



# Energietechnik

Konzepte  
Technologien  
Produkte



**Fraunhofer** Gesellschaft

# Energie – Ressource und Innovationsmotor

Die Energiepreise haben heute ein Niveau erreicht, das vor einigen Jahren nur als mögliches Szenario galt. Kurzfristige Preiserholungen mögen eintreten, aber eine generelle Umkehr der Entwicklung ist nicht zu erwarten. Privatverbrauchern und Wirtschaft bleibt nur, sich auf die Situation einzustellen.

Unabhängig von diesen Preissteigerungen gibt es viele gute Gründe, auf sorgsamem Umgang mit der Ressource Energie zu achten. Eine hohe Energieeffizienz auf allen Verbrauchsebenen stärkt die Wettbewerbsfähigkeit unserer Wirtschaft und belässt den Privatverbrauchern mehr Geld. Energiesparen ist die schnellste und billigste Art, die Emission von Treibhausgasen zu senken und den Klimaschutz voranzubringen. Zudem sinkt mit dem Energieverbrauch unsere Abhängigkeit von den Öl und Gas exportierenden Ländern.

Die Verteuerung der Energie bietet auch Chancen, denn sie fördert an vielen Stellen den technologischen Fortschritt: Effiziente Produktionsverfahren zahlen sich noch schneller aus, energiesparende Produkte setzen sich durch, neue Märkte entstehen, zukunftsorientierte Branchen expandieren. Hohe Energiepreise werden zu einem kalkulierbaren Marktfaktor und wirken in vielen Bereichen wie ein Innovationsmotor.

Konsequenter Leichtbau und neue Antriebskonzepte beispielsweise geben dem Fahrzeugbau neue Impulse. Der Einsatz energiesparender Gebäudetechnik amortisiert sich zügig. Auf hohe Effizienz ausgerichtete Versorgungssysteme lohnen sich im großen Maßstab, etwa im Kraftwerksbau,

ebenso wie im kleinen und kleinsten Bereich: Neue Entwicklungen der Mikroenergie-technik versorgen elektronische Produkte besser mit Strom, eine weitere Leistungssteigerung der mobilen Geräte wird möglich.

Da das Energiesparen eine besondere Bedeutung hat, haben wir einen Teil der Publikation den Technologien gewidmet, die geeignet sind, bei Planung, Herstellung oder Nachrüstung den Energieeinsatz zu minimieren.

Besonderes Augenmerk verdienen die regenerativen Energiequellen wie Wind, Sonne und Biomasse. Sie werden künftig ein fester Bestandteil unserer Energieversorgung sein. In einer Studie zeigt das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, dass wir in vielen Teilbereichen dieser Zukunftstechnologien weltweit führend sind.

Den besten Weg, Innovationen in erfolgreiche Produkte zu verwandeln, stellen gemeinsame Forschungsprojekte mit Industrieunternehmen dar. In dieser Broschüre wollen wir anhand einiger Beispiele einen Eindruck davon vermitteln, was Fraunhofer-Institute im Bereich Energietechnologien für ihre Kunden und Auftraggeber tun können.

Wenn Sie mehr über uns erfahren wollen: Wir freuen uns auf Ihren Kontakt und beraten Sie gern.



Hans-Jörg Bullinger  
Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft



Links: Hocheffiziente Dünnschicht-Solarzellen.

Mitte: Energietechnisch durchdacht – die neue Bibliothek in Ulm.

Rechts: Anlage zur Erzeugung von Biogas.

# Inhalt

Energietechnik als universelle Kompetenz der Fraunhofer-Institute.  
Seite 2



Die Fraunhofer-Forschung:  
Kompetenz für  
rationelle Energienutzung 2



Energie und Kosten  
sparen mit effizienten  
Technologien.  
Seite 4

Eine lukrative Energiequelle:  
Sparen 4

Energiemanagement:  
Bereitstellen und verteilen 8

Versorgung mit Energie  
als Management-  
Aufgabe. Seite 8

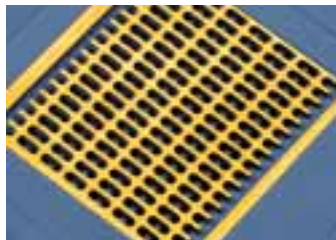


Mikroenergie-  
technik:  
Mehr Leistung für die Elektronik 12

Regenerative Energien:  
Die Zukunft ist heute 14

Wer macht was?  
Die Kompetenzen der  
Fraunhofer-Institute von A bis Z 18

Fraunhofer-Service  
mit System 20



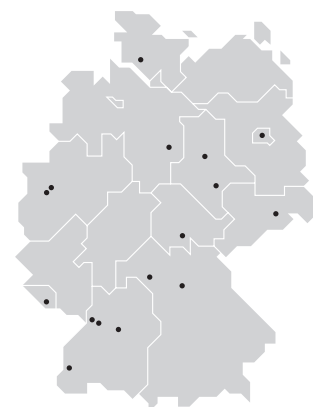
Innovative Energie-  
technik für elektronische  
Geräte. Seite 12

Experten und  
Kontaktadressen 21

Regenerative Energie-  
quellen sind potenziell  
unerschöpflich.  
Seite 14



Institute, Kompetenzen,  
Adressen, Ansprechpartner.  
Ab Seite 21



# Die Fraunhofer-Forschung: Kompetenz für rationelle Energienutzung

## Energiesparen – ein Schwerpunkt der angewandten Forschung

Der rationelle Umgang mit Energie ist bei praktisch allen Produkten und Dienstleistungen wichtig – und das auf vielfältige Weise. Ein Auto etwa verbraucht nicht nur beim Fahren Energie, sondern auch bei der Produktion, Solarmodule erzeugen Strom, aber brauchen auch welchen – bei der Herstellung wie bei der Entsorgung. Selbst digitale Informationen, die gar nicht materiell vorliegen, sind abhängig von elektrischer Energie: Sie werden im Computer erzeugt, verarbeitet, transportiert und gespeichert. Und bei allen diesen Vorgängen sollte man sorgfältig mit der begrenzten Ressource Energie umgehen. Die Fraunhofer-Forschung mit ihrer Vielfalt an Kompetenzen ist besonders geeignet, die technologischen Voraussetzungen zum Energiesparen zu schaffen.

## Kleines Leck mit großer Wirkung: Der Stand-by-Verbrauch

Selbst über eine geringfügig erscheinende Energieverschwendung lohnt es sich nachzudenken. Das zeigt eine Studie des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI: Demnach verbrauchen elektrische Geräte im Stand-by-Modus in der Summe halb so viel Strom, wie alle Windkraftanlagen zusammen erzeugen. Rund neun Milliarden Kilowattstunden ließen sich hier durch Einsatz der neuesten Technologie sparen. In der Studie schlagen die Forscher eine für den Käufer deutliche Kennzeichnung des Stand-by-Energieverbrauchs elektrischer Geräte vor.



Mit neu entwickelten Anlagen wird Grubengas aus dem Kohlebergbau wirtschaftlich und umweltfreundlich zur Energiegewinnung genutzt.

## Sparen mit Leistungselektronik

Das Energiemanagement von elektrischen Geräten entwickelt sich zu einer Schlüsseltechnologie. Die dazu nötige Leistungselektronik koordiniert Stromverbraucher und -lieferanten in Produkten wie Elektro- und Elektronikgeräten, aber auch in Autos oder Kraftwerken. Viele Fraunhofer-Institute sind kompetent bei der Entwicklung von Leistungselektronik, so z. B. die Fraunhofer-Institute für Zuverlässigkeit und

Mikrointegration IZM, für Solare Energiesysteme ISE und für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB. Das Fraunhofer IISB betreibt dabei ein Kompetenzzentrum Leistungselektronik mit dem Hauptstandort Erlangen und einem Zentrum für Kfz-Leistungselektronik und Mechatronik in Nürnberg. Eine Studie des Instituts zur Querschnittstechnologie Leistungselektronik unterstreicht deren große Bedeutung für Innovation und technischen Fortschritt.

## Fraunhofer-Verbund Energie

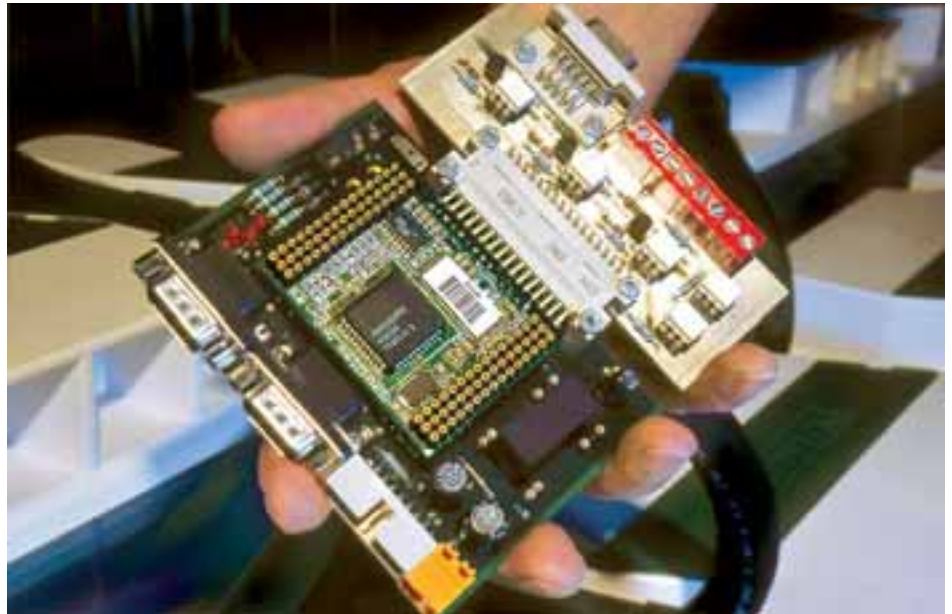
Im Verbund Energie bündeln zehn Fraunhofer-Institute ihre Kernkompetenzen in Energietechnologien und Energiewirtschaft. Es sind die Fraunhofer-Institute für

- Bauphysik IBP
- Chemische Technologie ICT
- Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
- Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB
- Informations- und Datenverarbeitung IITB – Anwendungszentrum Systemtechnik AST
- Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB
- Keramische Technologien und Systeme IKTS
- Solare Energiesysteme ISE
- System- und Innovationsforschung ISI
- Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT

Die Schwerpunkte der Verbundarbeit liegen in den Bereichen:

- Effizienztechnologien
- Erneuerbare Energien
- Gebäude und Komponenten
- Planung und Betriebsführung integrierter Energiesysteme
- Elektrische Speicher und Mikroenergietechnik

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



Durch Leistungselektronik lassen sich Stromerzeuger und -verbraucher gezielt steuern. Sie entwickelt sich zu einer Schlüsseltechnologie beim Energiesparen.

## Innovation durch Kooperation

Der Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung und höchster Energieeffizienz sind zentrale Zukunftsaufgaben. Diese Aufgaben bieten große Chancen für Industrie und Gewerbe: Steigende Energiekosten schaffen Märkte für neue Energie- und Effizienztechnologien. Innovative Geschäftsmodelle und Energiekonzepte eröffnen lukrative Geschäftsfelder für Systemintegratoren und Dienstleister. Als eine der größten Forschungsorganisationen Deutschlands hilft die Fraunhofer-Gesellschaft, diese Chancen zu nutzen. Von der Materialforschung bis zur makroökonomischen Systemstudie, von der Technologieentwicklung bis zu langjährigen Feldtests präsentieren Fraunhofer-Institute ein einzigartiges Spektrum an Spitzenforschung und Dienstleistungen.

Der Fraunhofer-Verbund Energie ist das Portal zu diesem Angebot und bietet aus einer Hand das, was Industrie und Energiewirtschaft an Forschung und Entwicklung brauchen, um mit innovativen Produkten und Dienstleistungsangeboten neue Märkte zu erobern. Unterstützt wird der Verbund durch weitere Fraunhofer-Institute in den Partnerschaften mit den Kooperationen Windenergie, Mikroenergietechnik, Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle und Intelligente Energienetze.

