

weiter.vorn

Das Fraunhofer-Magazin

3/15

Effizient fertigen mit Licht

Informationstechnologie

Geschützter Raum für Daten

Mikroelektronik

System gegen Wirbelsäulenverkrümmung

Energie

Hybride Speicher für die Energiewende



WEITERBILDUNG MIT FRAUNHOFER

- Innovation erleben
- Berufsbegleitend qualifizieren
- Wissensvorsprung sichern

Use your
Smartphone



www.academy.fraunhofer.de

 **Fraunhofer**
ACADEMY

Licht gestaltet



Prof. Dr. Reimund Neugebauer. © Stefanie Aumiller

Licht ist ein Phänomen, das die Menschen seit jeher fasziniert: Es bildet nicht nur den Ursprung des Lebens auf unserem Planeten – die elektromagnetische Strahlung lässt uns auch sehen, sie transportiert Informationen, liefert Energie und dient als universelles Werkzeug in Wissenschaft und Industrie. Bereits Galileo Galilei versuchte, die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts zu messen, aber auch Forscher wie Friedrich Johannes Kepler, Isaac Newton, Joseph von Fraunhofer oder Max Planck ergründeten die besonderen Eigenschaften der elektromagnetischen Strahlung. Nobelpreisträger Albert Einstein sagte sogar, dass er »den Rest seines Lebens darüber nachdenken werde, was Licht ist«.

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse über das Licht haben zahlreiche Gebiete der Forschung entscheidend beeinflusst. Sie ermöglichen ein besseres Verständnis des Kosmos, führen zu neuen Behandlungen in der Medizin und helfen, die Umwelt zu vermessen. Lichttechnologien bilden auch die Grundlage für zahlreiche Anwendungen, ohne die unser Alltag nicht mehr denkbar wäre – wie Glasfasernetze, Laser, Solarzellen oder Leuchtdioden. Licht ist eine wichtige Basis für die moderne Informationsgesellschaft und ermöglicht effiziente Fertigungsverfahren. All dies hat die Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur UNESCO dazu bewogen, 2015 zum internationalen Jahr des Lichts zu ernennen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist dem Thema Licht auf ganz besondere Weise verbunden. Schon ihr Namenpatron Joseph von Fraunhofer entwickelte höchstauflösende optische Teleskope und Spektrometer. 1814 vermaß er erstmals das Spektrum des Sonnenlichts und charakterisiert die darin auftretenden dunklen Absorptionsstreifen, die »Fraunhofer'schen Linien«. Die Forscherinnen und Forscher der Fraunhofer-Gesellschaft leisten auch heute mit ihren Arbeiten zur Erzeugung und Anwendung von Licht in den Bedarfsfeldern Information, Energie, Umwelt, Gesundheit, Sicherheit und Mobilität wichtige Beiträge.

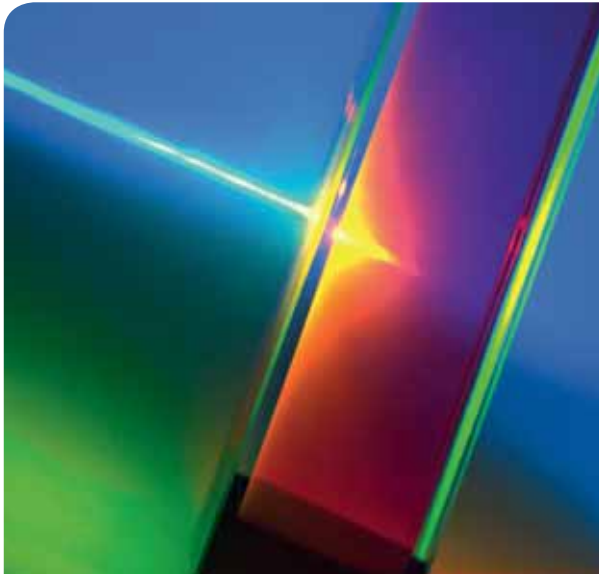
In dieser Ausgabe des Magazins weiter.vorn widmen wir uns mit einem Schwerpunkt dem Thema Licht. Wir zeigen anhand von einigen Beispielen, an welchen aktuellen Projekten

Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher arbeiten. So erfahren Sie in der Titelgeschichte wie sich der Laser als Werkzeug in der ressourceneffizienten Produktion der Zukunft nutzen lässt. Die Kommunikation mit Licht eröffnet auch für die zunehmende Digitalisierung in der Fertigung neue Möglichkeiten. Experten entwickeln Lösungen, um Daten mit Infrarotlicht übertragen zu können. (Seite 16).

Ein weiterer Schwerpunkt dieser Ausgabe ist das Thema Bürgerbeteiligung. Wenn große Projekte wie die Energiewende oder der Umstieg auf Elektromobilität gelingen sollen, müssen die Bürgerinnen und Bürger umfassend informiert und einbezogen werden. Dazu werden neue Kommunikationswerkzeuge und -wege benötigt, wie zum Beispiel das Online-Spiel »Elektr-O-Mat«. Es hilft, das passende Angebot für das jeweilige Mobilitätsverhalten zu bestimmen. Darüber hinaus können Interessenten sich auch an der politischen Meinungsbildung beteiligen. Neue Möglichkeiten, wichtige Informationen zur Verfügung zu stellen, eröffnen Open Data-Lösungen. Sie machen zum Beispiel Daten wie Statistiken, Verkehrsinformationen, Umweltdaten, wissenschaftliche Publikationen, Urteile, Verordnungen oder auch parlamentarische Beschlüsse öffentlich zugänglich und damit nutzbar.

Neue Entwicklungen in der Photonik, innovative Formen der Bürgerbeteiligung – mehr über diese und weitere aktuelle Projekte der Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher erfahren Sie in dieser Ausgabe. Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen.

Ihr



08

Titelthema

Effizient fertigen mit Licht

Für die Produktion der Zukunft spielt Lasertechnik eine Schlüsselrolle.



