee, bionische Filter für Mikroplastik nach dem Vorbild dieser Tiere zu entwickeln. Dazu untersuchte sie 24 Organismen und ihre unterschiedlichen Filtermethoden und identifizierte die Strukturen, die für einen bionischen Filter interessant sind. Mit einem solchen Filter ließe sich künftig Mikroplastik aus Abwasser herausfiltern.

## Ein Bad gegen Herzinfarkt

Mit fast 40 Prozent gehören Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu den häufigsten Todesursachen in Deutschland. Doch regelmäßige Vorsorgeuntersuchungen beim Arzt nehmen viel zu wenige wahr. Tobias Behr und Dr. Jens Langejürgen vom Fraunhofer IPA haben mit ihrem Projekt LisBat ein ambitioniertes Ziel: Ab dem Jahr 2030 soll niemand mehr an einem Herzinfarkt sterben. Deshalb wollen sie die Vorsorge so einfach wie möglich machen, so einfach wie ein Schaumbad. Ihre Vision ist eine lebensrettende Badewanne. Mit Sensoren und Mikrofonen ausgestattet, vermisst sie zuverlässig relevante Körperparameter, während sich der Mensch einmal pro Monat in der Badewanne entspannt. Via Big-Data-Analysen werden die Daten ausgewertet und das Risiko einer Herzerkrankung wird berechnet. So können schnell vorbeugende Maßnahmen getroffen werden.

## Kletternde Solarroboter für eine smarte Energieversorgung

Der Klimawandel erfordert ohne Frage neue Energiekonzepte. Solarenergie bietet zwar eine saubere Variante der Strom- bzw. Wärmeversorgung, doch um den Bedarf an Energie zu decken, müssten noch viel mehr Solarpaneele auf Dächern, Fassaden oder Feldern Sonnenlicht einfangen. Das ist nicht nur ein Kapazitätsproblem, sondern auch ein optisches. Aus diesem Grund hatte Dr. Michael Hermann vom Fraunhofer ISE die Idee für Fassadenpixel, kurz Faxel. Die kleinen Solarernter-Roboter sollen autonom an die Fassade klettern, um dort Sonnenenergie zu tanken. Sind sie aufgeladen, klettern sie selbstständig in den Keller und geben dort die Energie wieder ab. Es ist keine Installation notwendig, die Faxel lassen sich einfach bei Neubau oder Sanierung anbringen. Durch Integration von LED oder Pflanzen versprechen sie zudem vielseitige Gestaltungsmöglichkeiten. So könnten schon 2030 Häuser programmierbare Botschaften auf ihren Fassaden tragen und sich dabei autonom mit Solarenergie versorgen.



### **Mit dem Recyclingschiff gegen Plastikvermüllung**

Der zunehmende Plastikmüll im Ozean ist eines der großen Probleme unserer Zeit. Hunderte Tierarten sind bedroht, es entstehen wirtschaftliche Schäden in Milliardenhöhe. Ansätze zur Säuberung der Weltmeere gibt es bereits einige, diese lösen aber nur einen Teil des Problems. Ein ganzheitliches Konzept war der Anspruch von Katharina Reh und ihrem Team vom Fraunhofer UMSICHT in Sulzbach-Rosenberg. Die Idee hinter ihrem Projekt »SeaCycle« ist es, eine autonom fahrende Schiffsflotte mit geeigneten Erfassungssystemen und intelligenter Objekterkennung auszustatten. Aus dem aufgenommenen marinen Müll wird in einem integrierten Umwandlungsprozess direkt an Board Treibstoff gewonnen, mit dem wiederum die Schiffe angetrieben werden können. Die Technologie dafür ist bereits entwickelt. Überdies kommunizieren die Schiffe miteinander, um zur richtigen Zeit am richtigen Ort zum Einsatz zu kommen. Ein Projekt dieser Größe erfordert viele unterschiedliche Kompetenzen, sodass alle Fraunhofer-Institute aufgerufen sind, ihr Know-how einzubringen.

### **Zellpräzise Organe aus dem Drucker**

140 000 Menschen warten derzeit in Europa auf ein Spenderorgan, täglich kommen neue hinzu. Das übersteigt die Zahl der verfügbaren Organe von Spendern um ein Vielfaches. Neue Technologien ermöglichen es künftig, Organe im 3D-Drucker herzustellen. Die Schwierigkeit dabei wird sein, die Komplexität eines Organs möglichst genau abzubilden. Ein Team um Christian Freese vom Fraunhofer IMM arbeitet an einem Verfahren, mit dem sich jede einzelne Zelle definiert an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit während des Druckvorgangs platziert lässt – und das mit hoher Präzision und hoher Geschwindigkeit. So lassen sich vielleicht bereits in zehn Jahren Nieren oder gar Herzen maßgeschneidert im Internet bestellen.



### **Mit künstlichen Bäumen gegen Luftverschmutzung**

Mit der wachsenden Bevölkerung und zunehmender Mobilität wächst auch die Emissionsbelastung für die Umwelt. Neben der Reduzierung besteht eine weitere Möglichkeit auch in der Filterung der Schadstoffe aus der Luft. Es gibt bereits Stoffe, die aktiv CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre absorbieren können. Darüber hinaus erlauben es intelligente Materialien, das gefilterte CO<sub>2</sub> in Kraftstoffe oder Chemikalien umzuwandeln. Diese Mechanismen will sich Dr. Calogero Giancarlo Piscopo vom Fraunhofer ICT in seinem Projekt »ARTEMIS – Artificial Trees for CO<sub>2</sub> capture in Metropolitan Environments« zunutze machen. So könnten künstliche Bäume aus diesen Materialien in Städten 24 Stunden am Tag die Luft reinigen und gleichzeitig neue gesellschaftlich benötigte Rohstoffe herstellen.

### **Früherkennung von Krankheiten mit smarten Hautsensoren**

Viele Krankheiten spiegeln sich auf der Haut wieder und lassen sich mit Spektralsensoren erfassen. Das ist der Ansatz von Dr. Katharina Holstein und Dr. Andreas Herzog vom Fraunhofer IFF. Ziel ihres Projekts »Human SkinCorder« ist es, mithilfe Künstlicher Intelligenz datenbasiert Krankheiten künftig frühzeitig zu erkennen. Ein kleines handliches Gerät soll in Zukunft zur Grundausstattung von Ärzten gehören, so die Vision der Forschenden. Bei Routineuntersuchungen können damit Daten aufgenommen und direkt ausgewertet werden. Als Basis wird jedoch eine weltweite Datenbank benötigt, in der viele Sensor- und damit Trainingsdaten gespeichert sind. Fraunhofer verfügt bereits über alle Technologien, die nötig sind, um das Projekt zu realisieren. Dennoch bedarf es einer intensiven, disziplin-übergreifenden Zusammenarbeit unterschiedlicher Institute, um ein Unterfangen dieser Größe zu stemmen.

---

# MENSCHEN IN DER FORSCHUNG

---



**Begeisterung und Kompetenz begründen unseren Erfolg: Sechs Forscherinnen und Forscher stellen wir Ihnen vor – in Vertretung für die vielen anderen, die exzellente Arbeit leisten und erstklassige Ergebnisse liefern.**

## PROF. DR. RER. NAT. ANDREAS VILCINSKAS

Diplom-Biologe | Standortleiter des Institutsteils »Bioressourcen« des Fraunhofer-Instituts für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME in Gießen

Insekten gelten als die erfolgreichste Tiergruppe der Erde. Ihre beeindruckende Biodiversität auf der Artenbene spiegelt sich auch auf der Molekülebene wider. »Insekten sind sozusagen ein riesiger Wirkstoffschrank«, sagt der Biologe Andreas Vilcinskas. »Die Frage ist also: Wie kann ich diesen erschließen und den Menschen für Medizin, Pflanzenschutz oder industrielle Biotechnologie zur Verfügung stellen?«

Ein begeisterter Insektenforscher ist Andreas Vilcinskas seit seiner Kindheit. Mit 12 Jahren begann er eine Schmetterlingssammlung anzulegen. »Mich hat die Farben- und Formenvielfalt der Insekten zu meiner wissenschaftlichen Laufbahn inspiriert«, sagt er. Mit 34 Jahren habilitierte er im Fach Zoologie und mit 35 trat er seine erste Professur an. Heute ist der 55-jährige Forscher ein weltweit anerkannter Molekularbiologe und Insektenbiotechnologe; er hat zwölf Bücher und über 200 wissenschaftliche Publikationen veröffentlicht und viele Patente angemeldet. Er leitet das Institut für Insektenbiotechnologie an der Justus-Liebig-Universität (JLU) Gießen und den Institutsteil »Bioressourcen« des Fraunhofer-Instituts für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME in Gießen.

In der Insektenbiotechnologie gilt Andreas Vilcinskas als Pionier. Schon als Doktorand bahnte er eigeninitiativ lukrative Kooperationen mit der Industrie an, als Postdoc leitete er bereits finanzierte Projekte für ein großes Pharmaunternehmen. »Ich konnte das enorme ökonomische Potenzial der Insektenbiotechnologie schon vor vielen Jahren klar erkennen«, erinnert er sich. 2009

baute er mit dem Institutsteil »Bioressourcen« des Fraunhofer IME die deutschland- und EU-weit führende Fraunhofer-Einrichtung für Insektenbiotechnologie auf. Ab 2011 veröffentlichte er die weltweit ersten Bücher über Insektenbiotechnologie und prägte den Begriff »Gelbe Biotechnologie«. 2015 gründete Andreas Vilcinskas schließlich an der JLU Gießen das weltweit erste akademische Institut für Insektenbiotechnologie und baute dort 2017 den ersten internationalen Masterstudiengang »Insect Biotechnology and Bioresources« auf.

»An der Fraunhofer-Gesellschaft schätze ich den Fokus auf angewandte Forschung für den Menschen«, sagt Andreas Vilcinskas. »Auch interdisziplinäre Ansätze lassen sich durch die Vielfalt der Kompetenzen sehr gut realisieren. Und die Insektenbiotechnologie mit ihrem konsequent translational angelegten Forschungsansatz ist als Geschäftsfeld für Fraunhofer geradezu prädestiniert.« Ein übergeordnetes Ziel ist für ihn die Erschließung von Organismen mit großer Biodiversität als Ressource für die Bioökonomie. Dabei soll die Forschung vor allem Naturstoffe für neue Antibiotika hervorbringen und innovative Kontrolloptionen für Schad- und Vektorinsekten als biologische Alternativen für Pestizide entwickeln. »Die Nutzung von Insekten als alternative Ressource für Proteine, Fette und andere Wertstoffe trägt außerdem zur Lösung von Versorgungsproblemen für die wachsende Weltbevölkerung bei«, so Andreas Vilcinskas. »Meine wissenschaftliche Arbeit soll dazu beitragen, wichtige Probleme der Menschheit zu lösen.«



---

## DR. RER. NAT. ASTRID BINGEL

Physikerin | Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena

Intelligenz und Begabung sind entscheidende Faktoren für den beruflichen Erfolg in der Forschung. Damit war Astrid Bingel bestens ausgestattet: Das Gymnasium schloss sie mit einer glatten Eins im Abitur ab. Der Wechsel vom Gymnasium an die Physikalisch-Astronomische Fakultät in Jena sorgte dann für eine echte Herausforderung, die sie so beschreibt: »Die Komplexität des Lernstoffs hat uns schier erschlagen!« Hier zeigte sich, dass die Studentin auch weitere Eigenschaften einer guten Wissenschaftlerin hat: Fleiß, Biss und Neugier.

Optische Schichten waren es, die ihren Wissensdurst entfachten. Während ihres Physikstudiums an der Friedrich-Schiller-Universität Jena stieß sie auf eine Praktikumsarbeit, die am Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF zur Untersuchung von Silberinsel-filmen in der Abteilung Optische Schichten ausgeschrieben war. Astrid Bingel übernahm das Thema, und es hat sie bis heute nicht mehr losgelassen. Den optischen Schichten widmete sie sowohl ihre Diplomarbeit als auch ihre Dissertation, und in beiden Arbeiten erzielte sie Bestnoten. Ging es beim Forschungspraktikum 2008 noch darum, kleine Silberinseln herzustellen, die plasmonische Effekte hervorrufen und somit eine farbige Schicht erzeugen, so waren die Herausforderungen in der Diplomarbeit und in der Dissertation anders gelagert: Hier waren transparente und gleichzeitig leitfähige Schichtsysteme zu entwickeln, in die später auch Silber integriert wurde, das möglichst dünn als glatte und homogene Schicht aufwachsen sollte. Die Begeisterung für die Physik der optischen Schichten ist Astrid Bingel anzumerken: »Ich finde es faszinierend, was für tolle Effekte man mit wenigen hauchdünnen Schichten erzielen kann, und es macht mir richtig Freude, wenn ich zur Entwicklung ener-

gie- und ressourcenschonender Verfahren für die industrielle Anwendung beitragen kann.« Die wichtigsten solcher Schichtsysteme werden für Antireflexionsbeschichtungen bei Brillenoptiken, für hochreflektierende Oberflächen in Spiegelsystemen für Astro- und Weltraumanwendungen sowie als Strahlteiler und für optische Filter entwickelt. Den transparenten und gleichzeitig leitfähigen Schichten kommt eine wichtige Rolle als transparente Elektroden in Flachbildschirmen, Touch-Screens, LEDs oder OLEDs zu.

Für ihre Diplomarbeit zum Thema »Leitfähige und transparente aluminiumdotierte ZnO-Schichten« erhielt die Forscherin im Jahr 2012 den Silicon Science Award des CiS Forschungsinstituts für Mikrosensorik in der Kategorie »Herausragende Diplomarbeiten auf dem Gebiet der Sensorik, Aktorik, Mikrosystemtechnik und Photovoltaik«. 2017 wurde sie für ihre Dissertation zum Thema »Maßgeschneiderte TCO-Schichten und Schichtsysteme« mit dem Nachwuchspreis Green Photonics und im Jahr 2018 auch mit dem Hugo-Geiger-Preis ausgezeichnet, den die Fraunhofer-Gesellschaft gemeinsam mit dem Bayerischen Wirtschaftsministerium für hervorragende anwendungsorientierte Promotionsarbeiten vergibt.