Kooperationen verbessern die Effizienz der Forschung und finden daher auf allen Ebenen in der Fraunhofer-Gesellschaft statt. Ein Beispiel ist das Technologiezentrum Halbleitermaterialien (THM) in Freiberg, in dem die Fraunhofer-Institute für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB und für Solare Energiesysteme ISE u. a. ihre Kompetenzen zur Photovoltaik bündeln.

# Eine lukrative Energiequelle: Sparen

Die beste Energiequelle ist das Energiesparen. In diesem Sinne arbeiten die Fraunhofer-Ingenieure mit ihrer Forschung wie Exploratoren der Rohstoffindustrie, nur dass sie nicht die Erdkruste durchsuchen, sondern Produkte und Verfahren.

## Sparen beim Wohnen und Arbeiten

Besonders ergiebig ist die Suche nach Einsparmöglichkeiten in Gebäuden, denn Privatwohnungen und Gewerbetreibende zusammen zählen zu den größten Energieverbrauchern.

»3-Liter-Häuser« gehören heute bei Neubauten zum Standard. Passivhäuser und Niedrigstenergiehäuser, die maximal den Gegenwert von 1,5 Litern Heizöl pro Quadratmeter und Jahr verbrauchen, sind eine Weiterentwicklung. Sie reduzieren die Wärmeverluste so weit, dass die Nutzung der Sonnenenergie über Fenster und Fassaden genügt, um den Heizwärmebedarf auf ein Minimum zu reduzieren: Eine Beheizung über Erdwärme oder die Belüftungsanlage reichen aus. Entsprechende Lüftungskompaktgeräte auf der Basis von Wärmepumpen werden vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Zusammenarbeit mit der Industrie entwickelt. Auch Null-Heizenergie-Fertighäuser sind erschwinglich, wie das Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP in Zusammenarbeit mit der WeberHaus GmbH & Co. KG zeigte. Die Häuser der Serie »ÖvolutionPlus« bewähren sich bereits in der Praxis.

Eine Studie des Fraunhofer ISE weist auf das enorme Marktpotenzial für Passivhäuser und »3-Liter-Häuser« hin. Eine entsprechende Marketingstrategie



Steigende Energiekosten machen Bürogebäude mit optimierten Verbrauchseigenschaften zu einer sinnvollen Investition.

Ultra-Niedrigenergiehäuser rechnen sich durch geringe Betriebskosten und bieten zudem einen hohen Wohnkomfort.



bei Architekten und Planungsbüros kann den Absatz solcher Häuser in wenigen Jahren vervielfachen.

Zukunftsfähige Bürogebäude zeichnen sich durch hohe Arbeitsplatzqualität und Energieeffizienz aus. Mit integralen Planungsansätzen und der Entwicklung von Bewertungsverfahren erstellen die Fraunhofer-Institute für Bauphysik IBP und für Solare Energiesysteme ISE hierzu in maßgeblicher Weise Konzepte, die der neuen EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden entsprechen. Bei der Entwicklung energieeffizienter Fassaden mit integrierten Sonnenschutz- und Anlagensystemtechniken kann das Fraunhofer IBP mit der Versuchseinrichtung VERU bauliche Gesamtenergiekonzepte messtechnisch bewerten.

Eine zukunftsweisende Entwicklung betreiben die Fraunhofer-Institute für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV, für Silicatforschung ISC, für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP und für Solare Energiesysteme ISE mit ihren Vakuumisulationspaneelen. Diese Verbundsysteme dämmen mithilfe von Kieselsäure und Vakuum; sie sind um den Faktor 10 effizienter als herkömmliche Materialien. Die Forscher wollen mit Hochleistungsbeschichtungen eine Mindestlebensdauer der Dämmsysteme von 50 Jahren erreichen, was als Voraussetzung für den Einsatz in Gebäuden gilt. Auf einem ähnlichen Prinzip basieren vakuumisolierte Fenster, die an den Fraunhofer-Instituten für Silicatforschung ISC, für Solare Energiesysteme ISE und für Werkstoffmechanik IWM entwickelt werden.

Die Optimierung des Energieverbrauchs ist ein Leitthema am inHaus-Innovationszentrum, das vom Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen



Vakuumisulationspaneel sind extrem effiziente Dämmstoffe. Speziell beschichtete Folien verschaffen ihnen eine Lebensdauer von mehr als 50 Jahren.

und Systeme IMS betrieben wird. Durch Vernetzung und Steuerung aller Energieverbraucher werden Raumklima, Akustik und Licht auf die Bedürfnisse der Bewohner eingestellt und auf geringen Verbrauch hin ausgerichtet.

### Energetisches Sanieren

Die energetische Sanierung von Altbauten ist oft besonders effektiv. Wie vielfältig hier Energie eingespart werden kann, zeigt das bundesweite Demonstrationsprogramm des BMWi, das wissenschaftlich vom Fraunhofer IBP betreut wird. Hierzu gehört auch das Sanierungsprojekt an einem Mehrfamilienhaus in Schwabach. Mit dem Einsatz transparenter Wärmedämmung, solarer Energiegewinnung und dezentraler Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung kann dieses Gebäude aus den 60er-Jahren zu einem »3-Liter-Haus« gemacht werden.

### Ein Blick auf die »Exergie«

Ein wichtiger Aspekt beim Energiesparen ist die »Exergie«. So bezeichnet man den Teil der Energie, der Arbeit verrichten kann. Bei geringen Temperaturunterschieden ist auch die Exergie gering. So ist es sinnvoll, zur Temperierung eines Raums von 17 auf 20 °C nicht eine Energieform wie Erdgas zu benutzen, die sehr viel Exergie enthält und weitaus »höherwertige« Arbeit verrichten kann, z. B. indem sie eine Prozesswärme von 1000 °C erzeugt. Zur Raumtemperierung eignen sich weniger exergiereiche Energieformen wie die Kühle des Erdschubs oder sonnenenerwärmtes Wasser. Um diesen Aspekt des Energiesparens zu forcieren, rief die Bundesregierung das Verbundvorhaben LowEx ins Leben, an dem neben Unternehmen der Energiebranche und weiteren Forschungsinstitutionen die Fraunhofer-Institute für Bauphysik IBP, für Umwelt-, Sicher-

heits- und Energietechnik UMSICHT und für Solare Energiesysteme ISE beteiligt sind.

Wichtiges Forschungsobjekt hierbei sind thermische Speichersysteme, etwa Latentspeicher. Hier nehmen Phasenwechselmaterialien, z. B. Wachse, durch den Übergang von der festen in die flüssige Phase große Mengen von Wärmeenergie auf, um sie bei Bedarf wieder abzugeben.



Leichte Fahrzeuge brauchen weniger Sprit. Integrierte Leichtbautechnik, hier realisiert bei einem Armaturenbrett, hilft dabei, das Gewicht zu reduzieren.

## Fahrzeuge: Weniger Gewicht, weniger Verbrauch

Wer bequem reisen will, prüfe sein Gepäck: So viel wie nötig, so wenig wie möglich. Nach dem gleichen Prinzip gehen Konstrukteure vor, die ein verbrauchsgünstiges Fahrzeug bauen wollen. Nach einer Faustregel verbraucht ein hundert Kilo leichteres Auto einen halben Liter Kraftstoff weniger pro hundert Kilometer. Integrierte Leichtbaukonzepte sollen hier weiterhelfen, denn abspecken darf man nicht auf Kosten der Sicherheit.

Um diesen Anspruch zu erfüllen, haben sich sechzehn Fraunhofer-Institute im Rahmen des Fraunhofer-Innovations-themas »Integrierte Leichtbausysteme«

zusammengeschlossen. Hier entstehen untereinander abgestimmte Ansätze, Energieeinsparungspotenziale durch Leichtbau zu verwirklichen. Im Kompetenzzentrum Fahrzeugleichtbau etwa kooperieren das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) und das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT. Ziel ist es, Leichtbau-Werkstoffsysteme wie Faserverbundstoffe preisgünstig herzustellen und zugleich wiederverwendbar zu machen.

Eine weitere Möglichkeit des Leichtbaus ist es, relativ weiche Leichtmaterialien wie Aluminium, Magnesium oder Kunststoff belastbarer zu machen. Am Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST erreicht man

das durch Beschichtung, an den Fraunhofer-Instituten für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF und für Werkstoffmechanik IWM durch spezielle Leichtmetalllegierungen und Oberflächenbehandlungen, an der Fraunhofer-Technologie-Entwicklungsgruppe TEG in Kooperation mit dem Fraunhofer ICT mit einem Verbund aus Kunststoff und Metall. Damit werden die Einsatzmöglichkeiten leichter Materialien enorm erweitert.

Auch Metallschäume, ein Kompetenzfeld des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, erwiesen sich als erfolgreiches Konzept, feste Strukturen mit wenig Gewicht zu verbinden.





Ein Elektromotor passt samt innovativer Elektronik in die Kupplungsglocke – so braucht ein Hybridantrieb weniger zusätzlichen Platz im Auto.

Metallschaum liefert die im Getriebe nötige hohe Materialfestigkeit mit weniger Gewicht.

## Mehr Effizienz in der Produktion

Manche Schritte in der Produktion verbrauchen besonders viel Energie. So werden in der Industrie etwa vier Fünftel der Energie zum Trocknen von Produkten oder Zwischenprodukten eingesetzt. Hier lohnt es sich, das Potenzial von Verbesserungen auszuloten. Die Forscher der Fraunhofer-Technologie-Entwicklungsgruppe TEG zeigten, dass der Energieverbrauch auf die Hälfte sinkt, wenn man statt trockener Warmluft überhitzten Wasserdampf verwendet. Das Verfahren wird bereits bei der Herstellung von Keramik eingesetzt, und es erwies sich auch im Fall von Lebensmitteln, die durch Wasserentzug haltbar gemacht werden, als deutlich sparsamer und günstiger.

Der Energieverbrauch in der Kunststoffproduktion verursacht heute Kosten, die für Unternehmen existenzgefährdend sein können. Die Europäische Union hat daher mit Beteiligung des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie ICT das Projekt RECIPE (Reduced Energy Consumption in Plastics Engineering) ins Leben gerufen. Ziel ist es, den 27 000 Unternehmen in der europäischen Kunststoff verarbeitenden Industrie durch die Umsetzung von Best-Practice-Verfahren und die Einführung neuer Technologien die Kenntnisse, Argumente und Hilfsmittel an die Hand zu geben, die sie brauchen, um ihren Energieverbrauch erheblich zu verringern.



## Innovative Antriebskonzepte

Die Einsparmöglichkeiten in der Antriebstechnik sind noch nicht ausgeschöpft, wie die Diskussion über Hybridfahrzeuge zeigt. Am Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI entwickelte man mit der AutoTram ein Fahrzeug für den öffentlichen Personennahverkehr, das verschiedene Antriebskonzepte zulässt: Brennstoffzelle, Dieselantrieb, Energiespeicher mit Schwungrad und Aufladung im Dockingbetrieb. So

kann das Fahrzeug dem jeweiligen Betriebsmuster angepasst werden.

Hybridtechnik braucht mehr Raum im Auto, weswegen eine platzsparende Bauweise der Aggregate wichtig ist. Am Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB ist es weltweit erstmals gelungen, mit einer ringförmigen Elektronik einen 50-kW-Elektromotor einschließlich der gesamten erforderlichen Elektronik bauraumneutral in der Kupplungsglocke eines Pkw zu verstauen.

# Energiemanagement: Bereitstellen und verteilen



Keramische Verbundwerkstoffe sind mechanisch und thermisch extrem belastbar. Man nutzt sie z. B. in Flugzeugturbinen. Fraunhofer-Forscher entwickelten das Verfahren zur Herstellung der dazu nötigen Fasern.