20

Monitor und Kamera in Einem

In den Datenbrillen werden verbesserte Mikro-OLED-Displays eingebaut.



24

Laser überprüfen Medikamente

Licht sichert die Qualität in der Arzneimittel-Produktion.



34

Offen für jeden

Neue technische Open Data-Lösungen machen Informationen zugänglich.



40

Hauptdarsteller Licht

Die Jahrestagung der Fraunhofer-Gesellschaft stand unter dem Motto »Licht gestaltet«.



52

Hybride Speicher für die Energiewende

Tausende kleiner Batterien und Wärmespeicher werden zu einem virtuellen, großen Speicher zusammengeschaltet.

Inhalt

06 Spektrum

25 Fraunhofer inside

26 Fraunhofer visuell

36 Kompakt

47 International

56 Panorama

57 Personalien

57 Impressum

58 Gründerwelt

Titelthema

- 08 Effizient fertigen mit Licht**
Fügen, messen, drucken in 3D, präzise bohren – Laser lassen sich in allen Branchen der produzierenden Industrie einsetzen.

Photonik

- 14 Licht im Fokus der Forschung**
Interview mit dem Vorsitzenden des Fraunhofer-Verbunds Light & Surfaces Professor Andreas Tünnermann.
- 16 Maschinen mit Licht steuern**
Daten mit Infrarotlicht übertragen.
- 18 Schlaglöcher und Spurrinnen analysieren**
Laserscanner prüfen die Qualität von Straßen.

- 20 Monitor und Kamera in Einem**
Forscher arbeiten an Smart Glasses für den industriellen Einsatz.
- 22 Mikro-Optik im Brillenbügel**
Neue optische Systeme ermöglichen elegante und schlanke Datenbrillen.
- 24 Laser überprüfen Medikamente**
Laserbasierte Systeme kontrollieren die Fertigung von Arzneimitteln.

Informationstechnologie

- 28 Geschützter Raum für Daten**
Professor Reimund Neugebauer erläutert im Gespräch den Industrial Data Space.
- 30 Landleben 2.0**
Forscher arbeiten an der vernetzten Zukunft für ländliche Regionen.
- 32 Reif fürs elektrische Fahren**
Das Online-Spiel »Elektr-O-Mat« hilft das passende E-Mobil zu finden.

- 34 Offen für jeden**
Datenportale sollen die Informationen aus Behörden und Co. für jedermann nutzbar machen.

Ergebnis

- 38 Fraunhofer weiter auf Erfolgskurs**
Die Fraunhofer-Gesellschaft steigerte 2014 ihr Finanzvolumen auf 2,06 Milliarden Euro.

Jahrestagung

- 40 Hauptdarsteller Licht**
Fraunhofer-Jahrestagung mit Bundespräsident Joachim Gauck als Ehrengast.

Fraunhofer-Preise

- 43 Plasma lässt Wunden schneller heilen**
Mit PlasmaDerm kann man Hauterkrankungen behandeln.
- 44 Natuckautschuk aus Löwenzahn**
Aus Russischem Löwenzahn lassen sich Werkstoffe für Autoreifen gewinnen.

- 45 Der Konzertsaal zum Mitnehmen**
Intelligente Algorithmen erzeugen einen natürlichen dreidimensionalen Raumklang.

- 46 Diamantartige Schichten sparen Treibstoff**
Ein neues Laser-Verfahren ermöglicht die Beschichtung mit hartem Kohlenstoff in Serie.

Produktion

- 48 Edles aus Pulver**
Mit einem neuen Verfahren lassen sich hochwertige Sammlermünzen fertigen.

Mikroelektronik

- 50 Pulse für eine bessere Haltung**
Das EU-Projekt »StimulAIS« setzt auf die Elektrostimulation von Muskeln, um Wirbelsäulenverkrümmung besser zu behandeln.

Energie

- 52 Hybride Speicher für die Energiewende**
Im SmartEnergyLab wird das Zusammenspiel vieler kleiner Speicher erprobt.

Life Sciences

- 54 Gewebeersatz aus Hightech-Fasern**
Regenerative Medizin nutzt körpereigene Zellen, um verletztes Gewebe zu heilen.

Vermessung der Erde

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Festkörperphysik IAF in Freiburg entwickelten zusammen mit spanischen Projektpartnern – dem Instituto Geográfico Nacional und der University of Cantabria – einen empfindlichen Hochfrequenzverstärker für Radioteleskope, die zu Forschungszwecken benutzt werden. Der Verstärker, der bei einer Temperatur von minus 251 Grad Celsius betrieben wird, ist besonders rauscharm und hilft, die Erde vom Weltraum aus genauer zu vermessen als bisher: Die Wissenschaftler nutzen dabei Radiowellen, die von Quasaren ausgesendet und von den Radioteleskopen auf der Erde empfangen werden.

Die Quasare sind riesige schwarze Löcher im Zentrum der Galaxien umgeben von einer Scheibe hell strahlender Materie, die mehrere Milliarden Lichtjahre von der Erde entfernt sind. Wegen ihrer enormen Entfernung scheinen sie von der Erde aus betrachtet punktförmig zu sein und still zu stehen, weshalb sie optimale Fixpunkte zur Vermessung der Erde sind.

Basierend auf Messungen der Radioteleskope ist es beispielsweise möglich, die Länge des Tages, die Bewegung der Erdplatten, der Pole und der Erdachse sehr genau zu ermitteln. Dieses Wissen wird unter anderem dazu genutzt, die Umlaufbahnen von Satelliten genauer zu bestimmen. Die Verstärker-Technologie des IAF ist bei einem neu errichteten Radioteleskop des Instituto Geográfico Nacional im spanischen Yeves im Einsatz.

Über 13 Meter Durchmesser hat die Empfangsschüssel des Radioteleskops im spanischen Yeves. Hier wollen die Forscher den leistungsfähigen Radiowelleneempfänger erstmals einsetzen.