Heute ist Astrid Bingel Mutter eines einjährigen Sohns. Sie teilt sich die Fürsorge mit ihrem Partner. Die Freude an der Forschung ist ihr geblieben: Seit Anfang November 2018 ist sie nach einjähriger Elternzeit zurück am Fraunhofer IOF und steckt hier schon wieder voll in ihrem Thema der optischen Schichten. An Motivation fehlt es ihr nach wie vor nicht: »Wir entwickeln immer neue Technologien für immer neue Produkte. Wie könnte es einem da langweilig werden?«

## PROF. DR.-ING. CHRISTIAN BAUCKHAGE

Informatiker und Physiker | Lead Scientist für maschinelles Lernen am Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS | Wissenschaftlicher Direktor am Zentrum für maschinelles Lernen im Fraunhofer-Cluster of Excellence Cognitive Internet Technologies (CCIT)

Technik sollte in erster Linie den Menschen helfen, meint Christian Bauckhage. Als Kind machte er sich bereits Gedanken darüber, wie man manche Fähigkeiten der Menschen mit schlauen Erfindungen unterstützen könnte. Diesem Ziel kam er als Student der Informatik und Physik in Bielefeld näher, besonders aber bei einem inspirierenden Forschungsaufenthalt im Alter von 24 Jahren am INRIA-Institut in Grenoble.

Seine wissenschaftliche Entwicklung verlief zügig: Im Jahr 2008 – er arbeitete gerade als Senior Research Scientist bei den Telekom Labs in Berlin – erhielt Christian Bauckhage einen Ruf an die Universität Bonn. Am Bonn-Aachen International Center for Information Technology übernahm er die Professur für Informatik und Mustererkennung, gleichzeitig wurde er am Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS Lead Scientist für maschinelles Lernen – eine Kombination von zwei hochinteressanten Jobs. Die anwendungsorientierten Fraunhofer-Projekte, vor allem im Finanzwesen, in der Industrie 4.0 und in der Medizintechnik, bieten ihm einen reizvollen Kontrast zur Lehr- und Forschungstätigkeit.

»20 Jahre lang forsche ich schon an maschinellem Lernen. 17 Jahre hat es nur wenige interessiert – und jetzt auf einmal alle«, stellt der 46-Jährige fest. Vor rund acht Jahren sei es zu einem Quantensprung in der Künstlichen Intelligenz gekommen, weil damals einige Trends zusammenfielen. Seitdem können Algorithmen Big Data bewältigen, Hochleistungshardware für Computer ist nicht mehr teuer und das Verständnis für tiefe Architekturen hat mit Neuronalen Netzen entscheidende Fortschritte gemacht. Seit Künstliche Intelligenz (KI) – ein Begriff,

den der Experte gern durch »künstliche Kognition« ersetzen würde – in aller Munde ist, wird Christian Bauckhage oft als Experte in die Vorstandsetagen der Frankfurter Banken oder auch ins Bundeskanzleramt eingeladen.

Den Fortschritt in diesem Forschungsfeld misst Christian Bauckhage, der u. a. eine Vorlesung zu Künstlicher Intelligenz in Spielen hält, gerne in »Beleidigungen der Menschheit«: Schon seit 1943 versucht die Forschung, mit Neuronalen Netzen im Rechner menschliche Gehirne nachzubilden. Computerprogramme besiegen seit den 70er-Jahren menschliche Weltmeister in strategischen Spielen wie Backgammon oder Schach. Eine neue Grenze wurde gerissen, als 2016 der südkoreanische Go-Weltmeister Lee Sedol der Software AlphaGo von Google DeepMind unterlag. Bauckhages Einschätzung: »Lassen Sie mich als Informatiker sagen: Wenn das geht, geht alles!« Heute will Christian Bauckhage dazu beizutragen, dass Deutschland im globalen Wettstreit zu den Nutznießern der Digitalisierung zählt. Dafür setzt er sich ein, als Berater, Forscher und Dozent, oft auch nachts und am Wochenende. Einerseits gelte es, die naturwissenschaftliche Bildung in Deutschland unbedingt zu verbessern, andererseits sollten die deutschen und europäischen Unternehmen auch das hier entwickelte, weltweit konkurrenzfähige Expertenwissen in die Praxis bringen. Bei aller Berechtigung nach ethischen Fragestellungen überwiegen für den Forscher die Chancen der Datenanalyse mithilfe Künstlicher Intelligenz, und in diese Diskussion bringt Christian Bauckhage auch gerne seine ursprüngliche Motivation ein: Solche Systeme können nämlich manche Diagnosen schneller und sicherer stellen als menschliche Ärzte.





---

## DR. EVA EGGLING

Mathematikerin | Leiterin des Geschäftsbereichs Visual Computing der Fraunhofer Austria Research GmbH | Lehrende im Fach Visual Computing an der TU Graz

Manchen Menschen liegt die Mathematik im Blut. Eva Eggeling hatte schon als Kind eine Vorliebe für Zahlen und geordnete Strukturen, und auch heute noch richtet sie beim Reden ihre Stifte an der Tischkante aus. Dazu kam der Einfluss ihres Vaters, der das Rechenzentrum in Jülich leitete: Eine Karriere als Mathematikerin war da gleichsam eine logische Schlussfolgerung. Fokus des Studiums, das sie 1988 an der Universität in Bonn aufnahm und später in Köln mit einer Promotion abschloss, war die angewandte Mathematik. Mit Begeisterung programmierte Eva Eggeling Algorithmen zur Lösung partieller Differentialgleichungen. Noch während des Diplomstudiums trat die junge Studentin als wissenschaftliche Hilfskraft in das damalige German National Research Center for Information Technology, Institute for Algorithms and Scientific Computing in Sankt Augustin ein. Das Institut wurde später als Fraunhofer-Institut für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen SCAI in die Fraunhofer-Gesellschaft integriert. Unter der Führung ihres Doktorvaters Prof. Dr. Ulrich Trottenberg avancierte sie hier in den Folgejahren zur wissenschaftlichen Mitarbeiterin.

An eins der ersten Projekte denkt Eva Eggeling besonders gern. Es ging um die softwarebasierte Optimierung von Prozessen in der Automobilindustrie. Das Projekt lief sehr erfolgreich, wurde prämiert und rief am Ende großen Respekt in ihrem damaligen – hauptsächlich aus Männern bestehenden – Kollegium hervor. Auch auf internationalem Parkett blieb ihr Talent nicht unbemerkt, und so wurde sie von einem Wissenschaftlerteam um den israelischen Mathematikprofessor Shlomo Ta'asan an die Carnegie Mellon University nach Pittsburgh gerufen. Gemeinsam mit ihrem Ehemann, einem gelernten Kfz-Mechatroniker, und ihrer Tochter folgte sie 2006 diesem Ruf.

Nach drei spannenden Jahren in den USA, in denen sich Eva Eggeling mit Modellierungs- und Simulationsmethoden in der Materialforschung an einem der Materials Research Science and Engineering Centers beschäftigte, erreichte sie abermals ein Anruf, der ihr Leben ändern sollte: Man bot der Mathematikerin die Leitung des Geschäftsbereichs Visual Computing bei der Fraunhofer Austria Research GmbH in Graz an – ein Angebot, dem sie nicht widerstehen konnte. »Mich reizte die Chance, in einer Führungsposition etwas zu bewegen«, sagt die Wissenschaftlerin. Allerdings bedeutete der Wechsel ins Management auch den Abschied von der reinen Forschung, und so ging sie mit einem lachenden und einem weinenden Auge.

Der Umzug nach Österreich stellte die mittlerweile vierköpfige Familie erneut vor die Herausforderung, sich in der Fremde einzuleben. Diesen Umzug empfand Eva Eggeling als ebenso große Aufgabe wie den Wechsel in die USA. Auch in den Bereich Visual Computing musste sie als Mathematikerin erst hineinwachsen. Unter ihrer Leitung wuchs der Geschäftsbereich inzwischen auf ein elfköpfiges Team an. Die Projekte sind vielfältig und reichen von Optimierungen für Verkehrsinfrastrukturen bis zu Industrie 4.0. »Wir helfen den Menschen mit visualisierten Daten, Entscheidungen zu treffen«, beschreibt Eva Eggeling die Arbeit ihres Teams.

Inzwischen hat sich ihre Familie eingelebt. Die ältere Tochter studiert Molekularbiologie, während die jüngere eine Karriere als Kunstturnerin anstrebt. Ob die Zukunft noch mal eine Veränderung bringen wird? »Ich lasse mich überraschen. Bis jetzt ist noch immer etwas passiert, wenn ich irgendwo angekommen bin«, sagt sie mit einem Lächeln.



---

## DR. RER. NAT. JOHANNA LEISSNER

Diplom-Chemikerin | Glasspezialistin | Wissenschaftliche Vertreterin der Fraunhofer Institute IAP, IBP, ICT, IGB, IMW und ISC am Fraunhofer-EU-Büro Brüssel

Historische Gebäude, Denkmäler, Kunstgegenstände oder antike Handschriften – die Aufgaben zum Schutz von Kulturgütern sind komplex. Dass Fraunhofer europaweit eine Spitzenstellung in der Forschung zum Erhalt von Kulturerbe einnimmt, ist auch dem Einsatz von Johanna Leissner zu verdanken.

Johanna Leissner studierte Chemie an der Universität Würzburg und Münster, mit einjährigem Auslandsaufenthalt in den USA am Georgia Institute of Technology in Atlanta. Nach ihrer ausgezeichneten Promotion wechselte sie an das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC in Würzburg in die Arbeitsgruppe Kulturgüterschutz. Dort gelang es ihr 1992, das erste EU-Projekt für das Institut mit umgerechnet einer Million Euro einzuwerben. Dabei ging es um die Entwicklung von Glassensoren für Vitrinen und Innenräume in Museen und zum Schutz von historischen Glasmalereien. Das Thema war ein Glücksfall für die junge Wissenschaftlerin. Denn Johanna Leissner entdeckte schon früh ihre Leidenschaft für Glasmalereien. Ein Schlüsselerlebnis war für die 13-Jährige der Besuch in der hochgotischen Kathedrale von Chartres, für deren kunstvolle Fenster im 13. Jahrhundert eigens ein neues Blau als Glasfarbe entwickelt wurde.

Für ihre exzellente Forschungsarbeit am Fraunhofer ISC sammelte die Wissenschaftlerin zahlreiche nationale und internationale Auszeichnungen ein. So erhielt sie zusammen mit ihrem Team 1997 für das EU-Projekt »Assessment and Monitoring the Environment of Cultural Property« den erstmals vergebenen Titel »Success Story der EU-Kommission Forschung« in Paris. Dann berief sie die Europäische Kommission als Gutachterin. Von 2001 bis 2005 war sie als erste »Nationale Expertin« der

Fraunhofer-Gesellschaft in der Generaldirektion Forschung tätig und leitete ein halbes Jahr das Fraunhofer-EU-Büro Brüssel in Mutterschutzvertretung, bevor sie ihre derzeitige Position als wissenschaftliche Vertreterin von Fraunhofer-Instituten bei der Europäischen Kommission übernahm.

Zu ihren Aufgaben zählt neben Vernetzung und Lobbyarbeit vor allem die Projektakquise im hart umkämpften Wettbewerb um EU-Gelder. »EU-Projekte zu gewinnen ist heutzutage wie ein kleiner Nobelpreis«, konstatiert Johanna Leissner. So wie das EU-Projekt »Climate for Culture«, in dem 27 Partner aus sechzehn Nationen von 2009 bis 2014 unter ihrer Leitung die Auswirkungen des Klimawandels auf die Erhaltung des kulturellen Erbes erforschten. »Fraunhofer hat hier Pionierarbeit geleistet. Weltweit wurde erstmals die Klimamodellierung mit der Gebäudesimulation gekoppelt, um vorauszusagen, wie sich das Klima in Europa auf das Raumklima und den Energiebedarf in historischen Gebäuden auswirkt.

Kulturerbeschutz als Nischenthema braucht viele Unterstützer und starke Netzwerke. Deshalb gründete Johanna Leissner 2008 zusammen mit der Leibniz-Gemeinschaft und der Stiftung Preußischer Kulturbesitz die Forschungsallianz Kulturerbe und war Mitbegründerin der Arbeitsgruppe »Nachhaltigkeit und Forschung«. Zwei Jahre später entstand daraus das Fraunhofer-Netzwerk Nachhaltigkeit, das sie bis heute in Brüssel vertritt. Das weitere Wirken sieht sie mit Zuversicht: »Die hohe Wertgeschätzung unserer Arbeit durch die Institute und den Vorstand hat uns ermöglicht, die Kulturerbeforschung europaweit sichtbar zu machen. Das bei Fraunhofer erworbene Wissen und die Kompetenzen gilt es zu erhalten, auszubauen und zu verstetigen.«



---

# DIPL.-ING. MIRKO RIEDE

Diplom-Ingenieur Mechatronik | Gruppenleiter der Arbeitsgruppe 3D-Generieren am Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden

Wenn sich zu technischem Wissen und handwerklichem Können Kreativität und ein gewisses Maß an Nonkonformität hinzugesellen, kann etwas Großes entstehen. Bei Mirko Riede ging die Mischung auf. Der in Leipzig geborene Sohn einer klassischen Solosängerin und eines gelernten Werkzeugmechanikers wurde im Mai vergangenen Jahres zusammen mit seinem Kollegen Frank Brückner am Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden mit dem Joseph-von-Fraunhofer-Preis für eine herausragende Lösung zur verbesserten Effizienz von Flugzeugtriebwerken ausgezeichnet. Beide entwickelten in einem gemeinsamen Forschungsprojekt mittels Additiver Fertigung Mikrostrukturen, mit denen sich die Lebensdauer der Wärmedämmsschichten verlängern lässt. Sie tragen somit dazu bei, den Kerosinverbrauch und den Schadstoffausstoß beim Fliegen beträchtlich zu senken. Das Forschungsprojekt entstand in enger Zusammenarbeit mit dem Triebwerksspezialisten Rolls-Royce. Seit Februar 2018 sind die Triebwerke in Langstreckenflugzeugen von Airbus im Einsatz. »Mir ist sehr wichtig, dass meine Forschungsergebnisse tatsächlich in der Praxis genutzt werden«, sagt der Ingenieur.