## Neue Werkstoffe für höhere Effizienz

Ein entscheidender Punkt beim Erzeugen von nutzbarer Endenergie ist der Wirkungsgrad. Trotz großer Fortschritte ist der Endpunkt der Entwicklung noch nicht erreicht. Generell steigt bei Motoren und Turbinen die Effizienz der Energiewandlung bei höheren Betriebstemperaturen. Eine Erhöhung der Betriebstemperatur auf 1300 °C würde bei Flugzeugturbinen den Brennstoffverbrauch um 15 Prozent und den Schadstoffausstoß um 80 Prozent senken. Am Fraunhofer-Institut für Silicatformforschung ISC werden faserverstärkte Keramiken entwickelt, die solchen Anforderungen genügen. Aussichtsreiche Kandidaten sind SiBN<sub>3</sub>C-Fasern, für deren Produktion am Institut bereits die weltweit erste geschlossene Prozesskette vorhanden ist.

Keramik wird zu einem entscheidenden Werkstoff bei der Energieerzeugung, dies zeigt auch eine Entwicklung des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik IWM. Hier entstand im Auftrag eines Industriepartners ein Keramikfilter, der mit einer großen Filterfläche die Rauchgase bei Kohlekraftwerken reinigt und mit nur wenig Druckverlust dafür sorgt, dass die nachfolgende Gasturbine noch mit sehr hohem Wirkungsgrad Strom erzeugt.

Temperatur und Effizienz von Verbrennungsvorgängen lassen sich mit einer höheren Konzentration von Sauerstoff steigern. Fraunhofer-Forscher nutzen dafür fortschrittliche Membrantechnologien, etwa am Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT. Am Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Biover-

fahrenstechnik IGB entwickelte man hierfür Perowskit-Membranen. Sie erlauben bei Temperaturen oberhalb von 800 °C einen selektiven Durchtritt von Sauerstoff.

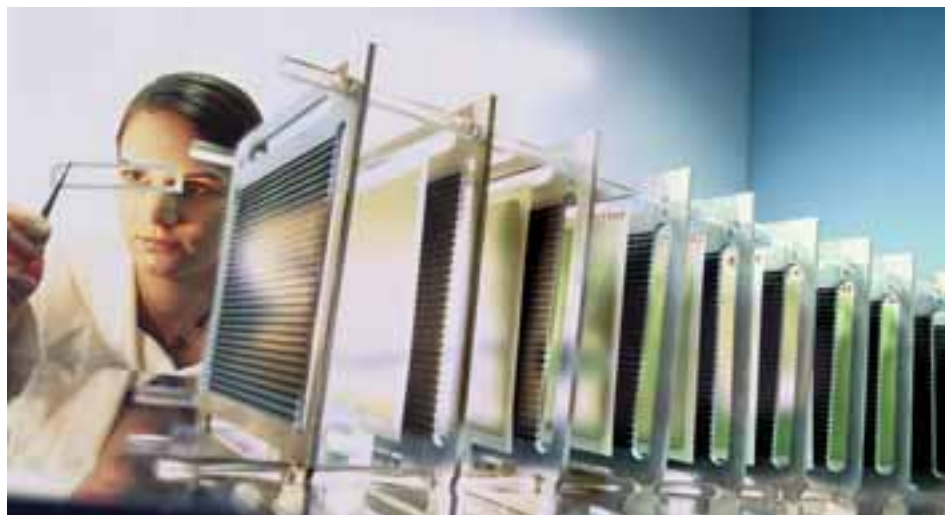
### Mehr Leistung mit Brennstoffzellen

Ähnliches gilt bei Brennstoffzellen, einem Forschungsschwerpunkt in der Fraunhofer-Gesellschaft: Hohe Betriebstemperaturen ermöglichen die Integration von einfachen Reformersystemen. Die Fraunhofer-Institute für Keramische Technologien und Systeme IKTS, für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF und für Silicatforschung ISC kooperieren mit Industriepartnern bei der Entwicklung von keramikbasierten Hochtemperaturbrennstoffzellen. Von dieser Technologie erwartet man nicht nur eine deutlich erhöhte Lebensdauer, sondern auch eine größere Palette von einsetzbaren Brennstoffen: Neben Wasserstoff und Methanol können sie Erdgas, Biogas, Benzin oder sogar Diesel verwerten. Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE entwickelt Reformersysteme zur Aufbereitung von flüssigen oder gasförmigen Kohlenwasserstoffen für Brennstoffzellen. Je nach Typ der Brennstoffzelle werden unterschiedliche Gasreinheiten realisiert.

Wird auch die entstehende Prozesswärme genutzt, ist ein Wirkungsgrad von 90 Prozent erreichbar. Mit dieser Kraft-Wärme-Kopplung ergeben sich interessante Perspektiven für kleine und mittlere Kraftwerke, die dezentral und mit entsprechend geringen Leistungsverlusten die Energieversorgung



Brennstoffzellen spielen in der Energietechnik eine zunehmend wichtige Rolle. Sie sind effizient, langlebig und lassen sich sehr gut an die jeweiligen Einsatzzwecke anpassen.



einzelner Häuser oder Siedlungen übernehmen können. Beim Antrieb von Fahrzeugen bringen Brennstoffzellen ebenfalls ihre Vorteile zur Geltung.

Für dynamische Lastwechsel sind Membranbrennstoffzellen (PEM-BZ) besonders gut geeignet. Hierfür entwickelt das Fraunhofer ISE Komponenten und Komplettsysteme, die an die jeweiligen Anforderungen angepasst sind. Ethanol könnte der Brennstoffzelle zum Durchbruch in Massenmärkten verhelfen. Dieser Brennstoff ist weltweit verfügbar, leicht und sicher zu verwenden und umweltfreundlich herzustellen. Die Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle (Direct Ethanol Fuel Cell, DEFC) kann Ethanol

direkt an der Elektrode elektrokatalytisch umsetzen. Forscher aus sechs Fraunhofer-Instituten arbeiten gemeinsam an der Weiterentwicklung dieser Technologie.

### Energie für Kälte

Auch Kälte zur Verfügung zu stellen kostet Energie. Besonders wenn dies in großem Umfang nötig ist, etwa bei Produktionsanlagen, zur Klimatisierung großer Gebäude oder auch für Großmärkte, die Frisch- oder Tiefkühlwaren anbieten, lohnt es sich, über eine Optimierung nachzudenken.

Solarzellen liefern den Strom nicht kontinuierlich, sondern nur bei Sonnenschein. Den Versorgern erwächst damit die Aufgabe, auch unter solchen Bedingungen eine bedarfsgerechte Energieversorgung der Verbraucher sicherzustellen.



Die Fraunhofer-Institute für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT und für Solare Energiesysteme ISE arbeiten seit Jahren erfolgreich im Bereich der thermischen Kälteerzeugung. Kältemaschinen, die mit Abwärme, Fernwärme oder Solarthermie angetrieben werden, rücken dabei verstärkt in den Fokus des Interesses der Kühl- und Klimabranche. Als interessante Entwicklung erwiesen sich Dampfstrahlkältemaschinen (DSKM), die aufgrund ihres guten dynamischen Betriebsverhaltens mit kurzen Ansprechzeiten und des sehr guten Teillastverhaltens höhere Wirkungsgrade im Jahresmittel erzielen können als konventionelle Lösungen. Ebenso vielversprechend sind sorptive Systeme, die, als chemische Wärmepumpe eingesetzt, Kälte und Wärme produzieren können. Die wartungsarme und robuste Technik und der Verzicht auf umweltgefährdende Kältemittel bieten ein hohes Kosteneinsparpotenzial.

Mit CryoSol<sup>®</sup>, einem speziellen Eis-Wasser-Gemisch, entstand am Fraunhofer UMSICHT ein Hochleistungskälte-träger. Ideale Einsatzgebiete sind dort zu finden, wo kurzfristig hohe Kälteleistungen gefordert sind, etwa in der Klimatechnik, der chemischen Industrie oder in Molkereien und Brauereien. Interessant ist CryoSol<sup>®</sup> auch für die mobile Kälteversorgung. Mit thermischen Kältemaschinen wird es aus bisher ungenutzter Abwärme erzeugt, in Container gefüllt und zum Kälteabnehmer transportiert. Der Container ersetzt beim Kältekunden die elektrisch angetriebene Kältemaschine – was ein deutliches Einsparpotenzial birgt.

Die gleichzeitige Erzeugung von Wärme, Kälte und Strom in angepassten Systemen ist Thema eines integrierten EU-Verbundprojekts, welches vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE koordiniert wird.

### Sicherheit für Anlagen und Leitungen

Erzeugung und Transport von Energie stellen hohe Anforderungen an Materialien und Systeme – nicht nur unter dem Aspekt einer kostengünstigen Bereitstellung. Naturgemäß spielt die Sicherheit in der Energieversorgung

eine besondere Rolle. Für sicherheitsrelevante Komponenten der Kraftwerks- und Anlagentechnik muss ein Versagen ausgeschlossen werden. Beispiele hierfür sind Druckbehälter, Rohrleitungen, Antriebswellen oder andere hoch beanspruchte Bauteile.

Gas- und Ölpipelines gehören wegen des hohen Innendrucks, der langen Betriebsdauer und des brisanten Inhalts ebenfalls zu den Komponenten, deren Sicherheit besondere Aufmerksamkeit erfordert. Hier erfolgt die Überwachung mithilfe sogenannter intelligenter Prüfmolche, mit denen auf Basis von Ultraschall- oder magnetischen Techniken die gesamte Rohrlänge auf Risse und unzulässigen korrosiven Wandabtrag getestet werden kann.

Berechnung, Optimierung, Prüfung und Sicherheitsbewertung von Kraftwerkskomponenten und Versorgungsleitungen gehören zu den Kernkompetenzen der Fraunhofer-Institute für Werkstoffmechanik IWM und für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP.



Kommunikation ersetzt neue Kupferleitungen: Viele kleine Stromlieferanten und -verbraucher werden informationstechnisch koordiniert. So verringert sich die Spitzenbelastung des Stromnetzes, und der Ausbau seiner Kapazität wird überflüssig.

## Energiemanagement spart Strom und Geld

Mit der Wandlung von Primärenergie in Strom und mit dem Bau von Leitungen ist es nicht getan. Die Verteilung muss zwischen Angebot und Nachfrage so geregelt werden, dass sowohl die Versorgung gesichert ist als auch der Preis erschwinglich bleibt. In Zusammenarbeit mit einem großen Energieversorger entwickelte das Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI das System OPAL. Es dient dazu, Hochspannungsverbundsysteme in einem optimalen Betriebszustand zu halten, und unterstützt den verantwortlichen Ingenieur dabei, seiner Zielvorgabe entsprechende Stellbefehle zu erteilen.

Ein anderes System aus dem Fraunhofer IVI ermöglicht eine tarifinduzierte Laststeuerung. Es entstand in einem gemeinsamen Projekt mit einem Stadtversorger zum Aufbau eines Kommunikationsnetzwerks für innovative Energiedienstleistungen. Mit zeitvariablen Stromtarifen sollen Sondervertragskunden Anreize geboten werden, durch aktives Energiemanagement ihre Energiebezugskosten deutlich zu reduzieren. Dies wird vor allem möglich, indem man die besonders kostenintensiven Leistungsspitzen vermeidet.

Die Liberalisierung der Energiemärkte führt bei den Energieversorgern zu einem erheblichen Kostendruck und erfordert für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit Maßnahmen zur rationalen Erzeugung, Bereitstellung und Nutzung von Energie. Das Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung IITB – Anwendungszentrum Systemtechnik AST entwickelte hierfür ein skalierbares Energiemanagement- und Energiedatenmanagementsystem für die Energiemedien Strom, Gas, Wärme und Kälte, welches für kommunale und regionale Energieversorgungsunternehmen konzipiert ist. Es berücksichtigt mit Netznutzungs-, Bilanzkreis- und Wechselprozessmanagement die Anforderungen des liberalisierten Strom- und Gasmarktes und stellt umfangreiche Prognose- und Optimierungsfunktionen sowohl für die Netzbetriebsführung als auch für die Energiebeschaffung bereit.