© Instituto Geográfico Nacional



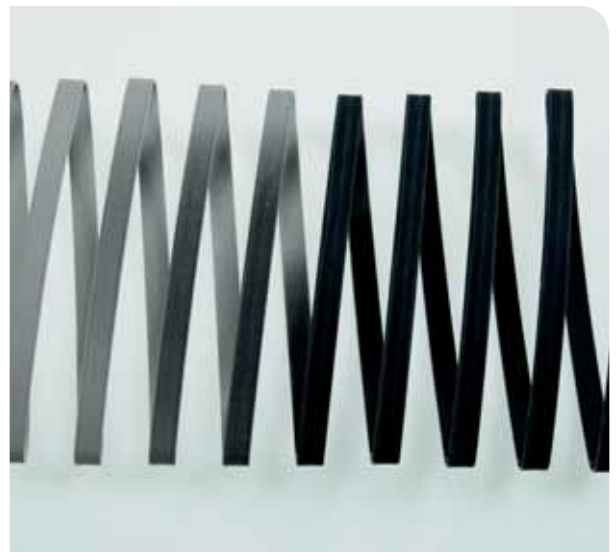
Energiesparen mit Nano-Schichten

Winzige Dimensionen, große Wirkung – Nano-Partikel verfügen über ein besonders großes Verhältnis von Oberfläche zu Volumen. Das macht sie äußerst effizient und reaktiv. Diesen Effekt nutzen Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie ICT in Pfinztal bei Karlsruhe für neuartige Beschichtungen. Dazu arbeiten sie Nano-Wirkstoffe in Polymersysteme ein. Diese Schichten lassen sich einfach wie Farbe oder Lacke auftragen.

In einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF geförderten Projekt entwickelten die ICT-Forscher gemeinsam mit Industrie-Partnern schaltbare, thermochrome Nano-Schichten für Metalldrähte und Bänder. Diese Schichten ändern je nach Temperatur ihre Farbe und können so entweder Wärme absorbieren oder zurückstrahlen. »Liegen die Temperaturen unter 30 Grad Celsius, nimmt die schwarze Schicht Wärme auf. Wird es allerdings wärmer, ändert sich die Farbe. Der nun transparente Lack reflektiert die Infrarot-Strahlen«, erklärt Helmut Schmid vom ICT. So beschichtete Bänder und Drähte sind für Anwendungen in der Architektur interessant. Sie lassen sich verweben und als »wärmeregulierende« Außen-Verkleidung von Wänden und Fassaden nutzen. Sie helfen, die Gebäude passiv zu klimatisieren und so die Betriebskosten zu senken.

Metallband mit Nano-Thermochrom-Beschichtung: Bei Temperaturen über 30 Grad Celsius ist die Schicht transparent und reflektiert Wärme. Ist es kälter, färbt sie sich dunkel und absorbiert Infrarot-Strahlen.

© Fraunhofer ICT



Hautkrebs schnell erkennen

Jedes Jahr erkranken laut der Deutschen Krebsgesellschaft rund 200 000 Menschen an Hautkrebs. Der »Schwarze Hautkrebs« ist aggressiv und lebensbedrohlich. Wird er nicht frühzeitig erkannt, sinken die Heilungschancen. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF entwickelten auf Initiative und gemeinsam mit der Universitätsklinik für Dermatologie und Venerologie Magdeburg sowie den Partnern Dornheim Medical Images GmbH und Hasomed GmbH einen dermatologischen Ganzkörperscanner, der Ärzte künftig bei der aufwändigen Hautdiagnostik unterstützen soll.

Der Scanner ermöglicht eine verbesserte Verlaufsdokumentation jedes einzelnen aufgefallenen Leberflecks. Zu Beginn der Untersuchung wird die Hautoberfläche des Patienten aus verschiedenen Positionen gescannt und in etwa 100 Einzelbilder unterteilt. Zusätzlich erzeugt das Gerät 3D-Messdaten, die mit den 2D-Aufnahmen fusioniert werden. Damit dies funktioniert, integrieren die Experten mehrere 3D-Sensoren in den Scanner. Die Messdaten und Bildaufnahmen lassen sich mit einer Analysesoftware auswerten und durch eine automatische Klassifizierung vorsortieren. Der Dermascanner steht kurz vor der Marktreife, erste Pilotanlagen wurden realisiert.

Mit dem Dermascanner wird die Hautoberfläche des Patienten aus verschiedenen Positionen gescannt und in rund 100 Einzelbilder unterteilt.
© Dirk Mahler / Fraunhofer IFF



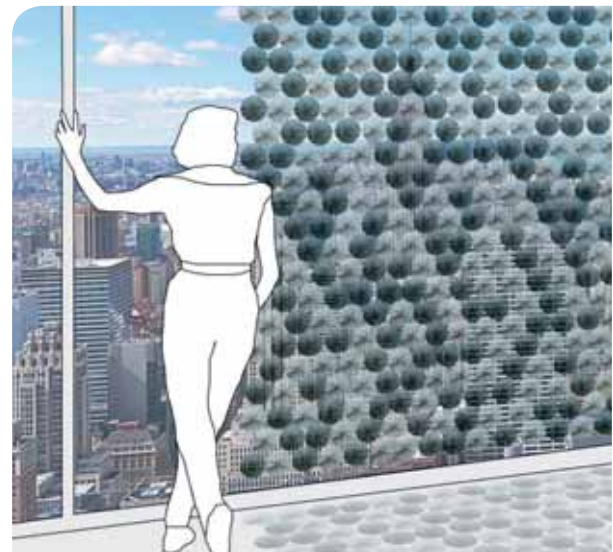
Glasfronten mit Energiespareffekt

Gläserne Bürobauten gehören zu den großen Energiefressern. Sie müssen aufwändig klimatisiert werden. Um den Energieverbrauch zu senken, entwickelten Forscher vom Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Dresden gemeinsam mit dem Fachgebiet Textil- und Flächen-Design der Weißensee Kunsthochschule Berlin Fassadenkomponenten, die autark auf Sonneneinstrahlung und die dadurch entstehende Wärme reagieren. Sie benötigen keinen Strom, sondern nutzen ausschließlich die Wärmeenergie der Sonne für die Steuerung.