Die ersten sechs Jahre seines Lebens wuchs Mirko Riede in der DDR auf. Diese Zeit und der nachfolgende Umbruch haben ihn nach eigenen Worten geprägt. Damals sei man besonders darauf angewiesen gewesen, sich selbst zu helfen und auch mal unkonventionelle Lösungen für ein Problem zu finden, so der 34-Jährige. Als Kind tüftelte Mirko Riede gerne mit seinem Vater im Hobbykeller an Seifenkisten und Modellflugzeugen herum. Schon früh entdeckte er so seine Leidenschaft für die Luftfahrt und für Motoren jeglicher Art.

Mirko Riede studierte Mechatronik in Dresden. Diese Fachrichtung kam seinen Interessen am nächsten, denn ihn faszinierten sowohl Automatisierungstechnik als auch Mechanik: »Für mich liegt die Lösung immer in einer Kombination von beidem.« Er begeisterte sich für den interdisziplinären Ansatz und die Anwendungsorientierung. Noch während seines Studiums trat der junge Forscher als wissenschaftliche Hilfskraft ins Fraunhofer IWS in Dresden ein, wo er sich beim Laser-Auftragschweißen engagierte. Das Tolle an Fraunhofer ist für ihn, dass man in beide Richtungen – wissenschaftlich und praktisch – tätig werden kann. So lasse sich ein wissenschaftlicher Ansatz sehr unkompliziert in der Praxis überprüfen. Sein besonderes Talent fiel schnell auf. So erhielt Mirko Riede für die in Verbindung mit seiner Diplomarbeit gewonnenen Erkenntnisse über das Generieren von Mikrostrukturen den Institutspreis »Beste Leistung eines Nachwuchswissenschaftlers«. Die Erkenntnisse flossen später in die Forschungen zu den Flugzeugtriebwerken ein.

Über die Jahre avancierte Mirko Riede bei Fraunhofer vom wissenschaftlichen Mitarbeiter zum Gruppenleiter im Bereich 3D-Generieren, seit gut einem Jahr ist er außerdem stolzer Vater eines Sohns. Für den Einsatz generativer Fertigungsverfahren in der Bauteilfertigung sieht der Ingenieur schon viele neue Anwendungsgebiete für das Fraunhofer IWS, so beispielsweise im Anlagenbau und insbesondere auch in der Medizintechnik sowie in der Luft- und Raumfahrt, für die er sich als Gruppenleiter starkmacht. Wenn es um seine individuelle Weiterentwicklung geht, stehen für Mirko Riede die wissenschaftliche und technische Fortschritt eindeutig im Vordergrund: »Es geht mir vor allem um die Dinge, die einen breiten Nutzen für die Gesellschaft bieten.«

---

# UNTERNEHMEN IM FRAUNHOFER-UMFELD

---

Die Institute der Fraunhofer-Gesellschaft werden von Wirtschaft und Politik als Keimzellen für Unternehmensansiedlungen und -gründungen geschätzt. Viele Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus Fraunhofer-Instituten machen sich mit hier erarbeitetem Know-how selbstständig. Wir stellen einige solche Unternehmen vor, die im vergangenen Jahr gegründet oder operativ tätig wurden.



**Volucap GmbH****Neue Möglichkeiten für den »begehbar« Film**

Das Hightech-Start-up Volucap GmbH aus Potsdam ist im Mai 2018 aus dem Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI hervorgegangen. Im Juni 2018 eröffnete Volucap als erster Anbieter auf dem europäischen Festland ein kommerzielles volumetrisches Videostudio. »Wir stehen vor einem riesigen internationalen Wachstumsmarkt«, sagt Sven Bliedung, der Geschäftsführer der Volucap GmbH. Das neue Studio auf dem Gelände der Babelsberger Studios ist mit der Technologie »3D Human Body Reconstruction (3DHBR)« ausgestattet, die am Fraunhofer HHI entstand. Dabei können Personen und Objekte dreidimensional in Echtzeit gefilmt und als Hologramme in virtuelle Umgebungen transferiert werden, wo man sie wie computergenerierte 3D-Modelle von allen Seiten betrachten kann. Das Studio verfügt über 32 Kameras, die ringsum an einer knapp vier Meter hohen Lichtrotunde installiert sind. »Wir können die kompletten Bewegungsabläufe der Personen rundum aufnehmen«, erläutert der Leiter der Abteilung Computer Vision und Visualisierung am Fraunhofer HHI Peter Kauff.

Ein Konsortium unter Beteiligung der Fraunhofer-Gesellschaft, der ARRI Cine Technik GmbH & Co. Betriebs KG, der Interlake System GmbH, der Studio Babelsberg AG und der UFA GmbH erhielt im Frühjahr 2018 den Zuschlag für eine Zwei-Millionen-Euro-Förderung durch die Investitionsbank des Landes Brandenburg. Das Hauptanwendungsfeld des neuen Studios liegt derzeit im Bereich von Werbeträilern und Lernapplikationen für Virtual- und Augmented-Reality-Produktionen sowie in der Gaming-Industrie. In den kommenden Jahren soll die Bildqualität für den Einsatz in Spielfilmen ausgebaut werden.

**Cellbox Solutions GmbH****Mobiler Inkubator zum Transport von Lebendzellen**

Lebendzellen können Leben retten. Doch oft muss erst die Distanz bis zum Einsatzort überwunden werden. Bislang wurden fragile Zellen für den Transport meist tiefgefroren; darunter leidet die Qualität und nicht wenige Zellen sterben dabei ab. Mit der Zelltransportbox der Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik EMB können Lebendzellen unter Laborbedingungen und ohne Verluste befördert werden. Prof. Dr. Kathrin Adlkofer, Geschäftsführerin des Fraunhofer-EMB-Spin-offs Cellbox Solutions GmbH, kümmert sich mit ihrem Team nun um die Vermarktung: »Die Medizin erlebt aktuell eine weitreichende Transformation. Der Fokus verlagert sich von der Behandlung des Patienten hin zur Heilung. Weltweit gibt es kein vergleichbares Transportmittel für Zelltherapeutika oder andere biologische Materialien, das gleichermaßen zeit- und kosteneffizient individuelle Therapiedesigns logistisch unterstützt und dabei die hohe Qualität der Zellen aufrechterhält.« So gebe es zwar Inkubatoren, die wärmen oder kühlen, aber keinen, der neben einer optimalen Temperatur auch noch Kohlendioxid präsentiert. Die Temperatur in der Transportbox ist regulierbar und wird konstant gehalten. Gleichzeitig wird die von den Zellen benötigte Kohlendioxid-Konzentration bereitgestellt.

Die Molekularbiologin und Biotech-Unternehmerin wurde im Sommer 2016 als Abteilungsleiterin für Zelltechnik ans Fraunhofer EMB geholt, um nach Verwertbarem zu suchen. Die Box, die die Einrichtung damals nur zu Inhouse-Zwecken nutzte, sei ihr gleich aufgefallen. »Ich habe sofort das Potenzial gesehen«, sagt Adlkofer. Noch im Dezember 2016 fand die Ausgründung statt. Seitdem wurde in einem Forschungsprojekt mit dem Fraunhofer EMB und der Wirtschaftsförderung



Schleswig-Holstein an der technischen Optimierung des Produkts und an dessen Markt vorbereitung gearbeitet. Damit die Box nicht nur via Auto oder Schiff, sondern auch im Flugzeug transportiert werden kann, entwickelten die Forschenden eine weitere Cellbox-Variante mit druckloser Kohlendioxid-Einspeisung über Trockeneis. Ab Anfang 2019 wird die Produktion dann über einen qualifizierten Firmenpartner erfolgen.

---

**MotionMiners GmbH****Mehr Effizienz und Ergonomie für manuelle Arbeitsprozesse**

---

Wann immer Beschäftigte in Industrie und Logistik manuelle Arbeitsschritte ausführen, bleiben häufig Ergonomie- und Effizienzpotenziale ungenutzt. Die MotionMiners GmbH, ein Spin-off des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund, bietet Abhilfe: Beim Motion-Mining® werden die Bewegungen und Tätigkeiten der Mitarbeitenden über mobile Sensoren (Wearables) und Kleinstfunksender (Beacons) aufgenommen. Aus diesen Daten erfolgt über KI-Verfahren eine Rekonstruktion der Prozessschritte und eine Bereitstellung von Kennzahlen für verschiedene Analysen, beispielsweise für die Bewertung von Produktivität und Effizienz eines Arbeitsablaufs oder für die Ermittlung der Ergonomie, um Verbesserungspotenziale aufzudecken. »Mit unserem Verfahren können wir zum einen die Prozesszeiten quantifizieren und darin enthaltene Verschwendungen identifizieren und zum anderen die Gesundheit der Mitarbeitenden fördern, indem wir Ihnen beispielsweise ergonomischere Bewegungsabläufe oder den Einsatz von Hilfsmitteln empfehlen«, sagt Sascha Feldhorst, einer der drei Unternehmensgründer und derzeit noch Mitarbeiter am Fraunhofer IML. Um die Rechte und Privatsphäre der Arbeitnehmer zu wahren, werden die Daten direkt bei der Erhebung anonymisiert und im weiteren Verlauf aggregiert.

Das im Oktober 2017 gegründete Unternehmen wird im Rahmen eines EXIST-Forschungstransfers des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie gefördert. Seit der Gründung erhielt das Start-up bereits zahlreiche Preise, darunter die ersten Plätze beim Digital Logistics Award 2017, beim TU-Start-up-Award und beim Businessplanwettbewerb von Start2Grow. Zudem wurde das Team mit einem Hauptpreis beim Ideenwettbewerb »Digitale Innovationen« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie geehrt. Die erste Phase der EXIST-Förderung läuft noch bis Juli 2019. Danach soll das Unternehmen, dessen Team inzwischen auf 18 Personen angewachsen ist, auf eigenen Füßen stehen. Die Zeichen dafür stehen gut: Neben Preisen gewann das Gründerteam bereits zwölf Kunden, darunter große Namen wie Bayer, Hugo Boss und Skoda.

---

**Purenum GmbH****Neuartiger Klebstoff für die Entfernung von Nierensteinresten**

---

Jährlich erkranken allein in Deutschland über eine Million Menschen an Nierensteinen. Bei Tausenden werden endoskopische Behandlungen durchgeführt, um die Nierensteine zu entfernen. Dabei verbleiben jedoch häufig winzige Steintrümmer in der Niere, die bei rund der Hälfte der Betroffenen zu Rezidiven führen. Am Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen ist es jetzt gelungen, einen biomimetischen medizinischen Klebstoff zur Entfernung von Nierensteinresten für die endoskopische Therapie zu entwickeln. Die Purenum GmbH, ein im Dezember 2017 gegründetes Spin-off des Fraunhofer IFAM, wird diese Technologie künftig weiter vorantreiben.

»Der Klebstoff klebt in Sekundenschnelle unter Wasser und haftet weder an der Nierenschleimhaut noch an den OP-Gerä-



ten«, sagt Dipl.-Ing. Manfred Peschka, einer der Gründer und der Geschäftsführer der Purenum GmbH. Nach dem Entfernen der großen Nierensteine werden die Restfragmente mit dem Klebstoff verbunden und können so problemlos entfernt werden. Die Basis für diese Entwicklung wurde in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten GO-Bio-Projekt mediNiK zusammen mit Urologen geschaffen. An der Finanzierung der Ausgründung beteiligten sich u. a. der High-Tech Gründerfonds (HTGF) und die BAB Beteiligungs- und Managementgesellschaft Bremen, eine Tochter der Bremer Aufbau-Bank (BAB).

Der Klebstoff muss vor der Markteinführung in etwa zwei Jahren noch zertifiziert werden. »Die Entwicklung von Medizinprodukten ist ein langer und aufwendiger Prozess. Dabei sind Kontakte zu qualifizierten Forschungspartnern und Anwendern in der Klinik besonders wichtig«, sagt Dr. Ingo Grunwald, zweiter Gründer und wissenschaftlich-fachlicher Leiter bei der Purenum GmbH. Weitere Anwendungsfelder, beispielsweise das Kleben von Knochensplittern, werden von dem Spin-off ebenfalls erforscht.

---

#### **doks.innovation GmbH**

#### **Automatisierte Bestandserfassung für eine schlanke Logistik**

---

Für die Erfassung von Lagerbeständen sind Inventuren gesetzlich vorgeschrieben. Diese sind personalaufwendig, zeitintensiv und fehleranfällig. Nicht so mit inventAIRy®: Mittels ausgefeilter Sensorik und Kameratechnik kann die automatisiert fliegende Drohne das Lager selbstständig überprüfen und logistische Objekte erfassen, um eine Inventur durchzuführen. inventAIRy® ist eines von vier Produkten der doks.innovation GmbH. Das im Jahr 2017 im Umfeld des Fraunhofer-Instituts für Material-

fluss und Logistik IML in Dortmund gegründete Logistik-Start-up hat sich zum Ziel gesetzt, die Digitalisierung der innerbetrieblichen Transporte und Bestandserfassungsprozesse von Unternehmen mithilfe von Drohnen- und Sensortechnologie sowie intelligenter Software voranzutreiben. Die in Form eines digitalen Zwillings gewonnenen Daten werden via Machine-Learning-Algorithmen in relevante Informationen umgewandelt und für eine optimierte Planung und Ausgestaltung der Prozesse genutzt. »Unsere Lösungen senken die Kosten um 70 bis 80 Prozent und verkürzen die Transportzeiten auf ein Drittel«, sagt Geschäftsführer Benjamin Federmann.