Die Aufnahmekapazität für dezentrale Einspeiser zu erhöhen war die Zielvorgabe bei der Entwicklung eines Energiemanagementsystems am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. Als Teil des europäischen Forschungsprojekts DISPOWER entstand eine Lösung, die bereits von einem Versorgungsunternehmen erfolgreich getestet wurde. Da mit Einsatz des Systems sich der weitere Ausbau des Leitungs-

netzes erübrigt, gehen die Betreiber von einer Amortisation ihrer Investition innerhalb von zwei bis drei Jahren aus.

Auch aus der Sicht eines einzelnen Verbrauchers ergibt sich die Frage, ob ein sinnvolles Energiemanagement Kosten sparen kann. Am Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT betreibt man Energieconsulting und Systemanalyse für gewerbliche Energiekunden wie Freizeitparks, Sportstadien, Krankenhäuser oder Zoos. Das Fraunhofer ISE entwickelt Managementsysteme für Gebäude.

# Mikroenergietechnik: Mehr Leistung für die Elektronik

Die Energievorräte in mobilen Geräten sind limitiert. Notebooks, Handys oder Kameras brauchen viel Strom und haben wenig Platz, und konventionelle Akkus können da oft nicht mehr mithalten. An den Fraunhofer-Instituten ist daher die Mikroenergietechnik ein wichtiges Forschungsthema, das am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE koordiniert wird.

## Batterien für jeden Zweck

In der mobilen Medizin- und Informationstechnik besteht großer Bedarf an Lithiumbatterien. Sie müssen eine hohe Energiedichte mit geringem Gewicht verbinden und sich in ihrer Form an unterschiedliche Applikationen anpassen lassen oder sogar mechanisch flexibel sein. Dafür eignen sich Lithiumbatterien mit polymerbasierten Elektrolyten. An den Fraunhofer-Instituten für Siliziumtechnologie ISIT, für Silicatforschung ISC und für Chemische Technologie ICT werden neue Konzepte auf dieser Basis entwickelt.

Für einige künftige Anwendungen werden extrem kleine Batterien benötigt. Dazu gehören medizintechnische Implantate, On-Chip-Batterien oder miniaturisierte Sensoren. Am Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM entwickelte man eine Technologie, mit der die Aktivmaterialien von Lithiumpolymerbatterien auf Substrate auflaminiert und mit einer Dünnschichtbeschichtung verkapselt werden. So bleibt die hohe Energiedichte der Batterien auch bei sehr geringer Größe erhalten. Abmessungen von wenigen Millimetern bei einer Dicke von unter 0,2 Millimetern sind damit möglich.



Lithiumpolymerakkus lassen sich an spezielle Aufgaben der Mikroenergietechnik anpassen. Folien dienen als Ausgangsmaterialien für ihre Herstellung.

Am Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS entstand eine ultraflache Batterie, deren Elektroden mittels Siebdruck hergestellt werden. Mit 0,6 Millimetern Dicke ist sie für den Einsatz in Chipkarten geeignet.

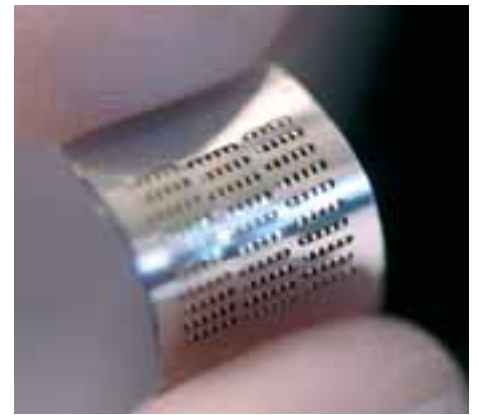
Die flexible Technologiebasis des Fraunhofer ISIT gewährleistet eine optimale Anpassung des Polymerakkus an verschiedene Systemumgebungen. Dabei werden die elektrische Charakteristik, spezielle Designvorgaben und die Betriebsbedingungen der elektronischen Geräte berücksichtigt.

## Brennstoffzellen im Kleinformat

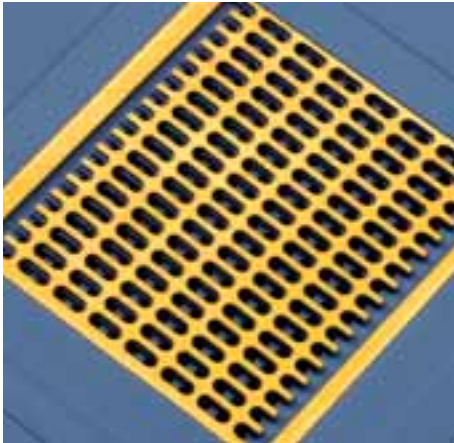
Mehr Energie auf weniger Raum zu speichern ist ein wichtiges Forschungsziel. Am Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM entstand ein Mikrobrennstoffzellensystem mit einem Einweg-Wasserstofftank. Damit ist eine Erhöhung der Energiedichte und damit der Betriebszeit um den Faktor 3 bis 10 erreichbar. Am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE werden Mikrobrennstoffzellen für portable elektronische Geräte sowie für den Einsatz im Außen-



Mehr Power für unterwegs: Die Brennstoffzelle für Handys leistet deutlich mehr als jeder Akku.



Flexibles Bauteil für eine miniaturisierte Brennstoffzelle.



Intelligentes Powermanagement ist vor allem bei mobilen elektronischen Geräten wichtig. Es soll die Leistungsfähigkeit der Geräte über möglichst lange Zeit erhalten.

bereich entwickelt. Mittels planarer serienverschalteter Brennstoffzellen wird die Gehäuseintegration optimiert. Dabei arbeitet das Fraunhofer ISE mit unterschiedlichen Technologien wie Spritzguss, Leiterplatte oder Keramik. Das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS konzentriert sich auf eine Technik, mit der sich Mikrobrennstoffzellen aus Keramik kostengünstig aus einem einzigen Stück herstellen lassen.

## Unterwegs Energie gewinnen

Einen anderen Weg der mobilen Energieversorgung geht man am Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF: Die elektromechanische Energiewandlung mittels piezoelektrischer Elemente erlaubt es, in Kleidung integrierte elektronische Bauteile über umgewandelte Bewegungsenergie mit Strom zu versorgen. Auch thermoelektrische Generatoren, die vor allem am Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM weiterentwickelt werden, bieten sich zur

mobilen Energieversorgung an. Sie erzeugen Strom aus einer Wärmedifferenz. Selbst die menschliche Körperwärme lässt sich so nutzen, etwa zum Betrieb von Armbanduhren.

## Powermanagement

Bei begrenzten Ressourcen ist das optimale Konfektionieren, Verwalten und Verteilen von Energie wichtig: die klassische Aufgabe von Powermanagementsystemen. Besonders deutlich wird die Notwendigkeit des Stromsparens bei Akkus. Das Leistungsmanage-

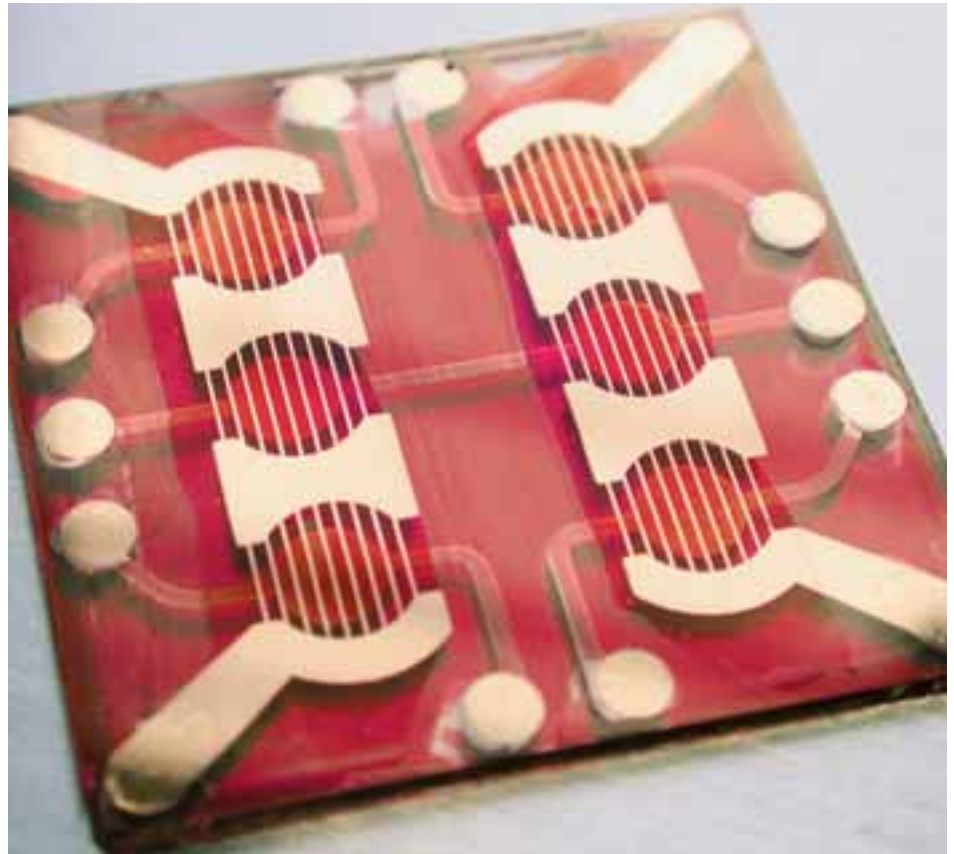
ment bei akkubetriebenen Geräten ist unverzichtbar. So benötigen Lithiumakkus ihren Energienachschub nach einem bestimmten Muster, sonst werden sie beim Laden beschädigt. Einen besonderen Stellenwert nimmt Powermanagement ein, wenn die Energie aus unterschiedlichen Quellen stammt, wenn etwa Batterien mit Thermogeneratoren, Photovoltaik-Elementen oder Brennstoffzellen kombiniert werden. Entsprechende Systeme entstehen beispielsweise an den Fraunhofer-Instituten für Chemische Technologie ICT, für Integrierte Schaltungen IIS und für Solare Energiesysteme ISE.

## Sonnenstrom – vom Traum zur Realität

Strom aus Sonnenlicht war lange ein Traum aller, die nach Autarkie streben, nach Unabhängigkeit von Lieferproblemen. Der Traum ist vielerorts real geworden, was ein Blick auf die Dachlandschaften bestätigt. Die Photovoltaik erlebt insbesondere durch gezielte Markteinführungsprogramme einen Boom. Zurzeit werden weltweit über 1500 Megawatt jährlich neu installiert – mit Wachstumsraten von über 30 Prozent pro Jahr. Experten halten die Deckung von 30 Prozent des deutschen Stromverbrauchs durch Solarstrom in wenigen Jahrzehnten für möglich. Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, das bei der Erforschung der Solarenergie eine weltweit anerkannte Spitzenkompetenz aufweist, liefert viele Beiträge zu dieser Entwicklung.

Solarstrom ist bei netzgekoppelten Anlagen noch vergleichsweise teuer. Die Solarzellenhersteller versuchen daher, über höhere Wirkungsgrade und Materialeinsparung die Kosten zu reduzieren. Die Prozessschritte hierfür werden am Fraunhofer ISE entwickelt. Im Labor gelang es bereits, eine hocheffiziente papierdünne monokristalline Siliziumsolarzelle ( $37\ \mu\text{m}$ ) mit mehr als 20 Prozent Wirkungsgrad herzustellen. Bei multikristallinem Silizium erzielte das Fraunhofer ISE den Weltrekordwirkungsgrad von 20,3 Prozent.