Der Demonstrator besteht aus einer Matrix von 72 einzelnen textilen Bauteilen, die wie Blüten aussehen. In diese Module sind Formgedächtnisaktoren integriert, dünne, 80 Millimeter lange Drähte aus einer Nickel-Titan-Legierung, die sich an ihre Ausgangsform erinnern, wenn sie erhitzt werden. Erwärmt sich die Fassade, werden diese Drähte aktiviert. Sie ziehen sich zusammen und öffnen dadurch geräuschlos die textilen Komponenten. Die offene Fläche des Fassadenelements schließt sich und das Sonnenlicht wird abgeschirmt. Verschwindet die Sonne hinter den Wolken, schließen sich die Elemente und die Fassade ist wieder transparent.

Der für großflächige Verglasungen konzipierte Sonnenschutz wird wahlweise an der äußeren Fensterscheibe oder im Zwischenraum einer mehrschichtigen Glasfassade angebracht und bietet vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten.

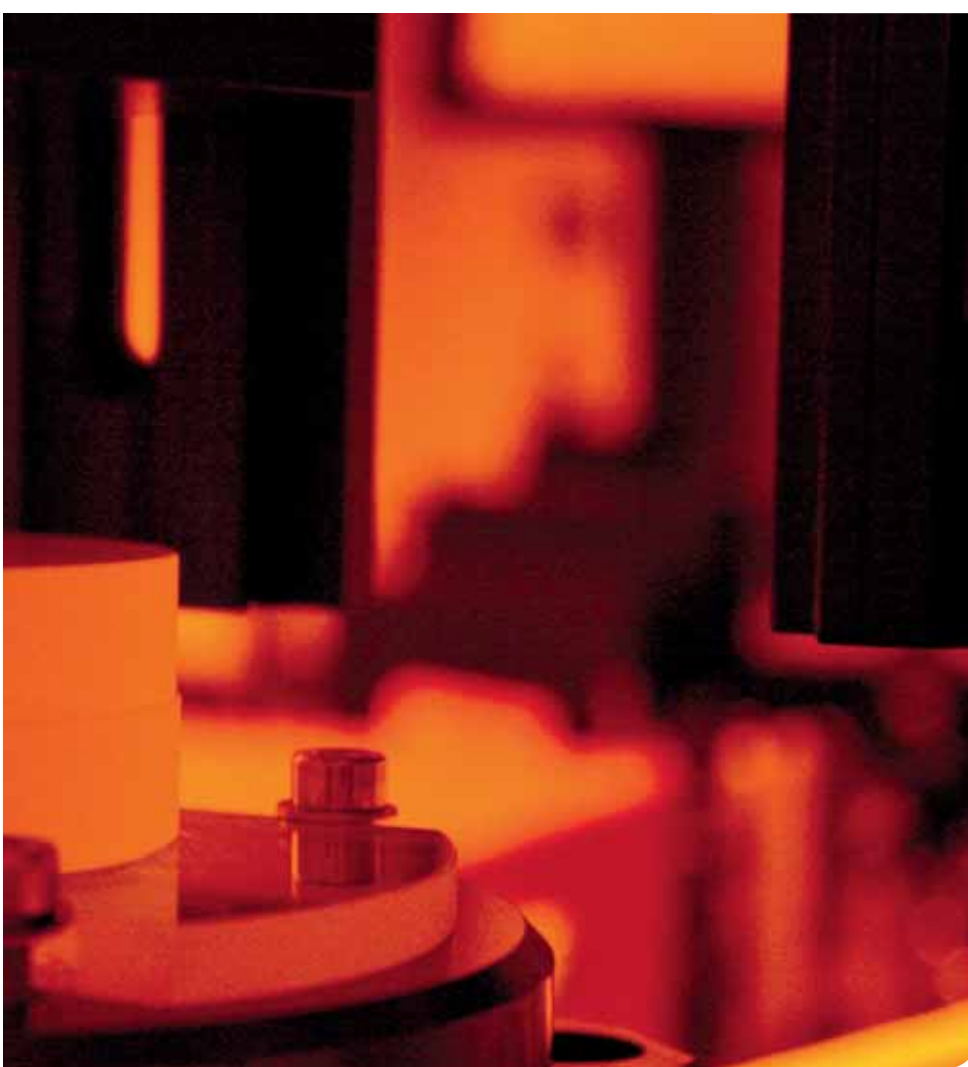
Das Fassadenelement benötigt keine externe Stromversorgung. Es funktioniert auf Basis von integrierten Drähten mit Formgedächtnislegierung.
© Bára Finnsdóttir | Weißensee Kunsthochschule Berlin



Effizient fertigen mit Licht



Für die Fertigung der Zukunft spielen Laser eine Schlüsselrolle. Ob maßgeschneiderter 3D-Druck von Leichtbaukomponenten oder präzise Bohrungen mittels Ultrakurzpulslaser, das Anwendungsspektrum erstreckt sich über alle Branchen der produzierenden Industrie. Gebündeltes Licht ist ein Kernelement der Industrie 4.0, in der die virtuelle digitale Welt mit der realen Fertigung vernetzt ist.