Die Lösungen basieren u. a. auf Ergebnissen des Forschungsprojekts InventAIRy des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und dem intern bei Fraunhofer durchgeführten Forschungsprojekt DelivAIRy. Seit Januar 2018 vermarktet die doks.innovation GmbH ihre Produkte inventAIRy® für automatisierte Bestandserfassung in Paletten- und Hochregalen, summAIRy® für automatisierte Bestandserfassung im Außenbereich, delivAIRy® für automatisierten Lufttransport auf dem Werksgelände und adamONE® für automatisierte Datenerfassung via Sensorik in Logistik und Produktion. Im Laufe weniger Monate konnte das Unternehmen bereits viele Kunden aus dem Industrie- und Logistiksektor gewinnen, darunter Global Player wie BMW oder Mars. Derzeit beschäftigt das Start-up 15 Mitarbeitende am Hauptsitz in Kassel sowie in den Schwesterstandorten des Digital Hub Logistics in Dortmund und Hamburg. Gesellschafter sind neben den Gründern die Fraunhofer-Gesellschaft, Metamorphoses, Gecoin sowie mind.fabric.





---

# FINANZEN

---

BILANZ ZUM 31. DEZEMBER 2018

GEWINN- UND VERLUSTRECHNUNG FÜR DAS  
GESCHÄFTSJAHR 2018

ZUSAMMENHANG ZWISCHEN GEWINN- UND VERLUST-  
RECHNUNG, LEISTUNGSRECHNUNG UND EINNAHMEN-  
UND AUSGABENRECHNUNG

LEISTUNGSRECHNUNG DER FRAUNHOFER-EINRICHTUNGEN

AUSZÜGE AUS DEM ANHANG 2018

WIEDERGABE DES BESTÄTIGUNGSVERMERKS  
DES ABSCHLUSSPRÜFERS

# BILANZ ZUM 31. DEZEMBER 2018

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT  
ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V., MÜNCHEN**

AKTIVA		2018	Vorjahr
	€	€	€
<b>A. Anlagevermögen</b>			
I. Immaterielle Vermögensgegenstände			
1. Konzessionen, gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte und Werte	22.684.731,22		26.566
2. Geleistete Anzahlungen	32.624.866,53		515
		55.309.597,75	27.081
II. Sachanlagen			
1. Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten einschließlich der Bauten auf fremden Grundstücken	1.223.957.004,73		1.242.562
2. Technische Anlagen und Maschinen	439.935.483,89		444.563
3. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	40.656.890,57		37.233
4. Geleistete Anzahlungen und Anlagen im Bau	355.554.751,65		208.235
		2.060.104.130,84	1.932.593
III. Finanzanlagen			
1. Anteile an verbundenen Unternehmen	92.782,82		93
2. Beteiligungen	9.179.851,03		8.669
3. Wertpapiere des Anlagevermögens	11.336.480,01		12.387
4. Sonstige Ausleihungen	15.000,00		15
		20.624.113,86	21.164
		2.136.037.842,45	1.980.838
<b>B. Umlaufvermögen</b>			
I. Vorräte			
1. Unfertige Leistungen – erhaltene Anzahlungen	446.980.890,32 –385.131.330,15		417.837 –383.151
		61.849.560,17	34.686
2. Geleistete Anzahlungen		72.549,99	56
		61.922.110,16	34.742
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände			
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	222.741.640,47		237.075
2. Ausgleichsansprüche und Forderungen an Bund und Länder			
a) aus der institutionellen Förderung	25.399.131,88		27.276
b) aus Projektabrechnungen einschließlich Aufträgen	146.900.795,04		157.967
c) wegen Pensions- und Urlaubsrückstellungen	72.324.200,00		66.018
		244.624.126,92	251.261
3. Forderungen gegen verbundene Unternehmen	13.131.916,62		11.738
4. Sonstige Vermögensgegenstände	127.761.606,48		135.428
		608.259.290,49	635.502
III. Sonstige Wertpapiere		384.658.683,04	337.943
IV. Kassenbestand, Bundesbankguthaben und Guthaben bei Kreditinstituten		162.500.264,17 1.217.340.347,86	184.549 1.192.736
<b>C. Rechnungsabgrenzungsposten</b>		92.207.819,94	12.633
		3.445.586.010,25	3.186.207
Treuhandvermögen		33.625.585,86	27.120

	€	€	2018	Vorjahr
			€	T€
<b>PASSIVA</b>				
<b>A. Eigenkapital</b>				
I. Vereinskapital	15.232.810,81			15.149
Vortrag	54.556,60			84
Jahresergebnis				
		15.287.367,41		15.233
II. Rücklagen für satzungsgemäße Zwecke	1.221.775,49			1.372
Vortrag	–			152
Entnahme				
Einstellung	1.950,00			2
		1.223.725,49		1.222
			16.511.092,90	16.455
<b>B. Sonderposten</b>				
1. Rücklage aus Lizenzenträgen für satzungsgemäße Zwecke	384.908.285,76			338.908
2. Zuwendungen zum Anlagevermögen	2.120.977.163,63			1.964.583
3. Zur Finanzierung des Umlaufvermögens				
verwendete Zuwendungen	265.151.973,01			247.555
4. Barwert Teilzahlungen aus Patentverkauf	69.485.479,17			73.261
		2.840.522.901,57		2.624.307
<b>C. Rückstellungen</b>				
1. Rückstellungen für Pensionen und ähnliche Verpflichtungen	9.224.200,00			9.288
2. Sonstige Rückstellungen	164.346.337,50			148.030
		173.570.537,50		157.318
<b>D. Verbindlichkeiten</b>				
1. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	109.551.885,96			103.514
2. Noch zu verwendende Zuschüsse von Bund und Ländern				
a) aus der institutionellen Förderung	187.631.256,83			210.845
b) aus Projektabrechnungen	110.067.719,98			63.778
		297.698.976,81		274.623
3. Verbindlichkeiten gegenüber verbundenen Unternehmen	1.223.834,23			344
4. Sonstige Verbindlichkeiten	6.384.599,08			9.560
		414.859.296,08		388.041
<b>E. Rechnungsabgrenzungsposten</b>				
		122.182,20		86
			3.445.586.010,25	3.186.207
Treuhandverbindlichkeiten			33.625.585,86	27.120

# GEWINN- UND VERLUSTRECHNUNG FÜR DAS GESCHÄFTSJAHR 2018

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT  
ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V., MÜNCHEN

		2018	Vorjahr
		€	€
<b>1. Erträge aus institutioneller Förderung</b>			
1.1 Bund		768.020.325,74	604.266
1.2 Länder		<u>123.335.622,93</u>	<u>97.807</u>
		<u>891.355.948,67</u>	<u>702.073</u>
<b>2. Eigene Erträge</b>			
2.1 Erlöse aus Forschung und Entwicklung			
2.1.1 Bund: Projektförderung		526.779.879,01	480.288
Aufträge		14.542.761,43	9.446
2.1.2 Länder: Projektförderung		161.993.740,72	137.107
Aufträge		2.329.600,87	1.431
2.1.3 Industrie, Wirtschaft und Wirtschaftsverbände		691.861.271,01	692.148
2.1.4 Einrichtungen der Forschungsförderung und Sonstige		<u>188.248.979,69</u>	<u>187.623</u>
		1.585.756.232,73	1.508.043
2.2 Sonstige Erlöse		5.446.008,80	9.831
Summe Umsatzerlöse		<u>1.591.202.241,53</u>	<u>1.517.874</u>
2.3 Erhöhung des Bestandes an unfertigen Leistungen		29.127.444,96	39.358
2.4 Andere aktivierte Eigenleistungen		8.178.808,27	7.341
2.5 Sonstige betriebliche Erträge		43.325.758,04	28.666
2.6 Erträge aus Beteiligungen		4.298.102,69	1.728
2.7 Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge		<u>1.233.098,42</u>	<u>928</u>
		<u>86.163.212,38</u>	<u>78.021</u>
Summe Zuwendungen und eigene Erträge		2.568.721.402,58	2.297.968
<b>3. Veränderung der Sonderposten</b>			
3.1 Rücklage aus Lizenzenträgen für satzungsgemäße Zwecke			
3.1.1 Einstellung		-53.321.261,08	-50.192
3.1.2 Verbrauch		7.321.261,08	10.192
3.2 Zuwendungen zum Anlagevermögen			
3.2.1 Einstellung (betrifft Investitionen)		-444.539.378,29	-345.789
3.2.2 Auflösung (betrifft Abschreibungen)		283.185.445,26	287.427
3.3 Zur Finanzierung des Umlaufvermögens verwendete Zuwendungen		<u>-17.596.862,93</u>	<u>-11.499</u>
		<u>-224.950.795,96</u>	<u>-109.861</u>
<b>4. Für die Aufwandsdeckung zur Verfügung stehende Zuwendungen und eigene Erträge</b>		<b>2.343.770.606,62</b>	<b>2.188.107</b>

		2018	Vorjahr
		€	€
Übertrag		2.343.770.606,62	2.188.107
<b>5. Materialaufwand</b>			
5.1 Aufwendungen für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	192.045.578,62		178.540
5.2 Aufwendungen für bezogene Forschungs- und Entwicklungsleistungen	<u>189.069.223,13</u>		<u>179.412</u>
	381.114.801,75		357.952
<b>6. Personalaufwand</b>			
6.1 Gehälter	1.108.022.294,12		1.024.246
6.2 Soziale Abgaben und Aufwendungen für Altersversorgung und für Unterstützung davon für Altersversorgung: € 55.924.603,89 (Vorjahr: T€ 51.697)	<u>242.159.702,09</u>		<u>223.562</u>
	1.350.181.996,21		1.247.808
<b>7. Abschreibungen auf immaterielle Vermögensgegenstände des Anlagevermögens und Sachanlagen</b>	282.977.580,78		285.723
<b>8. Sonstige betriebliche Aufwendungen</b>	324.312.426,86		294.234
<b>9. Abschreibungen auf Finanzanlagen und auf Wertpapiere des Umlaufvermögens</b>	4.451.810,77		1.857
<b>10. Zinsen und ähnliche Aufwendungen</b>	<u>675.483,65</u>		<u>599</u>
Summe der Aufwendungen	<u>2.343.714.100,02</u>		<u>2.188.173</u>
<b>11. Jahresüberschuss</b> (Vorjahr: Jahresfehlbetrag)	56.506,60		-66
<b>12. Entnahme aus den Rücklagen</b>	-		152
<b>13. Einstellung in die Rücklagen</b>	<u>-1.950,00</u>		<u>-2</u>
<b>14. Jahresergebnis</b>	54.556,60		84
<b>15. Zuführung zum Vereinskapital</b>	<u>-54.556,60</u>		<u>-84</u>
	<u>-</u>		<u>-</u>

# ZUSAMMENHANG ZWISCHEN GEWINN- UND VERLUSTRECHNUNG, LEISTUNGSRECHNUNG UND EINNAHMEN- UND AUSGABENRECHNUNG

Erträge/Einnahmen	Leistungsrechnung €	Vereinsvermögen €	Überleitungs- posten €	Gewinn- und Verlustrechnung €
Erträge/Einnahmen				
aus institutioneller Förderung	885.049.448,67		6.306.500,00	891.355.948,67
aus Forschung und Entwicklung	1.619.619.292,39		-33.863.059,66	1.585.756.232,73
aus sonstigen Erlösen	995,08		5.445.013,72	5.446.008,80
Erhöhung des Bestandes an unfertigen Leistungen			29.127.444,96	29.127.444,96
Andere aktivierte Eigenleistungen	8.178.808,27			8.178.808,27
Sonstige betriebliche Erträge	49.256.759,42	309.598,75	-709.399,02	48.856.959,15
<b>Einnahmen- und Ausgabenrechnung</b>	<b>2.562.105.303,83</b>			
Veränderung der Sonderposten				
Rücklage aus Lizenzenträgen für satzungsgemäße Zwecke			-46.000.000,00	-46.000.000,00
Zuwendungen zum Anlagevermögen				
Einstellung in den Sonderposten (betrifft Investitionen)			-444.539.378,29	-444.539.378,29
Auflösung des Sonderpostens (betrifft Abschreibungen)	43.762,92	283.141.682,34		283.185.445,26
Zur Finanzierung des Umlaufvermögens verwendete Zuwendungen	-17.596.862,93			-17.596.862,93
Veränderung der Ausgleichsansprüche wegen Pensions- und Urlaubsrückstellungen	6.306.500,00		-6.306.500,00	
<b>Finanzvolumen</b>	<b>2.550.814.940,90</b>	<b>353.361,67</b>	<b>-207.397.695,95</b>	<b>2.343.770.606,62</b>

<b>Aufwendungen/Ausgaben</b>	Leistungs- rechnung €	Vereins- vermögen €	Überleitungsposten €	Gewinn- und Verlustrechnung €
Aufwendungen/Ausgaben				
Materialaufwand	348.627.635,99	25.355,48	32.461.810,28	381.114.801,75
Personalaufwand	1.362.422.156,13	640,00	-12.240.799,92	1.350.181.996,21
Abschreibungen auf Anlagevermögen		187.709,21	282.789.871,57	282.977.580,78
Sonstige betriebliche Aufwendungen	349.054.611,52	83.150,38	-19.698.040,62	329.439.721,28
<b>Aufwand lt. Gewinn- und Verlustrechnung</b>				<b>2.343.714.100,02</b>
Veränderung des Sonderpostens				
Rücklage aus Lizenzerträgen für satzungsgemäße Zwecke	46.000.000,00		-46.000.000,00	
Investitionen (laufende Investitionen und Ausbauinvestitionen)	444.710.537,26		-444.710.537,26	
Jahresüberschuss		56.506,60		56.506,60
<b>Finanzvolumen</b>	<b>2.550.814.940,90</b>			
		353.361,67	-207.397.695,95	2.343.770.606,62