Die Herstellung des Siliziumgrundmaterials, aus denen die Wafer vereinzelt werden, steht am Anfang der Solarzellenfertigung. Hier bringt das Fraunhofer IISB seine Kompetenzen auf dem Gebiet der Kristallzüchtung ein.



Organische Solarzellen lassen sich auf flexible Folien aufbringen; damit eröffnen sich neue Anwendungsbereiche.

## Photovoltaik mit Verbesserungen im Detail

Mit dem Ziel, die im Labormaßstab produzierten hocheffizienten PV-Zellen schneller in die industrielle Herstellung überzuführen, errichteten die Solarforscher in Freiburg das Photovoltaik-Technologie-Evaluationscenter PV-TEC. Das produktionsorientierte Dienstleistungszentrum wurde im Wesentlichen vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) unterstützt. Solarzellen-, Wafer- und Modulhersteller sowie Anlagenbauer können hier Prozesse, Materialien und Anlagen analysieren und weiterentwickeln.

Kristallines Silizium als Material für Solarzellen ist zerbrechlich. Bei der Verarbeitung werden Wafer und Zellen mechanisch und thermisch belastet, und selbst eine Bruchrate von einem Prozent verursacht in einer typischen Produktionslinie pro Jahr Kosten von rund einer Million Euro. Am Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM untersuchten die Forscher zahlreiche Prozessschritte wie Handling, Ätzen, Metallisierung und Hochtemperaturprozesse. Die Modifikation der Prozessführung ergab deutlich reduzierte Bruchraten und damit niedrigere Kosten.



Neue Herstellungsverfahren für dünnere Solarzellen helfen dabei, Material zu sparen und die Stromkosten zu senken.



Im Siebdruckverfahren hergestellte transparente Solarzellen erlauben es, ästhetische Bedürfnisse mit Stromerzeugung zu verbinden.



Auch die Weiterentwicklung von Einzelkomponenten wie der Glasabdeckung bietet Verbesserungen für Solarmodule. In einem Verbundprojekt mit den Unternehmen Merck KGaA und Flabeg GmbH entwickelten die Fraunhofer-Institute für Silicatforschung ISC und für Solare Energiesysteme ISE ein Verfahren, das Glas dauerhaft zu entspiegeln und damit den Wirkungsgrad des Gesamtsystems weiter zu erhöhen.

Letztlich muss bei allen Produkten das Recycling berücksichtigt werden. Dies betrifft besonders Bauteile wie Solarmodule, die einen hohen Anspruch an den ökologischen Nutzen haben und zudem wertvolle Materialien wie kris-

tallines Silizium, Tellur, Selen und Indium enthalten. Am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT entwickelt man zusammen mit Industriepartnern ein geeignetes Recyclingverfahren.

### Sonnenwärme – neue Einsatzfelder

Thermische Solaranlagen haben bereits einen hohen Entwicklungsstand erreicht, bieten aber im Detail noch Potenzial zur Verbesserung, etwa eine architektonisch interessante Farbgebung oder eine Schmutz abweisende Beschichtung. Besonders interessant sind neue Anwendungsgebiete, die

weit über das Erwärmen von Brauchwasser hinausgehen: Am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE entstanden mit Förderung durch die EU Kollektorsysteme für den Einsatz in Meerwasserentsalzungssystemen. Die kompakten und unkomplizierten Anlagen absolvieren ihre ersten Einsätze bereits auf Gran Canaria, in Ägypten, Jordanien und Marokko.

Auch zur Klimatisierung von Räumen lässt sich die Sonne einsetzen: Sorptionsgestützte Klimaanlage mit Solar Kollektoren, wie sie am Fraunhofer ISE entwickelt wurden, haben den Vorteil, dass ihre Energiequelle, die Sonne, genau dann zur Verfügung steht, wenn auch der größte Bedarf an Kühlung vorhanden ist.

Drei Aspekte zeichnen diesen »Kraftstoff der zweiten Generation« im Vergleich zum klassischen Biodiesel auf Pflanzenölbasis aus: Er lässt sich ohne Motoranpassungen nutzen, bei der Herstellung fällt – ebenso wie bei dem Verfahren aus dem Fraunhofer IVV – kein Glycerin an, und es können Altöle und Fette unterschiedlichster Zusammensetzung als Ausgangsstoffe dienen.

## Biodiesel – eine Alternative

Im Zuge der Klimaveränderung und der Verteuerung fossilen Kraftstoffs wird die Produktion von landwirtschaftlich erzeugten Treibstoffen diskutiert. Eine Untersuchung des Fraunhofer-Instituts für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI zeigt Vor- und Nachteile auf, erkennt aber durchaus ökonomische Vorteile für Unternehmen, die Biodiesel herstellen oder verwenden. Die EU will den Anteil von Biosprit bis zum Jahr 2010 gegenüber heute mehr als verdoppeln.

Die Herstellung von Biodiesel aus Rapsöl birgt Verbesserungspotenziale, die am Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV aufgegriffen wurden. Hier entstand ein neues Verfahren, bei dem kein Glycerin als Abfallstoff anfällt und kein giftiges Methanol, sondern Ethanol zugesetzt wird. Die Qualität des so erzeugten Kraftstoffs ist einwandfrei.

Noch plausibler ist es, Treibstoffe aus Abfällen zu erzeugen. Hier setzt ein Verfahren an, das vom Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT entwickelt und patentiert wurde. Mit dem greasoline®-Konzept können Altöle und -fette zu biogenem Diesel umgesetzt werden.

## Holz als Energieträger

Holz dürfte der älteste Energielieferant des Menschen sein, und heute erlebt das biogene Material bei uns als Brennstoff eine Renaissance. Zur Nutzung in größerem Stil bieten sich in erster Linie Holzabfälle an, wie sie vor allem bei der Möbel- und Parketherstellung anfallen. Zur energie- und umwelttechnischen Bewertung der Holzverbrennung verfügt das Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI über besondere Erfahrungswerte. So verbesserten die Forscher die Verbrennungstechnik in Holzkraftwerken und entwickelten Entsorgungskonzepte für Holzrasche und Filterstäube.

[Aus Raps kann Biosprit erzeugt werden. Fraunhofer-Forscher optimieren den Herstellungsprozess und die Produktqualität.](#)



Zur Praxiseinführung dezentraler Anlagensysteme mit Kraft-Wärme-Kopplung im kleinen bis mittleren Leistungsbereich konzipierte und realisierte das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF im Auftrag der Holzindustrie Templin GmbH ein komplettes 5-MW-Holzheizkraftwerk mit ORC-Prozess. Eine weitere Anlage mit innovativer Wirbelschichtfeuerung wird gerade realisiert.

## Biogas – nichts bleibt ungenutzt

Faulungsprozesse in Kläranlagen sollen den Klärschlamm reduzieren und erzeugen Biogas. Auch hier gibt es Potenziale zur Optimierung. Am Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB entwickelten die Forscher das Hochlastfaulen, ein biotechnisches Verfahren, das zu einer deutlich höheren Ausbeute an Biogas führt. Untersuchungen am Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT zeigten, dass die Verwendung von Schmelzkarbonatbrennstoffzellen gegenüber der bisherigen Verwertung der Biogase in Motoren zu einem erheblich höheren Wirkungsgrad bei der Stromerzeugung führt.



Zu schade zum Abfackeln:  
Moderne Anlagen verwenden  
Biogas, z. B. aus Kläranlagen,  
zur Stromerzeugung.

## Unterstützung für die Windenergie

Die Windenergie erlebte in den letzten Jahren weltweit einen enormen Aufschwung. Der Trend geht vor allem zu Offshorewindparks, die auf offener See gebaut werden. Das bedeutet: Es werden größere Windräder gebraucht, und die Anforderungen an Sicherheit und Zuverlässigkeit von Konstruktion und Technik steigen.

Deshalb fügten zwei Institute ihre komplementären Kompetenzen zusammen: Die Fraunhofer-Institute für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM und für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF bauen gemeinsam in Bremerhaven das Fraunhofer-Center für Windenergie und Meerestechnik CWMT auf. Ziel des Engagements ist es, die Industrie bei der Bewertung der Zuverlässigkeit von kompletten Anlagen und deren Komponenten über die gesamte Einsatzdauer zu unterstützen.

Um dem wachsenden Bedarf an einschlägigen technologischen Fragen zu entsprechen, haben zehn Fraunhofer-Institute das Fraunhofer-Netzwerk Windenergie gegründet. Sie bieten aus einer Hand, was Industrie und Energiewirtschaft an Know-how im Bereich Windenergie brauchen. Die Schwerpunkte:

- Steuerungskonzepte zur Integration großer wechselnder Einspeisungen
- Betriebsführungskonzepte für netzgekoppelte Systeme und Insel-systeme
- Optimierung von Design, Konstruktion, Fertigung, Installation und Zuverlässigkeit
- Prüfung und Auslegung von Werkstoffen, Bauteilen und deren Verbindungen

Offshorewindkraftanlagen gewinnen an Bedeutung. An die Technik werden wegen des hohen Aufwands für eine Wartung höchste Anforderungen hinsichtlich Funktionalität und Zuverlässigkeit gestellt.



# Wer macht was? Die Kompetenzen der Fraunhofer-Institute von A bis Z

- Die Fraunhofer-Einrichtung besitzt zu diesem Thema Kernkompetenz.
- Die Fraunhofer-Einrichtung besitzt zu diesem Thema ergänzende Kompetenz.

Unter diesen Nummern finden Sie den richtigen Ansprechpartner auf den nachfolgenden Adressenseiten

autarke Energieversorgung  
Batterien, elektrische Speicher  
Betriebsführung und Management von Energieübertragungs- und -verteilssystemen  
Biomasse, energetische Verwertung  
Brennstoffzellen  
effiziente Energiewandlung  
elektrische Antriebe  
energetische Bausanierung  
Energiedatenmanagement  
energieeffiziente Fassadensysteme  
Energienmanagement für elektronische Geräte, Leistungselektronik

	Bauphysik IBP	Chemische Technologie ICT	Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF	Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB	Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI	Informations- und Datenverarbeitung IITB/AST	Integrierte Schaltungen IIS	Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie ISB	Keramische Technologien und Systeme IKTS	Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS	Physikalische Messtechnik IPM	Silicatforschung ISC	Siliziumtechnologie ISIT	Solare Energiesysteme ISE	System- und Innovationsforschung ISI	Technologie-Entwicklungsgruppe TEG	Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT	Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI	Werkstoffmechanik IWM	Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP	Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
autarke Energieversorgung						●			●		●		○	●			○	●			○
Batterien, elektrische Speicher		●				○			○			●	●	●			○	●			●
Betriebsführung und Management von Energieübertragungs- und -verteilssystemen						●								●							
Biomasse, energetische Verwertung	○	●	●	●	●				●					○			●				
Brennstoffzellen	○	●	●	○			○		●			●		●	○		○	●	●		●
effiziente Energiewandlung			●	○					●		○	○		●		●	●	●			
elektrische Antriebe			●				●								○						
energetische Bausanierung	●	●									○			●							
Energiedatenmanagement						●	●						○								
energieeffiziente Fassadensysteme	●												●	●							
Energienmanagement für elektronische Geräte, Leistungselektronik		●			○	○	●	●		●	●			●				●			●

Die hier aufgeführten Institute zeichnen sich durch besondere Kompetenzen im Bereich Energietechnik aus. Selbstverständlich steht den Auftraggebern bei Bedarf das Know-how aller 56 Fraunhofer-Institute zur Verfügung.