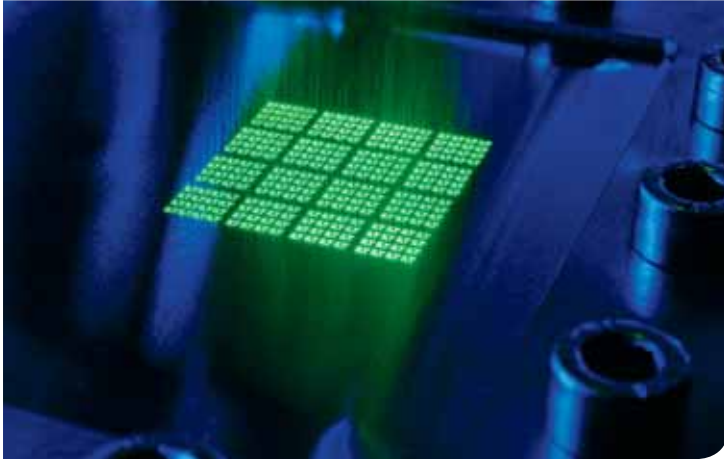
Lokales Schweißen in
Glas mittels ultrakurzer
Laserpulse.
© Fraunhofer IOF

Der Laser ist das Universalwerkzeug in der Produktion: Er schneidet, härtet, schweißt, poliert, misst, erzeugt Mikrostrukturen, spürt Fehler auf oder trägt Material ab. Dabei bestechen Laser durch hohe Präzision und Geschwindigkeit. Im Gegensatz zu mechanischen Werkzeugen arbeitet das gebündelte Licht berührungslos und verschleißt auch bei der Bearbeitung hochfester Stähle oder gehärteter Gläser für Smartphones nicht. Dass Laser heute so breit in der Produktionstechnik eingesetzt werden, ist auch ein Verdienst von Fraunhofer. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler insbesondere aus dem Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces (siehe Kasten Seite 08 und Interview Seite 14) gaben in den vergangenen Jahrzehnten entscheidende Impulse sowohl bei der Entwicklung neuer Laser als auch für ihre Integration in die Produktion. So trugen sie durch Forschung und Entwicklung im Auftrag von Laserherstellern und innovativen Anwendern dazu bei, dass Deutschland heute in diesem Markt eine führende Stellung einnimmt. Nach dem Branchenreport der Verbände Spectaris,

VDMA und ZVEI sowie dem Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF stammen etwa 35 Prozent der weltweit verkauften Strahlquellen und 20 Prozent der Lasersysteme für die Materialbearbeitung aus Deutschland.

Das Potenzial der Laser ist aber noch lange nicht ausgereizt. Fraunhofer-Forscher arbeiten an Lasern der nächsten Generation und machen sie fit für den Einsatz in der Fertigung. Ein Beispiel ist der Hochleistungs-Ultrakurzpuls-Laser (UKP-Laser). Er erzeugt Lichtpulse, die nur wenige Piko- oder Femtosekunden kurz (billionstel oder milliardstel Sekunden), aber sehr energiereich sind. Zum Vergleich: Während ein Lichtstrahl für die Strecke von der Erde bis zum Mond etwa eine Sekunde benötigt, gelangt er in einer Pikosekunde gerade einmal 0,03 Millimeter weit. Wichtige Grundlagen für die Entwicklung und den Einsatz von Ultrakurzpulslasern legten unter anderem Experten des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena und des Fraunhofer-Instituts für

Ultrakurzpulslaser-
Parallelbearbeitung mit
Multistrahlschneidung.
© Fraunhofer ILT



Einspritzventile der Benzin-
Direkteinspritzung.
© Ansgar Pudenz



Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces

Sechs Fraunhofer-Institute bündeln im Verbund Light & Surfaces ihre Kompetenzen auf dem Gebiet der Oberflächentechnik und Photonik. Arbeitsschwerpunkte im Bereich Photonik sind die Entwicklung von Strahlquellen, mikrooptischer und präzisionsmechanischer Systeme, Materialbearbeitung sowie die optische Messtechnik. In dem Verbund engagieren sich die folgenden Institute:

- Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF
- Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT
- Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP
- Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM
- Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST
- Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

 www.light-and-surfaces.fraunhofer.de



Kurze Laserpulse für die
Cold-Spray-Technologie
– High-speed Kupfer-
Beschichtung auf Alu-
minium-Werkstücken.
© Dycomet

Lasertechnik ILT in Aachen. So demonstrierten Wissenschaftler des IOF bereits 2009 einen Ultrakurzpuls laser mit einer Leistung von 830 Watt. 2010 konnten die Aachener Experten des ILT bereits die magische Marke von 1 kW mit einem Femtosekundenlaser überschreiten. Inzwischen wurden am ILT mit einer skalierten Version des Femtosekundenlasers sogar 1,5 kW erreicht. Die Forscher des ILT arbeiten aber nicht nur an der Leistungssteigerung, sondern entwickeln auch maßgeschneiderte Strahlquellen und neue Anwendungen für ultrakurze Laserpulse.

Aber was unterscheidet Ultrakurzpuls laser von herkömmlichen Systemen? »Durch die geschickte Wahl von Pulsdauer, Pulsenergie und der richtigen Fokussierung lässt sich das Material so schnell und so stark erhitzen, dass es verdampft, ohne zu schmelzen«, erläutert Professor Andreas Tünnermann, Vorsitzender des Fraunhofer-Vereins Light & Surfaces und Leiter des IOF in Jena. Der Abtrag erfolgt präzise und nur dort, wo er soll, Mikrometer für Mikrometer. Eine solche »kalte Bearbeitung« ist mit konventionellen Lasern nicht möglich. Letztere erzeugen Wärmeinflusszonen. Trifft ein Laserstrahl zum Beispiel auf Metall, schmilzt das Material teilweise und es können sich Unebenheiten bilden. Das Werkstück muss dann aufwändig nachbearbeitet werden. Das kostet Zeit und Geld.