# LEISTUNGSRECHNUNG DER FRAUNHOFER-EINRICHTUNGEN

Fraunhofer-Institut/ -Einrichtung für	Aufwendungen Betriebshaushalt	Erträge		Zuwendungsbedarf 2018 T€
		2018 T€	2018 T€	
<b>Verbund IUK-Technologie</b>				
Algorithmen und Wissen- schaftliches Rechnen SCAI	Sankt Augustin	10.931,1	1.519,0	8.794,9
Angewandte Informations- technik FIT	Sankt Augustin	19.075,5	981,7	15.177,3
Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC	Garching b. München	9.203,6	329,8	6.719,2
Bildgestützte Medizin MEVIS	Bremen	9.576,9	250,7	6.022,6
Digitale Medientechnologie IDMT	Ilmenau, Oldenburg	14.514,7	441,7	8.797,8
Eingebettete Systeme und Kommunikationstechnik ESK	München	5.597,3	234,5	3.887,8
Experimentelles Software Engineering IESE	Kaiserslautern	13.639,3	764,5	11.473,1
Graphische Datenverar- beitung IGD	Darmstadt, Rostock	16.951,2	1.008,9	11.071,7
Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS	Sankt Augustin	21.161,1	944,6	17.074,2
Kommunikation, Informationsver- arbeitung und Ergonomie FKIE	Wachtberg	7.631,0	315,5	6.384,2
Offene Kommunikations- systeme FOKUS	Berlin	32.704,9	992,2	26.921,6
Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB	Karlsruhe, Ettlingen			6.775,5
Sichere Informations- technologie SIT	Ilmenau, Lemgo	33.416,4	2.820,0	24.482,9
Software- und System- technik ISST	Darmstadt	11.254,8	504,7	8.242,6
Techno- und Wirtschafts- mathematik ITWM	Dortmund	4.726,3	294,4	3.353,1
Verkehrs- und Infrastruktur- systeme IVI	Kaiserslautern	27.941,8	2.277,5	20.802,9
Geschäftsstelle IUK-Technologie IUK-GS	Dresden	11.092,2	2.418,2	11.023,7
	Berlin	300,3	17,8	98,0
		<b>249.718,2</b>	<b>16.115,6</b>	<b>190.327,7</b>
				<b>75.506,0</b>

Fraunhofer-Institut/ -Einrichtung für	Betriebshaushalt	<b>Aufwendungen</b>		<b>Erträge</b>	
		2018 T€	2018 T€	2018 T€	2018 T€
<b>Verbund Innovationsforschung – INNOVATION</b>					
Arbeitswirtschaft und Organisation IAO	Stuttgart	34.428,6	979,7	28.786,4	6.621,9
Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT	Euskirchen	2.213,7	66,4	1.764,6	515,5
System- und Innovations- forschung ISI	Karlsruhe	26.232,0	330,1	21.068,0	5.494,1
Informationszentrum Raum und Bau IRB	Stuttgart	7.740,0	106,9	2.633,2	5.213,8
Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie IMW	Leipzig	6.560,7	438,7	4.164,3	2.835,1
		<b>77.174,9</b>	<b>1.921,9</b>	<b>58.416,5</b>	<b>20.680,3</b>
<b>Verbund Life Sciences</b>					
Biomedizinische Technik IBMT	Sulzbach	15.632,8	1.260,4	13.630,9	3.262,3
Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB	Stuttgart, Leuna	24.844,8	1.600,5	16.117,2	10.328,2
Marine Biotechnologie und Zelltechnik EMB	Lübeck	2.964,9	21,9	1.902,6	1.084,2
Molekularbiologie und Angewandte Ökologie IME	Aachen, Schmallenberg	41.149,8	3.520,8	33.437,7	11.232,9
Toxikologie und Experimentelle Medizin ITEM	Hannover, Braunschweig, Regensburg	30.345,0	2.267,0	22.375,1	10.236,9
Verfahrenstechnik und Verpackung IVV	Freising, Dresden	22.352,3	1.310,5	17.609,3	6.053,5
Zelltherapie und Immunologie IZI	Leipzig, Potsdam-Golm	37.529,3	2.699,8	29.118,8	11.110,2
		<b>174.819,0</b>	<b>12.680,9</b>	<b>134.191,6</b>	<b>53.308,3</b>

**Leistungsrechnung**  
der Fraunhofer-Einrichtungen

Fraunhofer-Institut/ -Einrichtung für	Betriebshaushalt	<b>Aufwendungen</b>		<b>Erträge</b>	
		2018 T€	2018 T€	Projekterträge	Zuwendungsbedarf
<b>Verbund Light &amp; Surfaces</b>					
Angewandte Optik und Feinmechanik IOF	Jena	31.899,2	5.664,1	25.558,0	12.005,3
Lasertechnik ILT	Aachen	38.392,9	6.139,0	32.124,4	12.407,5
Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP	Dresden	25.074,5	1.767,6	19.325,9	7.516,2
Physikalische Messtechnik IPM	Freiburg	18.262,5	1.311,7	13.650,7	5.923,5
Schicht- und Oberflächen- technik IST	Braunschweig	11.934,6	310,5	7.597,9	4.647,3
Werkstoff- und Strahltechnik IWS	Dresden	31.234,8	2.595,4	24.879,4	8.950,8
		<b>156.798,5</b>	<b>17.788,4</b>	<b>123.136,3</b>	<b>51.450,6</b>
<b>Verbund Mikroelektronik</b>					
Angewandte Festkörperphysik IAF	Freiburg	13.288,8	3.382,1	11.547,8	5.123,1
Elektronische Nanosysteme ENAS	Chemnitz	13.831,2	1.703,6	10.362,7	5.172,1
Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR	Wachtberg	16.603,7	438,9	14.109,4	2.933,1
Integrierte Schaltungen IIS	Erlangen, Nürnberg, Dresden	175.118,3	5.784,0	141.763,2	39.139,1
Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB	Erlangen	25.588,8	1.256,7	21.174,0	5.671,5
Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS	Duisburg	32.125,1	1.993,7	25.208,3	8.910,5
Mikrosysteme und Festkörper- Technologien EMFT	München	14.699,8	600,2	11.078,8	4.221,2
Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI	Berlin, Goslar	52.628,7	4.266,3	41.711,3	15.183,7
Photonische Mikrosysteme IPMS	Dresden	40.237,8	2.354,4	30.045,7	12.546,5
Siliziumtechnologie ISIT	Itzehoe	24.000,5	815,4	17.386,5	7.429,4
Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM	Berlin, Dresden	33.675,5	2.307,8	28.155,0	7.828,3
Geschäftsstelle Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland	Berlin	1.255,7	77,9	825,6	508,0
		<b>443.053,8</b>	<b>24.981,0</b>	<b>353.368,3</b>	<b>114.666,4</b>

Fraunhofer-Institut/ -Einrichtung für	Aufwendungen Betriebshaushalt	Aufwendungen		Erträge	
		2018 T€	2018 T€	2018 T€	2018 T€
<b>Verbund Produktion</b>					
Additive Produktionstechnologien					
IAPT	Hamburg	9.030,7	1.088,0	5.701,1	4.417,7
Entwurfstechnik Mechatronik IEM	Paderborn	9.822,6	930,4	8.472,2	2.280,9
Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF	Magdeburg	20.354,0	985,3	15.810,9	5.528,3
Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV	Augsburg, Garching b. München	14.122,5	3.149,0	14.210,2	3.061,3
Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP	Rostock	8.439,8	262,3	6.943,1	1.759,0
Materialfluss und Logistik IML	Dortmund, Hamburg	30.782,7	1.018,2	24.116,0	7.684,9
Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK	Berlin	19.671,0	1.647,7	14.609,0	6.709,6
Produktionstechnik und Automatisierung IPA	Stuttgart	63.097,6	5.960,0	54.167,4	14.890,2
Produktionstechnologie IPT	Aachen	29.958,4	1.546,5	21.942,1	9.562,7
Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT	Oberhausen, Sulzbach-Rosenberg	39.933,2	2.276,8	30.812,6	11.397,4
Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU	Chemnitz	41.707,2	4.784,8	32.476,5	14.015,5
		<b>286.919,5</b>	<b>23.649,1</b>	<b>229.261,1</b>	<b>81.307,6</b>
<b>Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS<sup>1</sup></b>					
Angewandte Festkörperphysik IAF	Freiburg	15.585,7	1.210,8	7.558,8	9.237,6
Chemische Technologie ICT, Teilinstitut für Chemische Energieträger	Pfinztal	14.659,8	763,7	4.504,4	10.919,0
Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR	Wachtberg	16.584,3	2.691,0	7.633,5	11.641,8
Kommunikation, Informationsver- arbeitung und Ergonomie FKIE	Wachtberg	26.927,1	1.864,1	15.540,2	13.251,1
Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI	Freiburg	16.325,2	1.382,2	7.017,1	10.690,3
Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT	Euskirchen	7.295,7	495,4	2.444,2	5.346,8
Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, Teilinstitut Ettlingen	Ettlingen	20.333,5	1.654,5	14.974,2	7.013,8
		<b>117.711,2</b>	<b>10.061,6</b>	<b>59.672,4</b>	<b>68.100,4</b>

1 Ohne Vertragsforschung der verteidigungsbezogenen Institute.

**Leistungsrechnung**  
der Fraunhofer-Einrichtungen

Fraunhofer-Institut/ -Einrichtung für	<b>Aufwendungen</b> Betriebshaushalt			<b>Erträge</b>	
		2018 T€	2018 T€	2018 T€	2018 T€
<b>Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS</b>					
Angewandte Polymerforschung IAP	Potsdam-Golm	22.470,2	1.993,5	15.885,0	8.578,7
Bauphysik IBP	Stuttgart, Holzkirchen	25.187,8	1.106,2	17.730,4	8.563,6
Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF	Darmstadt	28.810,0	3.376,0	20.695,3	11.490,7
Chemische Technologie ICT, Teilinstitut für Polymertechnik	Pfinztal, Karlsruhe	25.635,9	2.117,3	20.667,3	7.085,8
Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE	Kassel	24.204,7	1.431,4	21.091,1	4.545,0
Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM	Bremen, Dresden, Stade	48.250,6	3.972,2	40.108,1	12.114,8
Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI	Braunschweig	15.809,5	2.665,9	13.452,9	5.022,5
Keramische Technologien und Systeme IKTS	Dresden, Hermsdorf	54.896,5	5.747,6	43.414,6	17.229,5
Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI	Freiburg	7.478,3	1.519,7	5.602,7	3.395,3
Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS	Halle	22.823,8	933,2	17.693,8	6.063,2
Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM	Mainz	11.795,7	611,9	7.620,6	4.787,0
Silicatforschung ISC	Würzburg, Bronnbach, Garching b. München, Bayreuth	33.142,1	1.387,9	24.255,4	10.274,6
Solare Energiesysteme ISE	Freiburg, Halle	84.583,7	10.908,7	82.396,0	13.096,3
Werkstoffmechanik IWM	Freiburg	21.175,5	2.590,7	13.865,1	9.901,0
Windenergiesysteme IWES	Bremerhaven, Kassel	21.898,4	5.789,4	25.279,2	2.408,7
Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP	Saarbrücken	14.107,9	894,4	9.601,9	5.400,5
		<b>462.270,6</b>	<b>47.046,0</b>	<b>379.359,4</b>	<b>129.957,2</b>
<b>Zentrale Stellen</b>					
Fraunhofer-Zentrale	München	29.077,3	2.272,1	5.025,3	26.324,2
Institutszentrum Biringhoven	Sankt Augustin	454,3	129,4	58,7	524,9
Institutszentrum Stuttgart	Stuttgart	391,8	457,9	8,5	841,2
Zentrale Kosten		107.715,4	32.557,2	13.054,5	127.218,2
Ausbauinvestitionen			255.049,4	131.175,6	123.873,8
		<b>137.638,8</b>	<b>290.466,1</b>	<b>149.322,5</b>	<b>278.782,3</b>
<b>Leistungsrechnung</b>					
<b>Finanzvolumen</b>			<b>2.550.814,9</b>		

# AUSZÜGE AUS DEM ANHANG 2018

## I. 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 2018 erfolgt freiwillig unter Beachtung der Vorschriften des Handelsgesetzbuches für große Kapitalgesellschaften. Die Aufstellung der Gewinn- und Verlustrechnung erfolgt nach dem Gesamtkostenverfahren.

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

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

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

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

## II. 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 wertberichtet. Das allgemeine Forderungsrisiko wird durch eine pauschale Wertberichtigung in Höhe von 2 Prozent des Forderungsbestands berücksichtigt.

Wertpapiere des Umlaufvermögens sind zu Anschaffungskosten angesetzt.

Die liquiden Mittel sind zu Nominalwerten angesetzt.

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

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

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

Die Bewertung der Pensionsrückstellungen bei bestehender Rückdeckungsversicherung erfolgt zum Bilanzstichtag mit den von der Versicherungsgesellschaft ermittelten Aktivierungswerten. Die Berechnung der Aktivierungswerte erfolgt gemäß Mitteilung der Versicherungsgesellschaft unter Zugrundelegung der »Richttafeln DAV 2004 R«. Eine Anpassung der laufenden Renten sowie der anrechenbaren Bezüge wird nicht zugrunde gelegt. Besteht keine Rückdeckungsversicherung bzw. ist der Erfüllungsbetrag der Pensionsverpflichtung höher als der Aktivierungswert der Rückdeckungsversicherung, wird eine Bewertung in Höhe des Betrags der Pensionsverpflichtung laut versicherungsmathematischem Gutachten vorgenommen. Die Bestimmung des Erfüllungsbetrags der Pensionsverpflichtung erfolgt nach dem Barwertverfahren (Methode der laufenden Einmalprämien). Für die Bewertung wurde ein Rechnungszins aus 10-jähriger Durchschnittsbildung von 3,21 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 2018 ermittelten laufzeitabhängigen durchschnittlichen Marktzinssätzen abgezinst. Die Altersteilzeitrückstellung wurde auf Basis der abgeschlossenen Verträge sowie einer Prognose zukünftig zu erwartender Verträge berechnet.

Die Verbindlichkeiten sind mit dem Erfüllungsbetrag angesetzt.