Ihr Fraunhofer-Experte stellt gern den nötigen Kontakt her. Wenn Sie mehr über die Kompetenzen der Fraunhofer-Institute wissen wollen, fordern Sie unsere kostenlose Informationsbroschüre an: Fraunhofer von A bis Z. Sie können sich auch im Internet informieren. Die Adresse: [www.fraunhofer.de](http://www.fraunhofer.de)

Unter diesen Nummern finden Sie den richtigen Ansprechpartner auf den nachfolgenden Adressenseiten

Energiemanagement für Versorger und Unternehmen  
 Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik  
 integrierte Energiesysteme  
 Kraftwerkstechnik, Fernwärme  
 Mikroenergie-technik  
 regenerative Energiequellen  
 Solarenergie, Photovoltaik  
 Studien, Trendforschung  
 Thermoelektrik  
 Versorgungskonzepte, Versorgungsnetze  
 Wärmespeicher, Kältespeicher  
 Wasserstofftechnologie  
 Windenergie

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Bauphysik IBP	Chemische Technologie ICT	Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF	Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB	Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI	Informations- und Datenverarbeitung IITB/AST	Integrierte Schaltungen IIS	Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB	Keramische Technologien und Systeme IKTS	Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS	Physikalische Messtechnik IPM	Siliciumforschung ISC	Siliziumtechnologie ISIT	Solare Energiesysteme ISE	System- und Innovationsforschung ISI	Technologie-Entwicklungsgruppe TEG	Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT	Verkehrs- und Infrastruktursysteme VI	Werkstoffmechanik IWM	Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP	Zuverlässigkeit und Mikointegration IZM
●			●			●								●	○		●	●			
●							○			●				●	●		○				
○			●			●		○	●	●			●	●	○		●	●			
●			●	○	●	●						○		●	○		●	●	●	●	
●							●	●	●		●	●	●	●		●					●
●																					
●			●			●					●			●			●	●			
●	●	●				○								●			●	●			
●		●		○					○				●	●	○			●	●		
○			●		●	●	○	○				○	○	○	●		●	●		●	

# Fraunhofer-Service mit System

Unternehmen aller Größen und Branchen nutzen die Fraunhofer-Institute als externe Hightech-Labors für Entwicklungsaufgaben und spezielle Dienstleistungen sowie als kompetente Berater in organisatorischen und strategischen Fragen. Professionelles Projektmanagement und Verfahren des Qualitätsmanagements führen zu Ergebnissen, die sich in der Praxis bewähren. Die Lösung kommt dabei aus einer Hand: Für den Auftraggeber koordiniert der Energieverbund bei Bedarf das gesamte Netzwerk der 56 Fraunhofer-Institute.

## Systemlösungen aus einer Hand

Wir entwickeln, realisieren und optimieren Verfahren, Produkte und Anlagen bis zur Einsatz- und Marktreife.

Wir unterstützen Sie bei der Einführung neuer Organisationsformen und Technologien in den Betrieb durch

- Erprobung in Demozentren mit modernster Geräteausstattung,
- Schulung der beteiligten Mitarbeiter vor Ort,
- Serviceleistungen, auch nach der Einführung des neuen Verfahrens.

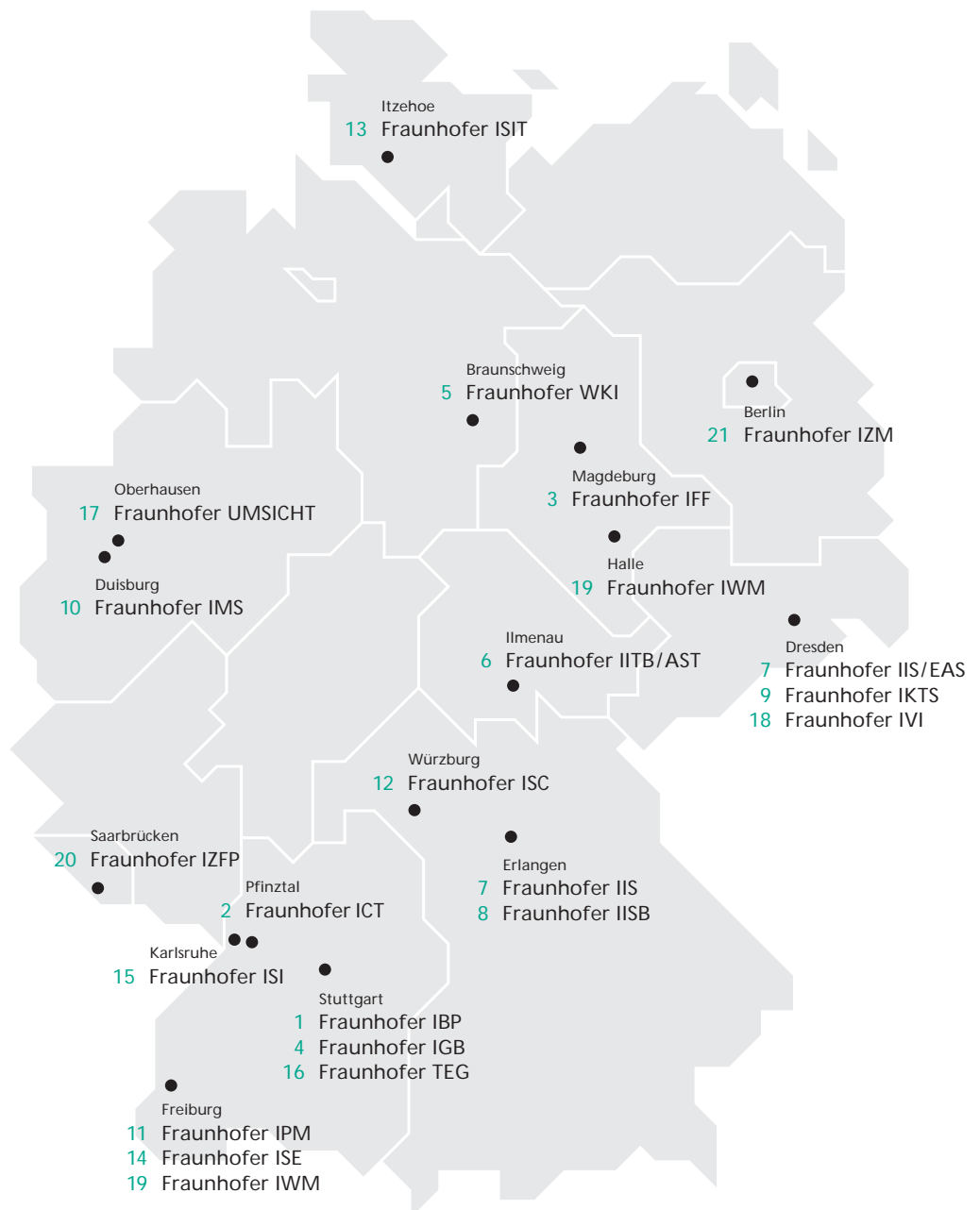
Wir beraten Sie im Vorfeld einer Forschungsk Kooperation bei Ihren Innovationsvorhaben durch

- Machbarkeitsstudien,
- Marktbeobachtungen,
- Trendanalysen,
- Wirtschaftlichkeitsberechnungen,
- Information über Fördermöglichkeiten, besonders über Mittelstandsförderung.

Bei uns können Sie auch die Dienste akkreditierter Prüflabors in Anspruch nehmen und sich die Einhaltung verbindlicher Normen bestätigen lassen.

Die hier aufgeführten Fraunhofer-Institute zeichnen sich durch besondere Kompetenzen im Bereich Energietechnik aus.

Wenden Sie sich bitte direkt an die Ansprechpartner in den Instituten. Anschriften und Telefonnummern finden Sie auf den Seiten 21–25.



# Experten und Kontaktadressen

## Fraunhofer-Verbund Energie

Vorsitzender:  
Prof. Dr. Eicke R. Weber  
Telefon: +49 (0) 7 61 / 45 88-51 20  
Fax: +49 (0) 7 61 / 45 88-91 20  
eicke.weber@ise.fraunhofer.de

Stellvertretender Vorsitzender:  
Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser  
Telefon Stuttgart:  
+49 (0) 7 11 / 9 70-30 00  
Telefon Holzkirchen:  
+49 (0) 80 24 / 6 43-67  
gerd.hauser@ibp.fraunhofer.de

Geschäftsführer:  
Dr. Thomas Schlegl  
Telefon: +49 (0) 7 61 / 45 88-54 73  
Fax: +49 (0) 7 61 / 45 88-94 73  
thomas.schlegl@ise.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für  
Solare Energiesysteme ISE  
Heidenhofstraße 2  
79110 Freiburg  
www.energie.fraunhofer.de

Beteiligt sind die  
Fraunhofer-Institute für

- Bauphysik IBP, Stuttgart
- Chemische Technologie ICT, Pfinztal
- Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg
- Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, Stuttgart
- Informations- und Datenverarbeitung IITB – Anwendungszentrum Systemtechnik AST, Ilmenau
- Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB, Erlangen
- Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden
- Solare Energiesysteme ISE, Freiburg
- System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe
- Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Oberhausen

Schwerpunkte der Verbundarbeit:

- Effizienztechnologien (Brennstoffzellen, KWK-Technologien und Gasbereitstellung, gebäudebezogene Technologien, Leistungselektronik)
- Erneuerbare Energien (Solarenergie, Biomasse, Windkraft)
- Gebäude und Komponenten
- Planung und Betriebsführung integrierter Energiesysteme (KWK und KWKK-Verbünde, Gebäude, verteilte Stromerzeugung)
- Elektrische Speicher und Mikroenergietechnik (Lithiumtechnologie, Brennstoffzellensysteme)

1

## Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Postfach 80 04 69  
70504 Stuttgart  
Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart  
Telefon: +49 (0) 7 11 / 9 70-00  
Fax: +49 (0) 7 11 / 9 70-33 95  
info@ibp.fraunhofer.de  
www.ibp.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser  
Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

**Institutsteil Holzkirchen**  
Postfach 11 52  
83601 Holzkirchen  
Fraunhoferstraße 10  
83626 Valley/Oberlindern  
Telefon: +49 (0) 80 24 / 6 43-0  
Fax: +49 (0) 80 24 / 6 43-66  
info@hoki.ibp.fraunhofer.de  
www.bauphysik.de

**Projektgruppe Kassel**  
Gottschalkstraße 28a  
34127 Kassel  
Telefon: +49 (0) 5 61 / 8 04-18 70  
Fax: +49 (0) 5 61 / 8 04-14 87  
info-ks@ibp.fraunhofer.de  
www.ibp.fraunhofer.de

### Ansprechpartner

Hans Erhorn  
Telefon: +49 (0) 7 11 / 9 70-33 80  
Fax: +49 (0) 7 11 / 9 70-33 99  
hans.erhorn@ibp.fraunhofer.de

2

## Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7  
76327 Pfinztal (Berghausen)  
Telefon: +49 (0) 7 21 / 46 40-0  
Fax: +49 (0) 7 21 / 46 40-1 11  
info@ict.fraunhofer.de  
www.ict.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner

### Ansprechpartner

Dr. Michael Krausa  
Telefon: +49 (0) 7 21 / 46 40-4 44  
michael.krausa@ict.fraunhofer.de

4

## Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart  
Telefon: +49 (0) 7 11 / 9 70-40 01  
Fax: +49 (0) 7 11 / 9 70-42 00  
info@igb.fraunhofer.de  
www.igb.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr. Herwig Brunner  
Telefon: +49 (0) 7 11 / 9 70-40 00  
Fax: +49 (0) 7 11 / 9 70-40 06  
herwig.brunner@igb.fraunhofer.de  
Stellvertretung:  
Prof. Dr. Walter Trösch  
Telefon: +49 (0) 7 11 / 9 70-42 20  
walter.troesch@igb.fraunhofer.de

### Ansprechpartnerin

Dr. Claudia Vorbeck  
Telefon: +49 (0) 7 11 / 9 70-40 31  
claudia.vorbeck@igb.fraunhofer.de

3

## Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Sandtorstraße 22  
39106 Magdeburg  
Telefon: +49 (0) 3 91 / 40 90-0  
Fax: +49 (0) 3 91 / 40 90-5 96  
info@iff.fraunhofer.de  
www.iff.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr.-Ing. habil.  
Michael Schenk