Produzieren mit Lichtblitzen

Experten nutzen schon seit einigen Jahren ultrakurze Laserpulse, um auch hochempfindliche Materialien präzise und schonend zu bearbeiten. Doch das Verfahren kam lange Zeit meist nur in Forschungslaboren zum Einsatz. Erst seit wenigen Jahren gibt es erste industrielle Anwendungen. So gelang es IOF-Forschern in Zusammenarbeit mit Bosch, Trumpf und der Friedrich-Schiller-Universität Jena, ultrakurze Laserpulse zu einem erfolgreichen Werkzeug der Serienfertigung zu machen. Ein entscheidender Baustein waren die Arbeiten von Prof. Dr. Stefan Nolte, der an der Friedrich-Schiller-Universität sowie am IOF arbeitet. Der Physiker erforschte die Wechselwirkung zwischen Laserstrahlung und Material und schaffte so die wissenschaftliche Basis für die Bearbeitung fast aller Werkstoffe mit den energiereichen, ultrakurzen Laserpulsen. Die beiden Industrie-Unternehmen entwickelten die Technologie weiter und ermöglichten es so, sie in die Fertigungs- und Systemtechnik für industrielle Serienproduktion zu integrieren. Dafür erhielten die Experten 2013 den Zukunftspreis des Bundespräsidenten. Mittlerweile sind UKP-Lasersysteme mit Leistungen bis 1 kW auf dem Markt erhältlich. Sie eröffnen vielen Branchen Wege zu neuen Produkten, die bislang nur äußerst schwierig oder gar nicht herzustellen waren. Die Technik kommt vor allem dort zum Einsatz, wo Werkstoffe besonders schonend und präzise bearbeitet werden müssen. So werden unter anderem extrem feine Düsen für Benzin-Direkteinspritzventile sowie besser verträgliche Stents mit den neuen Lasern gefertigt oder gehärtetes Glas für Displays in Smartphones geschnitten. Die wesentliche Herausforderung ist es nun, die verfügbaren

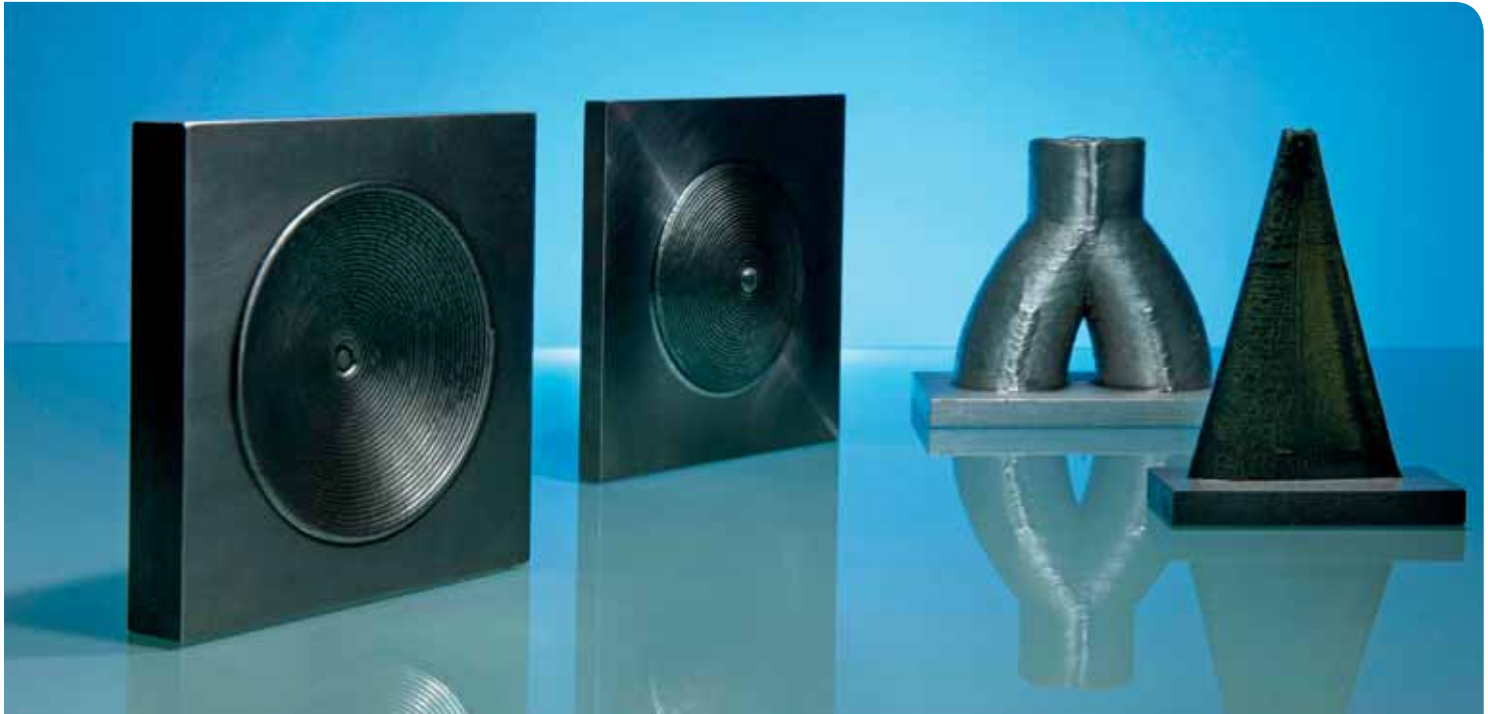
Laserpulse mit geeigneter Prozesstechnik zu kombinieren und so weitere Anwendungen zu erschließen.

Ein mögliches neues Einsatzgebiet für UKP-Laser ist das Strukturieren von Leichtbaumaterialien wie Kunststoffen oder karbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK). Die modifizierten Oberflächen nehmen besser Metallpulver auf. So lassen sich auch Leichtbauwerkstoffe mit dem hocheffizienten Kaltgas-spritzen (Cold-Spray-Technologie) beschichten. Bei diesem Verfahren wird der Werkstoff in Pulverform mit sehr hoher Geschwindigkeit auf das Trägermaterial aufgebracht. Die beschichteten Kunststoffe oder CFK sind vor allem für die Luft- und Raumfahrt sowie den Automobilsektor interessant. Aber auch in der Elektronikbranche ermöglichen sie viele Anwendungen: Auf ein nichtleitendes Gehäuse kann mit der Kaltgas-Spritztechnologie eine Kupferschicht aufgebracht werden, die ohne Lüfter Wärme abführt. In dem EU-Vereinsprojekt »Efficient Manufacturing of Laser Assisted Cold-Sprayed components EMLACS« arbeiten Forscher des ILT gemeinsam mit französischen, niederländischen und deutschen Partnern an der Entwicklung eines entsprechenden Prozesses.