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

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

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

# WIEDERGABE DES BESTÄTIGUNGS- VERMERKS DES ABSCHLUSSPRÜFERS

Grundlage für die Wiedergabe des nachfolgenden Bestätigungsvermerks des Abschlussprüfers ist neben der Bilanz zum 31. Dezember 2018 und der Gewinn- und Verlustrechnung für das Geschäftsjahr 2018 auch der vollständige Anhang 2018 sowie der Lagebericht 2018.

»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 2018 und der Gewinn- und Verlustrechnung für das Geschäftsjahr vom 1. Januar 2018 bis zum 31. Dezember 2018 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 2018 bis zum 31. Dezember 2018 geprüft.

Nach unserer Beurteilung aufgrund der bei der Prüfung gewonnenen Erkenntnisse

- entspricht der beigefügte Jahresabschluss in allen wesentlichen Belangen den deutschen, für Kapitalgesellschaften geltenden handelsrechtlichen Vorschriften einschließlich den ergänzenden Bestimmungen der Satzung und vermittelt unter Beachtung der deutschen Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung ein den tatsächlichen Verhältnissen entsprechendes Bild der Vermögens- und Finanzlage des Vereins zum 31. Dezember 2018 sowie ihrer Ertragslage für das Geschäftsjahr vom 1. Januar 2018 bis zum 31. Dezember 2018 und
- vermittelt der beigefügte Lagebericht insgesamt ein zutreffendes Bild von der Lage des Vereins. In allen wesentlichen Belangen steht dieser Lagebericht in Einklang mit dem Jahresabschluss, entspricht den deutschen gesetzlichen Vorschriften und stellt die Chancen und Risiken der zukünftigen Entwicklung zutreffend dar.

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

## Grundlage für die Prüfungsurteile

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

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

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

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

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

## Bestätigungsvermerk des Abschlussprüfers

### Verantwortung des Abschlussprüfers für die Prüfung des Jahresabschlusses und des Lageberichts

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

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

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

- identifizieren und beurteilen wir die Risiken wesentlicher – beabsichtigter oder unbeabsichtigter – falscher Darstellungen im Jahresabschluss und im Lagebericht, planen und führen Prüfungshandlungen als Reaktion auf diese Risiken durch sowie erlangen Prüfungsnachweise, die ausreichend und geeignet sind, um als Grundlage für unsere Prüfungsurteile zu dienen. Das Risiko, dass wesentliche falsche Darstellungen nicht aufgedeckt werden, ist bei Verstößen höher als bei Unrichtigkeiten, da Verstöße betrügerisches Zusammenwirken, Fälschungen, beabsichtigte Unvollständigkeiten, irreführende Darstellungen bzw. das Außerkraftsetzen interner Kontrollen beinhalten können.
- gewinnen wir ein Verständnis von dem für die Prüfung des Jahresabschlusses relevanten internen Kontrollsysten 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 Unternehmensaktivität nicht mehr fortführen kann.

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

Nürnberg, den 22. März 2019

# Rödl & Partner GmbH

gez. Vogel  
Wirtschaftsprüfer

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

- beurteilen wir die Gesamtdarstellung, den Aufbau und den Inhalt des Jahresabschlusses einschließlich der Angaben sowie ob der Jahresabschluss die zugrunde liegenden Geschäftsvorfälle und Ereignisse so darstellt, dass der Jahresabschluss unter Beachtung der deutschen Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung ein den tatsächlichen Verhältnissen entsprechendes Bild der Vermögens-, Finanz- und Ertragslage des Vereins vermittelt.
  - beurteilen wir den Einklang des Lageberichts mit dem Jahresabschluss, seine Gesetzesentsprechung und das von ihm vermittelte Bild von der Lage des Vereins.
  - führen wir Prüfungshandlungen zu den von den gesetzlichen Vertretern dargestellten zukunftsorientierten Angaben im Lagebericht durch. Auf Basis ausreichender geeigneter Prüfungsnachweise vollziehen wir dabei insbesondere die den zukunftsorientierten Angaben von den gesetzlichen Vertretern zugrunde gelegten bedeutsamen Annahmen nach und beurteilen die sachgerechte Ableitung der zukunftsorientierten Angaben aus diesen Annahmen. Ein eigenständiges Prüfungsurteil zu den zukunftsorientierten Angaben sowie zu den zugrunde liegenden Annahmen geben wir nicht ab. Es besteht ein erhebliches unvermeidbares Risiko, dass künftige Ereignisse wesentlich von den zukunftsorientierten Angaben abweichen.

# SERVICE

**STRUKTUR DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT**

**MITGLIEDER, ORGANE, GREMIEN**

**FRAUNHOFER-VERBÜNDE**

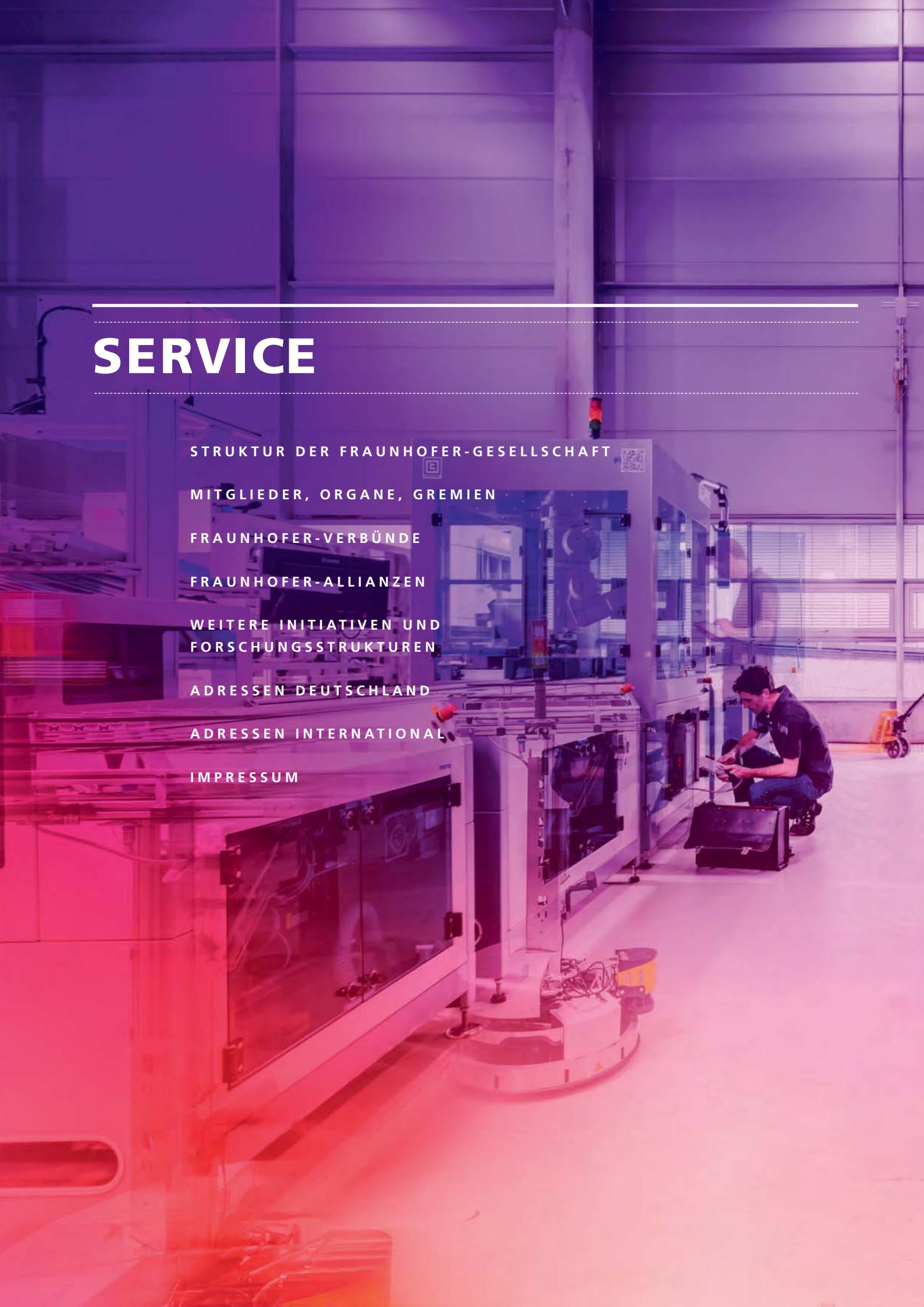
**FRAUNHOFER-ALLIANZEN**

**WEITERE INITIATIVEN UND  
FORSCHUNGSSTRUKTUREN**

**ADRESSEN DEUTSCHLAND**

**ADRESSEN INTERNATIONAL**

**IMPRESSUM**





# 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 Institutsleiter.

Unter dem Dach von Fraunhofer arbeiten **72 Institute und Forschungseinrichtungen** an Standorten in ganz Deutschland. Sie agieren selbstständig auf dem Markt und wirtschaften eigenverantwortlich. Sie sind in acht thematisch orientierten **Fraunhofer-Verbünden** organisiert. Deren Ziele sind die fachliche Abstimmung innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft und ein gemeinsames Auftreten am Markt. Die Sprecher der Verbünde bilden zusammen mit dem Vorstand das Präsidium der Fraunhofer-Gesellschaft. Das Präsidium beteiligt sich an der Entscheidungsfindung des Vorstands und hat ein Vorschlags-, Empfehlungs- und Anhörungsrecht.

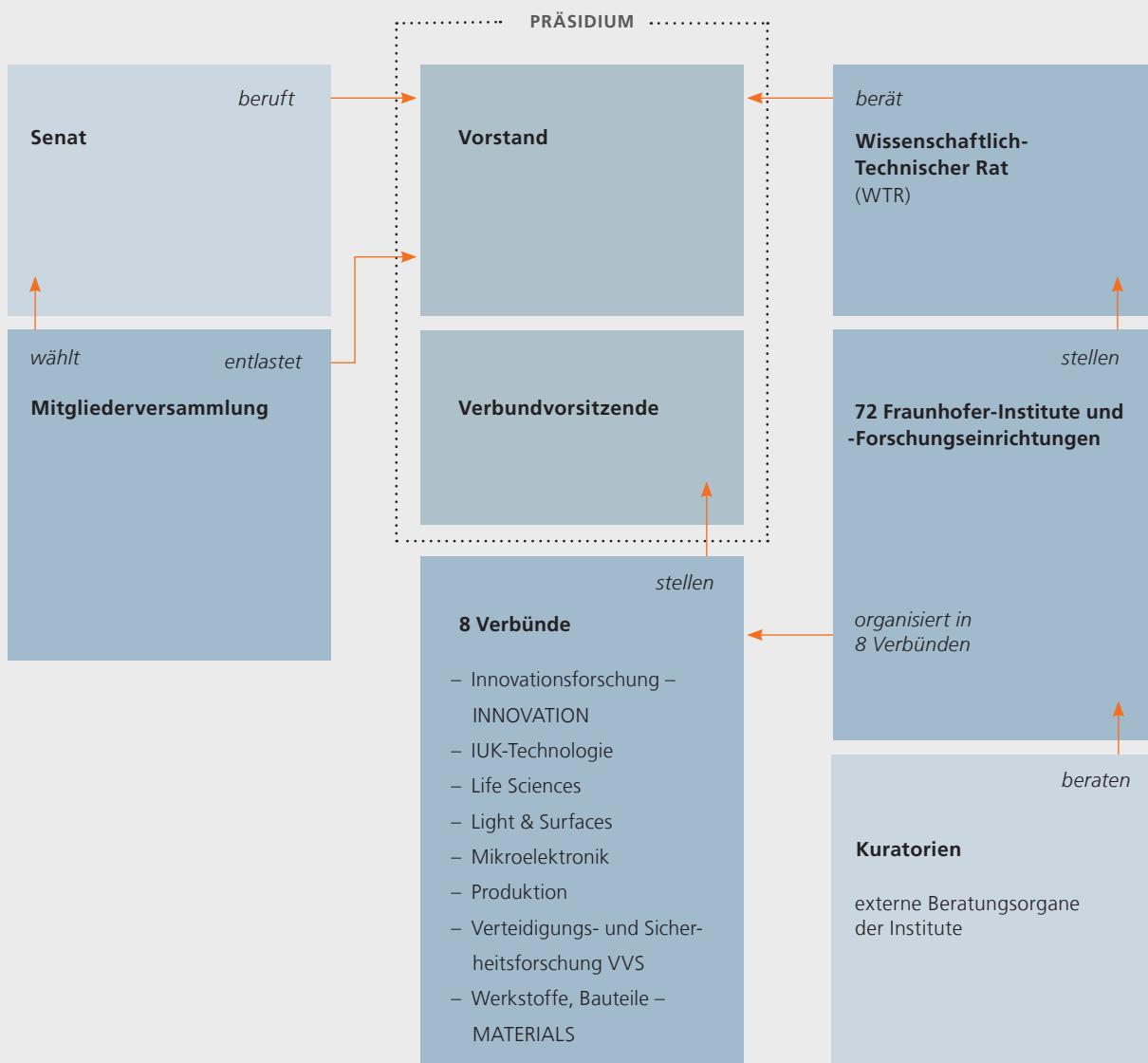
Der **Senat** umfasst etwa 30 Mitglieder; es sind Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Wirtschaft und öffentlichem Leben, Vertreter des Bundes und der Länder sowie Mitglieder des Wissenschaftlich-Technischen Rats (WTR). Der Senat beruft den Vorstand und legt die Grundzüge der Wissenschafts- und Forschungspolitik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

Die **Mitgliederversammlung** besteht aus den Mitgliedern der Fraunhofer-Gesellschaft. Mitglieder von Amts wegen sind die Senatoren, der Vorstand, die Institutsleiter und die 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 Senatoren, entlastet den Vorstand und beschließt Satzungsänderungen.