### Ansprechpartner

Dr.-Ing. Lutz Hoyer  
Telefon: +49 (0) 3 91 / 40 90-3 51  
Fax: +49 (0) 3 91 / 40 90-3 70  
lutz.hoyer@iff.fraunhofer.de

5

## Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm- Klauditz-Institut, WKI

Bienroder Weg 54 E  
38108 Braunschweig  
Telefon: +49 (0) 5 31 / 21 55-0  
Fax: +49 (0) 5 31 / 35 15 87  
info@wki.fraunhofer.de  
www.wki.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr. Rainer Marutzky

### Ansprechpartner

Dr.-Ing. Jochen Aderhold  
Telefon: +49 (0) 5 31 / 21 55-4 24  
Fax: +49 (0) 5 31 / 35 15 87  
jochen.aderhold@wki.fraunhofer.de

6

**Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung IITB – Anwendungszentrum Systemtechnik AST**

Am Vogelherd 50  
98693 Ilmenau  
Telefon: +49 (0) 36 77 / 4 61-0  
Fax: +49 (0) 36 77 / 4 61-100  
info@ast.iitb.fraunhofer.de  
www.ast.iitb.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr.-Ing. habil.  
Jürgen Wernstedt

**Ansprechpartner**

Dr.-Ing. Peter Bretschneider  
Telefon: +49 (0) 36 77 / 4 61-1 02  
peter.bretschneider@ast.iitb.fraunhofer.de

7

**Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS**

Am Wolfsmantel 33  
91058 Erlangen  
Telefon: +49 (0) 91 31 / 7 76-0  
Fax: +49 (0) 91 31 / 7 76-999  
info@iis.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Heinz Gerhäuser  
Prof. Dr.-Ing. Günter Elst

**Institutsteil Entwurfsautomatisierung EAS**

Zeunerstraße 38  
01069 Dresden  
Telefon: +49 (0) 351 / 46 40-7 01  
Fax: +49 (0) 3 51 / 46 40-7 03  
info@eas.iis.fraunhofer.de  
www.eas.iis.fraunhofer.de

**Ansprechpartner**

Dipl.-Ing. Peter Spies  
Telefon: +49 (0) 9 11 / 5 80 61-63 63  
Fax: +49 (0) 9 11 / 5 80 61-63 98  
peter.spies@iis.fraunhofer.de

8

**Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB**

Schottkystraße 10  
91058 Erlangen  
Telefon: +49 (0) 91 31 / 7 61-0  
Fax: +49 (0) 91 31 / 7 61-3 90  
info@iisb.fraunhofer.de  
www.iisb.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Heiner Ryssel

**Ansprechpartner**

Dr.-Ing. Bernd Fischer  
Telefon: +49 (0) 91 31 / 7 61-1 06  
Fax: +49 (0) 91 31 / 7 61-1 02  
bernd.fischer@iisb.fraunhofer.de

9

**Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS**

Winterbergstraße 28  
01277 Dresden  
Telefon: +49 (0) 3 51 / 25 53-5 19  
Fax: +49 (0) 3 51 / 25 53-6 00  
info@ikts.fraunhofer.de  
www.ikts.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr. rer. nat. habil.  
Alexander Michaelis

**Ansprechpartnerin**

Dipl.-Chem. Katrin Schwarz  
Telefon: +49 (0) 3 51 / 25 53-7 20  
Fax: +49 (0) 3 51 / 25 54-1 14  
katrin.schwarz@ikts.fraunhofer.de

14

**Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE**

Heidenhofstraße 2  
79110 Freiburg  
Telefon: +49 (0) 7 61 / 45 88-0  
Fax: +49 (0) 7 61 / 45 88-90 00  
info@ise.fraunhofer.de  
www.ise.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr. Eicke R. Weber

**Ansprechpartnerin**

Karin Schneider M. A.  
Telefon: +49 (0) 7 61 / 45 88-51 47  
Fax: +49 (0) 7 61 / 45 88-93 42  
karin.schneider@ise.fraunhofer.de

15

**Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI**

Breslauer Straße 48  
76139 Karlsruhe  
Telefon: +49 (0) 7 21 / 68 09-0  
Fax: +49 (0) 7 21 / 68 91 52  
info@isi.fraunhofer.de  
www.isi.fraunhofer.de

Leitung (kommissarisch):  
Prof. Dr. rer. nat. Hariolf Grupp  
Dr. rer. nat. Thomas Reiß

**Ansprechpartner**

Bernd Müller  
Telefon: +49 (0) 7 21 / 68 09-1 00  
bernd.mueller@isi.fraunhofer.de

16

**Fraunhofer-Technologie-Entwicklungsgruppe TEG**

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart  
Telefon: +49 (0) 7 11 / 9 70-35 00  
Fax: +49 (0) 7 11 / 9 70-39 99  
info@teg.fraunhofer.de  
www.teg.fraunhofer.de

Leitung: Dr.-Ing. Dietmar Wiese

**Ansprechpartner**

Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Axel Storz  
Telefon: +49 (0) 7 11 / 9 70-36 60  
Fax: +49 (0) 7 11 / 9 70-36 40  
axel.storz@teg.fraunhofer.de

17

**Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT**

Osterfelder Straße 3  
46047 Oberhausen  
Telefon: +49 (0) 2 08 / 85 98-0  
Fax: +49 (0) 2 08 / 85 98-12 90  
info@umsicht.fraunhofer.de  
www.umsicht.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr.-Ing.  
Eckhard Weidner

**Ansprechpartner**

Dr.-Ing. Christian Dötsch  
Geschäftsfeldleiter Energiesysteme  
Telefon: +49 (0) 2 08 / 85 98-11 95  
Fax: +49 (0) 2 08 / 85 98-14 23  
christian.doetsch@umsicht.fraunhofer.de



10

**Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS**

Finkenstraße 61  
47057 Duisburg  
Telefon: +49 (0) 2 03 / 37 83-0  
Fax: +49 (0) 2 03 / 37 83-2 66  
info@ims.fraunhofer.de  
www.ims.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr. rer. nat.  
Anton Grabmaier  
anton.grabmaier@ims.fraunhofer.de

**Ansprechpartner**

Dipl.-Ing. Martin van Ackeren  
Telefon: +49 (0) 2 03 / 37 83-1 30  
Fax: +49 (0) 2 03 / 37 83-2 66  
martin.vanackeren@ims.fraunhofer.de

11

**Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM**

Heidenhofstraße 8  
79110 Freiburg  
Telefon: +49 (0) 7 61 / 88 57-0  
Fax: +49 (0) 7 61 / 88 57-2 24  
info@ipm.fraunhofer.de  
www.ipm.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr. Elmar Wagner

**Ansprechpartner**

Dr. Harald Böttner  
Telefon: +49 (0) 7 61 / 88 57-1 21  
Fax: +49 (0) 7 61 / 88 57-2 24  
harald.boettner@ipm.fraunhofer.de

12

**Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC**

Neunerplatz 2  
97082 Würzburg  
Telefon: +49 (0) 9 31 / 41 00-0  
Fax: +49 (0) 9 31 / 41 00-1 99  
info@isc.fraunhofer.de  
www.isc.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr. Gerhard Sextl

**Ansprechpartnerin**

Beatrix Dumsky  
Telefon: +49 (0) 9 31 / 41 00-1 06  
Fax: +49 (0) 9 31 / 41 00-3 99  
beatrix.dumsky@isc.fraunhofer.de

13

**Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT**

Fraunhoferstraße 1  
25524 Itzehoe  
Telefon: +49 (0) 48 21 / 17-0  
Fax: +49 (0) 48 21 / 17-42 50  
info@isit.fraunhofer.de  
www.isit.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr. Anton Heuberger

**Ansprechpartner**

Claus Wacker  
Telefon: +49 (0) 48 21 / 17-42 14  
claus.wacker@isit.fraunhofer.de

18

**Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI  
Teilinstitut des Fraunhofer IITB**

Zeunerstraße 38  
01069 Dresden  
Telefon: +49 (0) 3 51 / 46 40-8 01  
Fax: +49 (0) 3 51 / 46 40-8 03  
info@ivi.fraunhofer.de  
www.ivi.fraunhofer.de

Leitung: Dr.-Ing.  
Matthias Klingner (kommissarisch)

**Ansprechpartnerin**

Dr.-Ing. Mareike Schneider  
Telefon: +49 (0) 3 51 / 46 40-6 56  
Fax: +49 (0) 3 51 / 46 40-8 03  
mareike.schneider@ivi.fraunhofer.de

19

**Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM**

**Institutsteil Freiburg**  
Dr. Thomas Hollstein  
Wöhlerstraße 11  
79108 Freiburg  
Telefon: +49 (0) 7 61 / 51 42-0  
Fax: +49 (0) 7 61 / 51 42-1 10  
info@iwf.fraunhofer.de  
www.iwf.fraunhofer.de

**Institutsteil Halle**  
Prof. Dr. Ralf Wehrspohn  
Heideallee 19  
06120 Halle  
Telefon: +49 (0) 3 45 / 55 89-0  
Fax: +49 (0) 3 45 / 55 89-1 01  
info@iwmh.fraunhofer.de  
www.iwmh.fraunhofer.de

Gesamtleitung:  
Prof. Dr. Peter Gumbsch  
Telefon: +49 (0) 7 61 / 51 42-1 00  
peter.gumbsch@iwf.fraunhofer.de  
Prof. Dr. Ralf Wehrspohn  
Telefon: +49 (0) 3 45 / 55 89-0  
ralf.wehrspohn@iwf.fraunhofer.de

**Ansprechpartner**

Thomas Götz  
Telefon: +49 (0) 7 61 / 51 42-1 53  
thomas.goetz@iwf.fraunhofer.de

20

**Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP**

Universität, Gebäude 37  
66123 Saarbrücken  
Telefon: +49 (0) 6 81 / 93 02-0  
Fax: +49 (0) 6 81 / 93 02-59 01  
info@izfp.fraunhofer.de  
www.izfp.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr. rer. nat.  
Dr. h. c. mult. Michael Kröning

**Ansprechpartner**

Martin Stenger M. A.  
Telefon: +49 (0) 6 81 / 93 02-39 98  
martin.stenger@izfp.fraunhofer.de

21

**Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM**

Gustav-Meyer-Allee 25, Geb. 17.2  
13355 Berlin  
Telefon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 00  
Fax: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 11  
info@izm.fraunhofer.de  
www.izm.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. e. h.  
Herbert Reichl

**Ansprechpartner**

Dr. Robert Hahn  
Telefon: +49 (0) 30 / 4 64 03-6 09  
Fax: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 23  
robert.hahn@izm.fraunhofer.de

## Weitere erwähnte Institute und Forschungseinrichtungen

### Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

Bartningstraße 47  
64289 Darmstadt  
Telefon: +49 (0) 61 51 / 7 05-1  
Fax: +49 (0) 61 51 / 7 05-2 14  
info@lbf.fraunhofer.de  
www.lbf.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

### Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP

Winterbergstraße 28  
01277 Dresden  
Telefon: +49 (0) 3 51 / 25 86-0  
Fax: +49 (0) 3 51 / 25 86-1 05  
info@fep.fraunhofer.de  
www.fep.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr. Günter Bräuer

### Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM

Formgebung und Funktionswerkstoffe

Wiener Straße 12  
28359 Bremen  
Telefon: +49 (0) 4 21 / 22 46-0  
Fax: +49 (0) 4 21 / 22 46-3 00  
info@ifam.fraunhofer.de  
www.ifam.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse

### Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST

Bienroder Weg 54 E  
38108 Braunschweig  
Telefon: +49 (0) 5 31 / 21 55-0  
Fax: +49 (0) 5 31 / 21 55-9 00  
info@ist.fraunhofer.de  
www.ist.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Dr. Günter Bräuer

### Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV

Giggenhauser Straße 35  
85354 Freising  
Telefon: +49 (0) 81 61 / 4 91-0  
Fax: +49 (0) 81 61 / 4 91-4 91  
info@ivv.fraunhofer.de  
www.ivv.fraunhofer.de

Leitung (kommissarisch):  
Prof. Dr. Horst-Christian Langowski

## Fraunhofer-Kooperationen mit Kernkompetenzen im Bereich Energietechnik

### Fraunhofer-Innovationsthema Mikroenergietechnik

Kontakt:  
Dr. Christopher Hebling  
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE  
Heidenhofstraße 2  
79110 Freiburg  
Telefon: +49 (0) 7 61 / 45 88-51 95  
Fax: +49 (0) 7 61 / 45 88-91 95  
info@mikroenergietechnik.de

Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für

- Chemische Technologie ICT, Pfinztal
- Integrierte Schaltungen IIS, Erlangen
- Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden
- Physikalische Messtechnik IPM, Freiburg
- Silicatforschung ISC, Würzburg
- Siliziumtechnologie ISIT, Itzehoe
- Solare Energiesysteme ISE, Freiburg
- Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Berlin und die
- Technologie-Entwicklungsgruppe TEG, Stuttgart

### Fraunhofer-Team Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle

Kontakt:  
Dr. Michael Krausa  
Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT  
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7  
76327 Pfinztal (Berghausen)  
Telefon: +49 (0) 7 21 / 46 40-4 44  
Fax: +49 (0) 7 21 / 46 40-3 18  
michael.krausa@ict.fraunhofer.de

Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für

- Chemische Technologie ICT, Pfinztal
- Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, Stuttgart
- Integrierte Schaltungen IIS, Erlangen
- Solare Energiesysteme ISE, Freiburg
- System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe
- Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Berlin

### Fraunhofer-Netzwerk Windenergie

Kontakt:  
Dr. Mario Ragwitz  
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI  
Breslauer Straße 48  
76139 Karlsruhe  
Telefon: +49 (0) 7 21 / 68 09-1 57  
Fax: +49 (0) 7 21 / 68 09-2 72  
info@windenergie.fraunhofer.de

Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für

- Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg
- Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI, Braunschweig
- Informations- und Datenverarbeitung IITB, Karlsruhe
- Integrierte Schaltungen IIS, Erlangen
- Solare Energiesysteme ISE, Freiburg
- System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe
- Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM, Kaiserslautern
- Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP, Saarbrücken sowie das
- Fraunhofer-Center für Windenergie und Meerestechnik CWMT, Bremerhaven

### Fraunhofer-Center für Windenergie und Meerestechnik CWMT

Am Lunedeich 158  
27572 Bremerhaven  
Telefon: +49 (0) 4 71 / 90 26 29-0

Kontakt:  
Dr. Hans-Gerd Busmann  
Telefon: +49 (0) 4 71 / 90 26 29-10  
Fax: +49 (0) 4 71 / 90 26 29-19  
busmann@cwmt.fraunhofer.de

### Fraunhofer-Netzwerk Intelligente Energienetze

Kontakt:  
Dr. Harald Schöffler  
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE  
Heidenhofstraße 2  
79110 Freiburg  
Telefon: +49 (0) 7 61 / 45 88-54 27  
Fax: +49 (0) 7 61 / 45 88-91 27  
harald.schaeffler@ise.fraunhofer.de

Dr. Peter Bretschneider  
Fraunhofer-Anwendungszentrum Systemtechnik IITB/AST  
Am Vogelherd 50  
98693 Ilmenau  
Telefon: +49 (0) 36 77 / 4 61-1 02  
Fax: +49 (0) 36 77 / 4 61-1 00  
peter.bretschneider@ast.iitb.fraunhofer.de

Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für

- Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg
- Informations- und Datenverarbeitung IITB – Anwendungszentrum Systemtechnik AST, Ilmenau
- Integrierte Schaltungen IIS, Erlangen
- Integrierte Schaltungen IIS, Institutsteil Systemautomatisierung EAS, Dresden
- Solare Energiesysteme ISE, Freiburg
- Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM, Kaiserslautern
- Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Oberhausen und die
- Technologie-Entwicklungsgruppe TEG, Stuttgart

## Fraunhofer-Kooperationen mit ergänzenden Kompetenzen im Bereich Energietechnik

### Fraunhofer-Themenverbund Verkehr

Verbandsprecher:  
Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen  
Fraunhofer-Institut für Materialfluss  
und Logistik IML  
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2–4  
44227 Dortmund

Geschäftsstelle:  
Dipl.-Ing. Michael Kuchenbecker  
Telefon: +49 (0) 2 31 / 97 43-3 71  
Fax: +49 (0) 2 31 / 97 43-3 72

Beteiligt sind die  
Fraunhofer-Institute für

- Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen SCAI, Sankt Augustin
- Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart
- Bauphysik IBP, Stuttgart
- Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt
- Chemische Technologie ICT, Pfinztal
- Experimentelles Software Engineering IESE, Kaiserslautern
- Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg
- Informations- und Datenverarbeitung IITB, Karlsruhe
- Integrierte Schaltungen IIS (ATL), Erlangen
- Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS, Sankt Augustin
- Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI, Freiburg
- Materialfluss und Logistik IML, Dortmund
- Physikalische Messtechnik IPM, Freiburg
- Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK, Berlin
- Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart
- Rechnerarchitektur und Softwaretechnik FIRST, Sankt Augustin
- Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM, Kaiserslautern
- Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI, Dresden
- Werkstoffmechanik IWM, Freiburg
- Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP, Saarbrücken

### Fraunhofer-Innovationsthema Integrierte Leichtbausysteme

Kontakt:  
Dr. Thomas Hollstein  
Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM  
Wöhlerstraße 11  
79108 Freiburg  
Telefon: +49 (0) 7 61 / 51 42-121  
thomas.hollstein@  
iwm.fraunhofer.de

Beteiligt sind die  
Fraunhofer-Institute für

- Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt
- Chemische Technologie ICT, Pfinztal
- Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Bremen
- Integrierte Schaltungen IIS, Erlangen
- Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden
- Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI, Freiburg
- Lasertechnik ILT, Aachen
- Produktionstechnologie IPT, Aachen
- Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM, Kaiserslautern
- Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Oberhausen,
- Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI, Dresden
- Werkstoffmechanik IWM, Freiburg
- Werkstoff- und Strahltechnik IWS, Dresden
- Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Chemnitz
- Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP, Saarbrücken und die
- Technologie-Entwicklungsgruppe TEG, Stuttgart

## Impressum

Redaktion  
Dr. Martin Thum (verantw.)  
Christa Schraivogel (Bild)

Layout  
visuelle kommunikation  
Adelbert Ilg, München

Bildquellen  
Titel rechts: Rainer Weisflog  
Seite 2: Fraunhofer UMSICHT/  
Stadtwerke Herne  
Seite 9 unten: Fraunhofer IKTS/  
Bayer AG  
Seite 10: MVV Energie  
Seite 16: MEV  
Seite 17 oben: Rainer Weisflog  
Seite 17 unten: Wolfgang Steche/  
VISUM

Alle anderen Abbildungen:  
© Fraunhofer-Gesellschaft

Bei Abdruck ist die Einwilligung  
der Redaktion erforderlich.

Anschrift der Redaktion  
Fraunhofer-Gesellschaft  
Presse und Öffentlichkeitsarbeit  
Dr. Martin Thum  
Hansastraße 27c  
80686 München  
Telefon: +49 (0) 89 / 12 05-13 67  
martin.thum@zv.fraunhofer.de

Bestellung von Publikationen:  
publikationen@fraunhofer.de

Aus dieser Reihe sind aktuell  
folgende Broschüren erhältlich:

- Produktion
- Informations- und Kommunikationstechnik
- Fraunhofer-Vision – Lösungen für maschinelles Sehen
- Reinigungstechnik
- Innovatives Bauen
- Medizin und Gesundheit
- Mobilität und Verkehr
- Energietechnik

Forschungsfelder und Kontaktadressen aller Fraunhofer-Institute und Fraunhofer-Verbünde sind über das Internet abrufbar. Die Adresse der Fraunhofer-Homepage lautet: [www.fraunhofer.de](http://www.fraunhofer.de)

Allgemeine Anfragen:  
info@fraunhofer.de

Informationen zu ausgewählten  
Referenzprojekten:  
[www.fraunhofer.de/kompetenzen](http://www.fraunhofer.de/kompetenzen)

© Fraunhofer-Gesellschaft,  
München 2006

Absender

Name \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Abteilung \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

Postleitzahl, Ort \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_

bitte  
freimachen

Absender

Name \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Abteilung \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

Postleitzahl, Ort \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_

bitte  
freimachen

Antwort

**Fraunhofer-Gesellschaft**  
**Presse und Öffentlichkeitsarbeit**  
**Hansastrasse 27 c**  
**80686 München**

Antwort

## Kontakt-Karte

- Bitte nehmen Sie mit mir telefonisch Kontakt auf.
- Bitte schlagen Sie mir einen Besuchstermin vor.

Bitte schicken Sie mir weitere Informationen über das umseitig angegebene Fraunhofer-Institut:

- Institutsprospekt
- Jahresbericht des Instituts
- Informationen zu folgendem Thema


## Service-Karte

Ich bin an Informationen über folgende Forschungsgebiete der Fraunhofer-Gesellschaft interessiert:

- Werkstofftechnik, Bauteilverhalten
- Produktionstechnik,
- Fertigungstechnologien
- Informations- und Kommunikationstechnik
- Mikroelektronik, Mikrosystemtechnik
- Prüftechnik, Sensoren
- Verfahrenstechnik
- Energie- und Bautechnik,
- Umwelt- und Gesundheitsforschung
- Technisch-Ökonomische Studien, Informationsvermittlung

Bitte schicken Sie mir folgende Publikationen:

- Probeexemplar »Fraunhofer Magazin« (aktuelle Berichte aus der Fraunhofer-Forschung, vierteljährlich)
- »Die Fraunhofer-Gesellschaft im Profil – Auftrag, Leistung, Perspektiven«
- Aktueller Fraunhofer-Jahresbericht
- Ich bin an der regelmäßigen Zusendung des Fraunhofer-Jahresberichts interessiert.

## Die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt anwendungsorientierte Forschung zum unmittelbaren Nutzen für Unternehmen und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand. Im Auftrag und mit Förderung durch Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder werden zukunftsrelevante Forschungsprojekte durchgeführt, die zu Innovationen im öffentlichen Nachfragebereich und in der Wirtschaft beitragen.

Mit technologie- und systemorientierten Innovationen für ihre Kunden tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Dabei zielen sie auf eine wirtschaftlich erfolgreiche, sozial gerechte und umweltverträgliche Entwicklung der Gesellschaft.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, in anderen Bereichen der Wissenschaft, in Wirtschaft und Gesellschaft.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt derzeit rund 80 Forschungseinrichtungen, davon 56 Institute, an über 40 Standorten in ganz Deutschland. Rund 12 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von über 1,2 Milliarden €. Davon fallen mehr als 1 Milliarde € auf den Leistungsbereich Vertragsforschung.

Für rund zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft Erträge aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Ein Drittel wird von Bund und Ländern beigesteuert, um damit den Instituten die Möglichkeit zu geben, Problemlösungen vorzubereiten, die in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mitglieder der 1949 gegründeten und als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft sind namhafte Unternehmen und private Förderer. Von ihnen wird die bedarfsorientierte Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft mitgestaltet.

Namensgeber der Gesellschaft ist der als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreiche Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826).

Steigende Energiepreise werden zu einem wesentlichen Kostenfaktor in Industrie und privatem Leben. Daher wächst das Interesse an Technologien, die den Energieverbrauch senken. Die Forscher der Fraunhofer-Institute bieten Lösungen in allen Größenordnungen – von der Kraftwerkstechnik über Fahrzeugtechnik bis hin zur Mikroenergie-technik für elektronische Produkte.