Ultrakurzpuls laser sind insbesondere für das Verarbeiten von Glas interessant, denn sie minimieren Spannungen und somit mögliche Schädigungen wie Rissbildungen. Allerdings sind die Wechselwirkungen zwischen ultrakurzen Laserpulsen und den Absorptionseffekten in transparenten Werkstoffen noch nicht ausreichend erschlossen. Diese Lücke soll das Projekt »Femto Photonic Production« schließen. Ziel ist es, die Grundlagen der Materialbearbeitung von Glas, Saphir und Diamant zu legen. Aufbauend auf diesen Resultaten sollen dann für alle relevanten Materialklassen die optimalen Leistungsparameter für die verschiedenen Laserklassen, angepasste Optiken und Systemlösungen abgeleitet und anschließend in experimentellen Studien gemeinsam mit den Industriepartnern evaluiert werden. Die Ergebnisse sind besonders für die Fertigung von Displays, modernen LEDs oder Leistungstransistoren zum Steuern großer Spannungen oder Ströme interessant. In dem Forschungsvorhaben, das im Oktober 2014 startete, arbeiten Experten des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT mit der RWTH Aachen University, Lehrstuhl für Lasertechnik LLT mit den Strahlquellenherstellern Trumpf, Edgewave und Amphos sowie den Systemanbietern 4Jet, LightFab und Pulsar Photonics zusammen.

Vollkommen neue Fertigungsmöglichkeiten eröffnet das selektive Laserschmelzen (Selective Laser Melting, SLM). Entscheidende Grundlagen für dieses generative Herstellungsverfahren legten Forscherinnen und Forscher des ILT bereits Mitte der 1990er Jahre. Seither haben sie das 1996 patentierte Verfahren kontinuierlich weiterentwickelt. Beim SLM wird das Bauteil direkt aus den computergenerierten Konstruktionsdaten des geplanten Werkstücks (CAD) schichtweise mit Pulver aufgebaut – ohne bindende Zusatzwerkstoffe einzusetzen. Der Ausgangswerkstoff ist meist ein Metallpulver, das entsprechend





Beschichtete und generativ aufgebaute Bauteile aus unterschiedlichen Metalllegierungen.
© Fraunhofer IWS/
Frank Höhler

der berechneten Flächen des CAD-Modells selektiv mit dem Laserstrahl durch lokalen Wärmeeintrag aufgeschmolzen wird. Das Ganze funktioniert im Grunde ähnlich wie ein Drucker, aber in drei Dimensionen. Mittlerweile wird das Verfahren in der Fertigung eingesetzt – etwa im Werkzeugbau, der Medizintechnik sowie der Automobil- und der Luftfahrtindustrie.

Die generative Fertigung bietet zahlreiche Vorteile. Es werden weder spezielle Werkzeuge noch Formen gebraucht. Zudem fällt kaum Abfall an – das überschüssige Pulver lässt sich in der Regel wiederverwenden. Wie ressourcenschonend man im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren mit generativer Laserfertigung produzieren kann, zeigt sich am Beispiel der sogenannten Blade Integrated Disk (Akronym BLISK) Turbinen-Herstellung. Bislang werden diese hochwertigen Teile aus einem riesigen Materialblock herausgefräst. Dabei geht jedoch sehr viel des teuren Werkstoffs verloren. Die schichtweise Herstellung mit Laserauftragschweißen – bei dem ein Laserstrahl auf den Fokus eines Pulverstrahls an der Oberfläche des zu bearbeitenden Bauteils gerichtet wird – bietet darüber hinaus eine nahezu unbegrenzte gestalterische und konstruktive Freiheit. Die Ingenieure können ein Bauteil so entwerfen, dass es seine Funktion optimal erfüllt, ohne darauf zu achten, ob es sich überhaupt herstellen lässt. »Mit der generativen Fertigung lassen sich nahezu beliebig komplexe Geometrien, auch mit internen Strukturen, realisieren. Dadurch können Bauteile funktionsoptimiert ausgelegt werden, ohne Restriktionen bisheriger Fertigungsverfahren berücksichtigen zu

müssen«, betont Dr.-Ing. Wilhelm Meiners vom ILT. Das macht das Verfahren vor allem auch für den Leichtbau interessant. So entwickelten ILT-Forscher per SLM-Verfahren unter anderem einen sehr leichten Querlenkerträger für einen Sportwagen, an dem die Räder einzeln aufgehängt sind. Dank einer Hohlstruktur im Inneren ist er zugleich leichter und stabiler als gegossene oder spanend bearbeitete Bauteile. Wie leistungsfähig die 3D-Technologie im Kunststoffbereich bereits ist, demonstriert Fraunhofer in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Materialise auf der diesjährigen Messe LASER World of Photonics: unter dem Dach des UNESCO-Jahres des Lichtes stellen sie dort in zwei Meter hohen Lettern den Schriftzug »LIGHT«, englisch für »Licht« aber auch für »leicht« aus. Die Besonderheit: Die Buchstaben bestehen aus einer komplex geformten luftigen Gitterstruktur, die per 3D-Druck auf der patentierten Mammut-Stereolithographieanlage des Unternehmens Materialise hergestellt wurde.