Der **Wissenschaftlich-Technische Rat** (WTR) ist ein internes Beratungsorgan. Zu ihm gehören die Institutsleitungen und pro Institut ein vom wissenschaftlichen und technischen Personal gewählter Vertreter. 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 Institutsleitern mit.

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

## Struktur der Fraunhofer-Gesellschaft



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

# MITGLIEDER, ORGANE, GREMIEN

Mitglieder	Senat	Mitglieder aus dem staatlichen Bereich	
Die Fraunhofer-Gesellschaft zählt 1185 Mitglieder, die sich aus 218 ordentlichen Mitgliedern, 958 Mitgliedern von Amts wegen, 2 Ehrensenatoren und 9 Ehrenmitgliedern zusammensetzen. Einige Mitglieder haben mehrere Funktionen.	<b>Mitglieder aus Wissenschaft, Wirtschaft und öffentlichem Leben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Prof. Dr.-Ing. Heinz Jörg Fuhrmann</li> <li>– Prof. Dr. phil. habil. Dr.-Ing. Birgit Spanner-Ulmer</li> <li>– Prof. Dr.-Ing. Hubert Waltl</li> <li>– Prof. Dr.-Ing. Michael von Bronk</li> <li>– Dr.-Ing. E.h. Michael von Bronk</li> <li>– Dr. rer. nat. Erwin Sommer</li> <li>– Prof. Klaus-Dieter Vöhringer</li> <li>– Prof. em. Dr.-Ing. Prof. h.c. mult. Dr. h.c. mult. Dr.-Ing. E.h. Hans-Jürgen Warnecke †</li> <li>– Dr. rer. pol. Hans-Ulrich Wiese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reiner Hoffmann</li> <li>– Dr. Nicola Leibinger-Kammüller</li> <li>– Pär Malmhagen</li> <li>– Prof. Dr. phil. habil. Dr.-Ing. Birgit Spanner-Ulmer</li> <li>– Prof. Dr.-Ing. Hubert Waltl</li> <li>– Prof. Dr.-Ing. Michael von Bronk</li> <li>– Dr. Sabine Herlitschka</li> <li>– Kerstin Grosse</li> <li>– Aufsichtsratsvorsitzende der KOMSA Kommunikation Sachsen AG</li> <li>– Dr. Sabine Herlitschka</li> <li>– Austria AG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Oliver Zipse</li> <li>– Mitglied des Vorstands der BMW AG</li> <li>– Vorsitzende der Geschäftsführung der TRUMPF GmbH &amp; Co. KG</li> <li>– Dr.-Ing. E. h. Friedhelm Loh</li> <li>– Inhaber und Vorsitzender der Friedhelm Loh Group</li> <li>– Pär Malmhagen</li> <li>– Präsident der Tower International Inc.</li> <li>– Hildegard Müller</li> <li>– Vorstand Netz und Infrastruktur der innogy SE</li> <li>– Prof. Dr.-Ing. E. h. Hans J. Naumann</li> <li>– Chairman of the Board der NILES-SIMMONS Industrieanlagen GmbH</li> <li>– Prof. Dr. Siegfried Russwurm</li> <li>– Tankred Schipanski</li> <li>– Mitglied des Deutschen Bundestages, CDU/CSU-Bundestagsfraktion</li> <li>– Carsten Schneider</li> <li>– Mitglied des Deutschen Bundestages, SPD-Bundestagsfraktion</li> <li>– Prof. Dr. Wiltrud Treffenfeldt</li> <li>– Prof. Dr. rer. nat. Christiane Vaeßen</li> <li>– Geschäftsführerin des Zweckverbands Region Aachen</li> </ul>
<b>Ehrenmitglieder</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dr.-Ing. Peter Draheim</li> <li>– Dr. Alfred Hauff</li> <li>– Dr.-Ing. Horst Nasko</li> <li>– Dr. Dirk-Meints Polter</li> <li>– Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c. Ekkehard D. Schulz</li> <li>– Prof. Dr. rer. nat. Erwin Sommer</li> <li>– Prof. Klaus-Dieter Vöhringer</li> <li>– Prof. em. Dr.-Ing. Prof. h.c. mult. Dr. h.c. mult. Dr.-Ing. E.h. Hans-Jürgen Warnecke †</li> <li>– Dr. rer. pol. Hans-Ulrich Wiese</li> </ul>			

**Mitglieder aus dem Wissenschaftlich-Technischen Rat (WTR)**

- Prof. Dr. rer. nat. habil. Andreas Tünnermann Vorsitzender des WTR, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF
- Dipl.-Ing. Stefan Schmidt stellvertretender Vorsitzender des WTR, Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML
- Prof. Dr. Peter Gumbusch Leiter des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik IWM

**Ehrensenatoren**

- Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c. Ekkehard D. Schulz
- Prof. em. Dr.-Ing. Prof. h. c. mult. Dr. h. c. mult. Dr.-Ing. E. h. Hans-Jürgen Warnecke †

**Ständige Gäste**

- Prof. Dr. Martina Brockmeier Vorsitzende des Wissenschaftsrates
- Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund Vorsitzende des Vorstands des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
- Staatssekretär Dr. Oliver Grunlei Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein

- Dipl.-Ing. Wolfgang Lux stellvertretender Vorsitzender des Gesamtbetriebsrats der Fraunhofer-Gesellschaft, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
- Staatssekretärin Annette Storsberg Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen
- Prof. Dr. Martin Stratmann Präsident der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V.
- Dipl.-Ing. Dominik Toussaint Vorsitzender des Gesamtbetriebsrats der Fraunhofer-Gesellschaft, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI
- Staatsminister Prof. Dr. Konrad Wolf Ministerium für Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz

**Kuratorien**

Für die Institute der Gesellschaft sind 849 Kuratorinnen und Kuratoren tätig; einige davon gehören mehreren Instituts-kuratorien zugleich an.

**Wissenschaftlich-Technischer Rat (WTR)**

Der WTR zählt 150 Mitglieder, 85 davon als Mitglieder der Institutsleitungen und 65 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 acht Vorsitzenden der Fraunhofer-Verbünde:

- Prof. Dr.-Ing. Prof. E. h. Wilhelm Bauer Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
- Prof. Dr. techn. Dieter W. Fellner Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD
- Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Hubert Lakner Fraunhofer-Institut für Photoni sche Mikrosysteme IPMS

- Prof. Dr. Horst-Christian Langowski Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV

- Prof. Dr. rer. nat. Reinhart Poprawe Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT
- Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und Automatisierung IFF
- Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS
- Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer (Gastmitglied) Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

**Vorstand**

- Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. mult. Reimund Neugebauer
  - Prof. Dr. techn. (Präsident) Dieter W. Fellner
  - Prof. Dr. rer. publ. ass. iur. Alexander Kurz
  - Dipl.-Kfm. Andreas Meuer
- Auflistung der Gremienmitglieder mit Stand vom 31. Januar 2019

# FRAUNHOFER-VERBÜNDE

Fachlich verwandte Institute organisieren sich in Forschungsverbünden und treten gemeinsam auf dem Markt für Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen auf. Sie wirken in der Unternehmenspolitik sowie bei der Umsetzung des Funktions- und Finanzierungsmodells der Fraunhofer-Gesellschaft mit.

Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung – INNOVATION  
[www.innovationsforschung.fraunhofer.de](http://www.innovationsforschung.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie  
[www.iuk.fraunhofer.de](http://www.iuk.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Verbund Life Sciences  
[www.lifesciences.fraunhofer.de](http://www.lifesciences.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces  
[www.light-and-surfaces.fraunhofer.de](http://www.light-and-surfaces.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik  
[www.mikroelektronik.fraunhofer.de](http://www.mikroelektronik.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Verbund Produktion  
[www.produktion.fraunhofer.de](http://www.produktion.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung  
VVS  
[www.vvs.fraunhofer.de](http://www.vvs.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS  
[www.materials.fraunhofer.de](http://www.materials.fraunhofer.de)

# FRAUNHOFER-ALLIANZEN

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

[www.fraunhofer.de/de/institute/institute-einrichtungen-deutschland/fraunhofer-allianzen](http://www.fraunhofer.de/de/institute/institute-einrichtungen-deutschland/fraunhofer-allianzen)

- Fraunhofer-Allianz Adaptronik
- Fraunhofer-Allianz AdvanCer
- Fraunhofer-Allianz Ambient Assisted Living AAL
- Fraunhofer-Allianz AutoMOBILproduktion
- Fraunhofer-Allianz Batterien
- Fraunhofer-Allianz Bau
- Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz
- Fraunhofer-Allianz Cloud Computing
- Fraunhofer-Allianz Digital Media
- Fraunhofer-Allianz Embedded Systems
- Fraunhofer-Allianz Energie
- Fraunhofer-Allianz Food Chain Management
- Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung
- Fraunhofer-Allianz Leichtbau
- Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie
- Fraunhofer-Allianz Photokatalyse
- Fraunhofer-Allianz Polymere Oberflächen POLO®
- Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik
- Fraunhofer-Allianz Simulation
- Fraunhofer-Allianz Space
- Fraunhofer-Allianz SysWasser
- Fraunhofer-Allianz Textil
- Fraunhofer-Allianz Verkehr
- Fraunhofer-Allianz Vision

# WEITERE INITIATIVEN UND FORSCHUNGSSTRUKTUREN

## Prioritäre Strategische Initiativen (PSI)

Mit der Agenda 2022 hat die Fraunhofer-Gesellschaft eine Roadmap für ihre Forschungsaktivitäten definiert. Dazu gehören sieben »Prioritäre Strategische Initiativen« (PSI) mit hoher Relevanz für Wirtschaft und Gesellschaft, in denen die Kompetenzen der Fraunhofer-Institute gebündelt werden.

[www.fraunhofer.de/de/forschung/  
prioritaere-strategische-initiativen](http://www.fraunhofer.de/de/forschung/prioritaere-strategische-initiativen)

- Batteriezellfertigung
- Biologische Transformation
- Kognitive Systeme, Künstliche Intelligenz und Datensouveränität
- Öffentliche Sicherheit
- Programmierbare Materialien
- Quantentechnologie
- Translationale Medizin

## Fraunhofer Cluster of Excellence

In einer gemeinsamen Forschungsagenda bearbeiten Teams aus mehreren Fraunhofer-Instituten sechs Fraunhofer Cluster of Excellence in Form von virtuellen Plattformen und mit agilen Strukturen.

- Advanced Photon Sources – Lasersysteme höchster Leistung bei kürzesten Impulsen
- Cognitive Internet Technologies – Schlüsseltechnologien für das Kognitive Internet. Mit den Kompetenzzentren Machine Learning, IoT-Comms, Data Spaces
- Immune-Mediated Diseases – Individualisierte Therapie und Diagnostik für Fehlregulationen des Immunsystems
- Programmable Materials – Materialien mit reversiblen Funktionalitäten, die Systeme aus Sensoren und Aktoren ersetzen können
- Circular Plastics Economy – Wege zu einer wissensbasierten Kunststoff-Kreislaufwirtschaft für Wirtschaft und Gesellschaft
- Integrated Energy Systems – System- und Marktintegration hoher Anteile variabler erneuerbarer Energien in das Energiesystem

## Leitprojekte

Mit den Leitprojekten setzt die Fraunhofer-Gesellschaft strategische Schwerpunkte in der Vorlaufforschung. Die Konsortien aus Fraunhofer-Instituten und Wirtschaftspartnern setzen wissenschaftlich originäre Ideen schnell in marktfähige Produkte um.

[www.fraunhofer.de/de/forschung/fraunhofer-initiativen/fraunhofer-leitprojekte](http://www.fraunhofer.de/de/forschung/fraunhofer-initiativen/fraunhofer-leitprojekte)

## Laufende Leitprojekte

- Cognitive Agriculture – COGNAC
- Digitale Fertigung in der Massenproduktion – Innovation der Serienfertigung mit digitalen Druck- und Laserverfahren – Go Beyond 4.0
- Evolutionäre Selbstanpassung von komplexen Produktionsprozessen und Produkten – EVOLOPRO
- Machine Learning for Production – ML4P
- Medical Data Driving An Integrated Cost-Intelligent Model – MED<sup>2</sup>ICIN
- Nächste Generation Additive Manufacturing – Future AM
- Quantum Methods for Advanced Imaging Solutions – QUILT
- Sensorsysteme für extrem raue Umgebungen – eHarsh
- Towards Zero Power Electronics – ZEPOWEL
- Verbrennungsmotor für die Mobilität der Zukunft – Neue Antriebe, Kraftstoffe und KI

## Abgeschlossene Leitprojekte

- Elektromobilität – Innovative Technologien und Komponenten für Hybrid- und Elektrofahrzeuge
- Kritikalität Seltener Erden – Effizienz beim Einsatz von strategischen Hightech-Metallen
- Paradigmenwechsel in der Produktionstechnik: Von maximalem Gewinn aus minimalem Kapitaleinsatz zu maximaler Wertschöpfung bei minimalem Ressourceneinsatz – E<sup>3</sup>-Produktion
- Strom als Rohstoff – Elektrochemische Verfahren für fluktuierende Energie- und Rohstoffsysteme
- Theranostische Implantate – Zulassungsrelevante Entwicklung von Schlüsseltechnologien
- Zellfreie Bioproduktion – Eiweiße im industriellen Maßstab ohne Zellen herstellen

**Weitere Initiativen und Forschungsstrukturen****Weitere Initiativen****Industrial Data Space – Souveränität über Daten**

Die international orientierte Initiative zum Industrial Data Space zielt vor diesem Hintergrund darauf ab, einen sicheren Datenraum zu schaffen, der Unternehmen verschiedener Branchen und aller Größen die souveräne Bewirtschaftung ihrer Datengüter ermöglicht.

[www.fraunhofer.de/de/forschung/fraunhofer-initiativen/industrial-data-space](http://www.fraunhofer.de/de/forschung/fraunhofer-initiativen/industrial-data-space)

**Innovationsnetzwerk Morgenstadt – Impulse für eine lebenswerte Stadt der Zukunft**

Mit ihrer Initiative »Morgenstadt« unterstützt die Fraunhofer-Gesellschaft die Bundesregierung bei der Umsetzung ihres Zukunftsprojekts »Die CO<sub>2</sub>-neutrale, energieeffiziente und klimaangepasste Stadt«, eines von zehn ausgewählten Projekten im Aktionsplan der Hightech-Strategie 2020.

[www.morgenstadt.de/](http://www.morgenstadt.de/)

**Projektzentren**

Fraunhofer-Projektzentren sind interdisziplinäre und an einem Standort fokussierte Aktivitäten mehrerer Fraunhofer-Institute. Dadurch soll ein langfristiges Engagement am Standort erreicht werden, um dort ein spezifisches Thema zu verankern.

Leichtbau und Elektromobilität, Wolfsburg  
[www.hybridleichtbau.fraunhofer.de](http://www.hybridleichtbau.fraunhofer.de)

Mikroelektronische und Optische Systeme für die Biomedizin, Erfurt  
[www.ipms.fraunhofer.de/de/services/project-hub-erfurt](http://www.ipms.fraunhofer.de/de/services/project-hub-erfurt)

Projektzentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS, Braunschweig

**Kooperationen****Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)**

Um die Position der europäischen Halbleiter- und Elektronik-industrie im globalen Wettbewerb zu stärken, kooperieren elf Institute des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik mit zwei Instituten der Leibniz-Gemeinschaft in einer standort-übergreifenden Forschungsfabrik für Mikro- und Nanoelektronik.

[www.forschungsfabrik-mikroelektronik.de](http://www.forschungsfabrik-mikroelektronik.de)

**Lernlabor Cybersicherheit**

Im Lernlabor Cybersicherheit bietet Fraunhofer unter dem Dach der Fraunhofer Academy forschungsnahre Weiterbildung der Fraunhofer-Institute in Kooperation mit ausgewählten leistungsstarken Fachhochschulen an. Das Themenspektrum reicht von Industrie 4.0 bis zu kritischen Infrastrukturen, von Software-Entwicklung bis zu IT-Forensik.

**Max Planck School of Photonics**

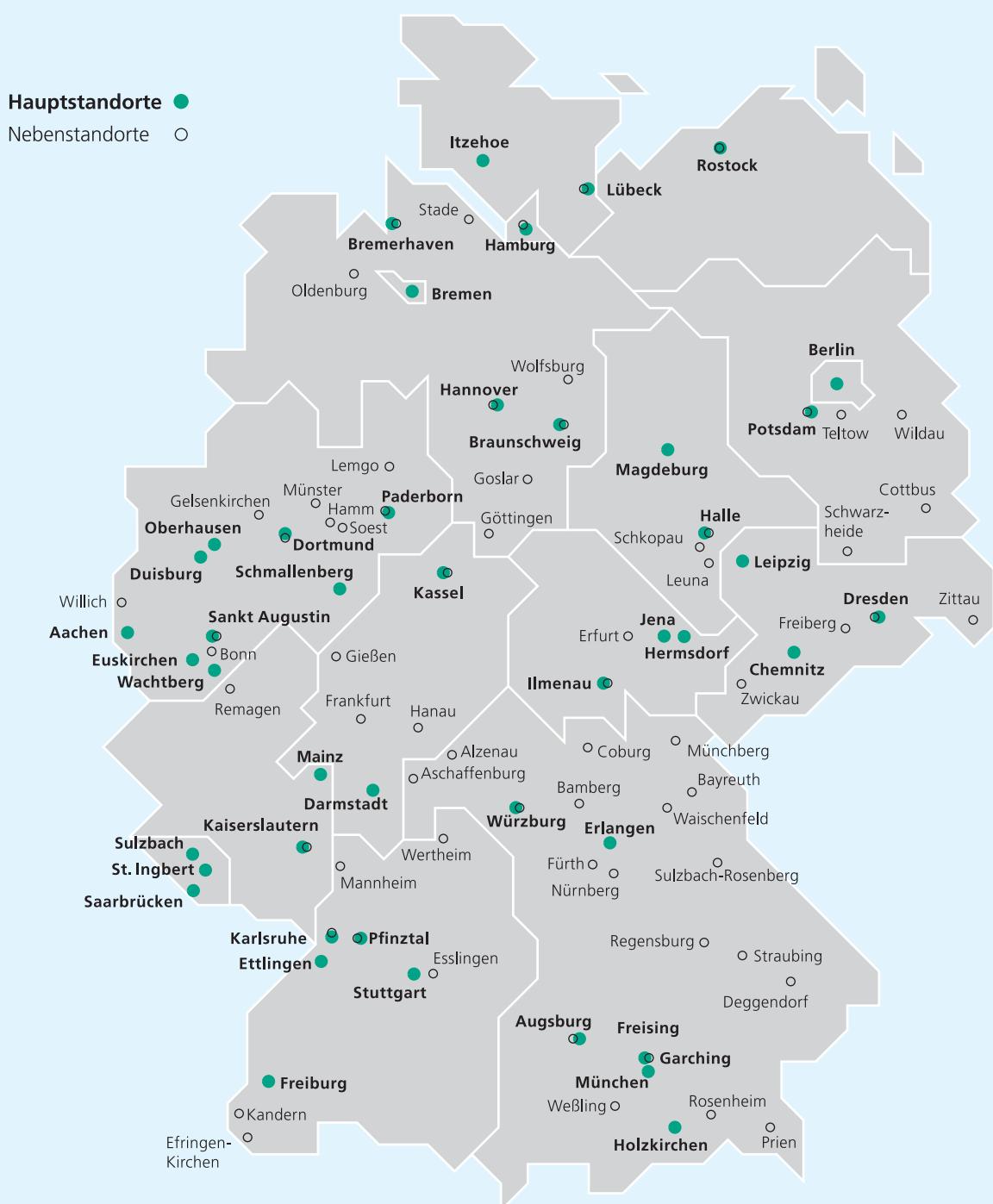
Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat mit den Max Planck Schools eine neue Marke der Graduierten-ausbildung ins Leben gerufen. Die Max Planck School of Photonics wird federführend durch das Fraunhofer-Institut für Optik und Feinmechanik IOF in Jena geleitet.

[www.maxplanckschools.de/de/photonics](http://www.maxplanckschools.de/de/photonics)

## Leistungszentren

In Leistungszentren arbeiten Universitäten, weitere Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen an einem Standort themenspezifisch mit Unternehmen und zivilgesellschaftlichen Akteuren zusammen. Gemeinsam wird das Ziel verfolgt, den ökonomischen Impact und gesellschaftlichen Nutzen von Forschung und Entwicklung (FuE) durch effektiven Transfer zu steigern. Die Basis dafür bildet ein Portfolio exzellenter FuE-Projekte. Dieses Konzept wurde an 17 Standorten in 11 Bundesländern etabliert.

- Leistungszentrum Chemie- und Biosystemtechnik, Region Halle-Leipzig
- Leistungszentrum Digitale Vernetzung, Berlin
- Leistungszentrum DYNAFLEX – Dynamische und flexible Technologien für die Energie- und Rohstoffwende, Oberhausen
- Leistungszentrum Elektroniksysteme, Erlangen
- Leistungszentrum Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik, Dresden-Chemnitz
- Leistungszentrum Integration biologischer und physikalisch-chemischer Materialfunktionen, Potsdam-Golm
- Leistungszentrum Logistik und IT, Dortmund
- Leistungszentrum Mass Personalization, Stuttgart
- Leistungszentrum Nachhaltigkeit, Freiburg
- Leistungszentrum Photonik, Jena
- Leistungszentrum Profilregion Mobilitätssysteme Karlsruhe
- Leistungszentrum Sichere Vernetzte Systeme, München
- Leistungszentrum Sicherheit und Datenschutz in der digitalen Welt, Darmstadt
- Leistungszentrum Simulations- und Software-basierte Innovation, Kaiserslautern
- Leistungszentrum Translationale Medizintechnik, Hannover
- Leistungszentrum Vernetzte, adaptive Produktion, Aachen



# ADRESSEN DEUTSCHLAND

## Die Fraunhofer-Gesellschaft

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

Postanschrift	Vorstand
Postfach 20 07 33	
80007 München	Präsident, Unternehmenspolitik und Forschung,
Telefon +49 89 1205-0	Technologiemarketing und Geschäftsmodelle:
Fax +49 89 1205-7531	Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult.
info@fraunhofer.de	Dr. h. c. mult. Reimund Neugebauer
Besucheradresse	Personal, Recht und Verwertung:
Hansastraße 27c	Prof. Dr. rer. publ. ass. iur. Alexander Kurz
80686 München	
	Controlling und Digitale Geschäftsprozesse:
	Dipl.-Kfm. Andreas Meuer
	Forschungsfelder und Kontaktadressen aller
	Fraunhofer-Institute und Fraunhofer-Verbünde sowie
	der Ansprechpartner in der Zentrale sind in englischer
	und deutscher Sprache über das Internet abrufbar:
	<a href="http://www.fraunhofer.de">www.fraunhofer.de</a>

**Historische**  
**Fraunhofer-Glashütte**  
Fraunhoferstraße 1  
83671 Benediktbeuern



# ADRESSEN INTERNATIONAL

## Fraunhofer International

### **Ansprechpartner in Deutschland**

Fraunhofer-Gesellschaft  
International Business Development  
Thomas Dickert  
Telefon +49 89 1205-4700  
Fax +49 89 1205-77-4700  
thomas.dickert@zv.fraunhofer.de  
Hansastraße 27c  
80686 München

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt selbstständige Fraunhofer-Auslandsgesellschaften in Europa, Nord- und Südamerika sowie Asien. Weltweit bilden Fraunhofer Representative Offices und Fraunhofer Senior Advisors die Brücke zu den lokalen Märkten. Ein Büro in Brüssel fungiert als Schnittstelle zwischen Fraunhofer und den europäischen Institutionen. Die Kontaktadressen sind über das Internet abrufbar:

### **Ansprechpartner in Brüssel**

Fraunhofer-Gesellschaft  
Büro Brüssel  
Mathias Rauch  
Telefon +32 2 50642-42  
Fax +32 2 50642-49  
mathias.rauch@zv.fraunhofer.de  
Rue Royale 94  
1000 Brüssel, Belgien

[www.fraunhofer.de](http://www.fraunhofer.de)

---

## Impressum

---

**Redaktion**

Dr. Martin Thum (verantw.)

Markus Jürgens (Bild)

**Redaktionelle Mitarbeit**

Eva Bachmann

Mandy Bartel

Helga Eisch-Hagenauer

Dorothée Höfter

Eva Rathgeber

Laura Rottensteiner

Tanja Schmutzler

Forschungsfelder und Kontakt-  
adressen aller Fraunhofer-Institute  
und Fraunhofer-Verbünde sind in  
englischer und deutscher Sprache

über das Internet abrufbar:

[www.fraunhofer.de](http://www.fraunhofer.de)

You can call up the addresses,  
focal fields of research, and  
contacts for all Fraunhofer Insti-  
tutes and Groups in English  
or German on the Internet:  
[www.fraunhofer.de](http://www.fraunhofer.de)

**Anschrift der Redaktion**

Fraunhofer-Gesellschaft

Hansastraße 27c

80686 München

Dr. Martin Thum

Interne Kommunikation

Telefon +49 89 1205-1367

[martin.thum@zv.fraunhofer.de](mailto:martin.thum@zv.fraunhofer.de)

Bei Abdruck ist die Einwilligung  
der Redaktion erforderlich.

© Fraunhofer-Gesellschaft zur

Förderung der angewandten

Forschung e. V., München 2019

**Gestaltung**

Markus Jürgens

Silke Schneider

**Layout**

Kruse+Company

<b>Bildquellen</b>	
Titel, Rückseite, Seite 48, 50, 61, 63, 64, 89, 90: iStockphoto	S. 81: Fraunhofer IOSB/ Sascha Voth
S. 2: Fraunhofer/Bernhard Huber	S. 82: Fraunhofer/Jürgen Loesel
S. 6/7: Photothek	S. 83: Fraunhofer IML
S. 9–11: Bernhard Huber	S. 85: Fraunhofer LBF/ Thorsten Koch
S. 43: privat	S. 86: Fraunhofer IPT
S. 44: Myrzik + Jarisch	S. 87: Fraunhofer IDMT
S. 45: CVMedia	S. 88: Fraunhofer IOSB
S. 46/47: Fraunhofer IGD	S. 91: Fraunhofer ISC, Fraunhofer-Projektgruppe IWKS
Seite 51, 53, 84: Shutterstock	S. 92: Fraunhofer UMSICHT
S. 57: Photocase	S. 93: Fraunhofer IVI/Elke Sähn
S. 59: Fraunhofer/Ansichtssache	S. 94: Fraunhofer IWS
S. 65: Fraunhofer IPT/ Laura Wagner	S. 95: Fraunhofer AICOS
S. 66: Fraunhofer IAF	S. 96: Fraunhofer ILT/ Piotr Banczerowski
S. 69: Fraunhofer/I. Escherich	S. 97: Fraunhofer ISC
S. 71: Fraunhofer MEVIS/ Junko Kimura	S. 99: Fraunhofer IGD/ Piotr Banczerowski
S. 72: Fraunhofer/Marc Müller	S. 101: Fraunhofer/Marc Müller
S. 73: Fraunhofer IMM/ Tobias Hang	S. 102–112: Fraunhofer/ Oliver Soulas
S. 74: Fraunhofer IOF	S. 114: unsplash/vincent-delegge
S. 75: Fraunhofer IPMS	S. 118/119: Fraunhofer IFAM
S. 76: Fraunhofer IGD	S.138/139: Universität Stuttgart
S. 77: Fraunhofer/Kurt Fuchs	IFF/Fraunhofer IPA,
S. 78: Fraunhofer/Kurt Fuchs	Foto: Rainer Bez
S. 79: Fraunhofer FHR/ Uwe Bellhäuser	Alle übrigen Abbildungen:
S. 80: Fraunhofer EMFT/ Bernd Müller	© Fraunhofer-Gesellschaft e.V.