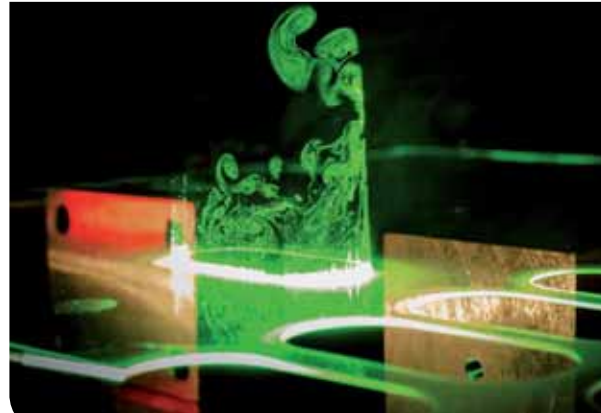
Bislang nutzen Unternehmen die generative Fertigung mit SLM vor allem für kleine metallische Bauteile. Damit sich auch große Komponenten über das Selective Laser Melting ausdrucken lassen, entwickelten Forscher am ILT ein neues Anlagenkonzept. »Statt im SLM-Prozess auf Scannersysteme zu setzen, verwenden wir in unserer Anlage eine Multipot-Bearbeitung – also einen Bearbeitungskopf, aus dem fünf einzelne Laserstrahlen kommen«, erläutert Florian Eibl, Wissenschaftler am ILT. Der Vorteil: Der Schmelzprozess wird dadurch parallelisiert, somit lassen sich selbst große Teile

schnell und ohne zusätzlichen Aufwand produzieren. Das neue Anlagenkonzept wurde im Exzellenzcluster »Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer« entwickelt, konstruiert und aufgebaut. Mit der generativen Fertigung lassen sich sogar thermisch hoch belastete Bauteile aus Nickel-Superlegierungen produzieren. Damit sich solche schwer bis nicht schweißbare Hochleistungswerkstoffe mit gebündeltem Licht bearbeiten lassen, kombinieren Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden das Laser-Pulver-Auftragschweißen mit Induktion. »Durch zusätzlich lokal in das Bauteil eingebrachte Wärme und eine präzise Prozesssteuerung lässt sich die Bildung von Heiß- und Kaltrissen unterdrücken«, erläutert Dr.-Ing. Frank Brückner vom IWS. Nickel-Superlegierungen sind vor allem in stationären Gasturbinen oder Strahltriebwerken im Einsatz. Sie ermöglichen Einsatztemperaturen oberhalb von 700 °C. Mit der neuen Technologie lassen sich auch weitere neuartige Hochleistungswerkstoffe wie zum Beispiel intermetallische Verbindungen aus Titan und Aluminium bearbeiten.

Gebündeltes Licht für die Industrie 4.0

Forscher des IWS Dresden entwickeln seit einigen Jahren Prozesse und die dazu erforderliche Systemtechnik, um in virtualisierten Prozessketten Bauteile direkt aus metallischen Werkstoffen zu erzeugen. In dem Projekt »Additiv-generative Fertigung – AGENT-3D« arbeiten sie daran, Produkte zuerst am Computer zu entwerfen und dann direkt in einem automatisierten Prozess ohne weitere Zwischenschritte einbaufertig herzustellen. Ziel ist es, die additiv-generative Fertigung zur Schlüsseltechnologie der Industrie 4.0 zu entwickeln. Dazu hat sich ein Konsortium mit 75 Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft gebildet. Das Forschungsvorhaben ist Teil des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF geförderten Programms »Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation«. Wie sich Licht als Werkzeug in einer künftig immer stärker digitalisierten Produktion nutzen lässt, wird in Aachen am Forschungscampus »Digital Photonic Production« untersucht. Hinter dem Begriff »Digital Photonic Production« (DPP) steht das Konzept, mit Bits (Computerdaten) Photonen der Laserstrahlung zu steuern und daraus Atome zu Werkstücken zusammenzusetzen – und zwar beliebig komplex und in beliebig geringen Stückzahlen, bei gleichbleibend niedrigen Stückkosten. »Der Laser ist das einzige Werkzeug, das so schnell arbeitet, wie ein Computer denkt«, erläutert Christian Hinke, der die Gruppe für integrative Produktion am Lehrstuhl für Lasertechnik LLT der RWTH Aachen University leitet und die strategisch über die nächsten 15 Jahre vom BMBF geförderte DPP-Initiative koordiniert. Einer der Initiatoren und Sprecher des DPP Forschungscampus ist Professor Reinhart Poprawe, Leiter des ILT.

Am DPP Forschungscampus wird an folgenden Schwerpunkten gearbeitet: Dem Selective Laser Melting, dem Einsatz von Ultrakurzpulslasern und der selektiven Oberflächenbearbeitung mit neuartigen Halbleiter-Strahlquellen, bei denen das Licht



Dünnglasschneiden mit Ultrakurzpulslaser.
© Fraunhofer ILT

senkrecht zur Ebene des Halbleiterchips abgestrahlt wird. Mit solchen VCSE-Lasern (engl. vertical-cavity surface-emitting laser) lassen sich Oberflächen sehr effizient selektiv, d.h. orts aufgelöst veredeln. Das ILT bringt in den Forschungscampus bereits bestehende Aktivitäten ein – etwa den zehn Millionen Euro starken Fraunhofer-Innovationscluster AdaM. In dem Cluster arbeitet das ILT unter anderem mit dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT an generativen Fertigungsverfahren, mit denen sich Komponenten für Flugzeugtriebwerke und Gasturbinen für die Energieerzeugung herstellen lassen. Ein wesentliches Ziel des DPP-Forschungscampus ist es, Grundlagenforschung, angewandte Forschung und Industrie stärker miteinander zu vernetzen. Deshalb testen die Beteiligten neue Formen der Zusammenarbeit, etwa das Immatrikulations-Modell. Hierbei siedeln sich Unternehmen auf dem Campus der Universität an und forschen gemeinsam mit den Wissenschaftlern aus der RWTH Aachen University und von Fraunhofer an Themen, die über das kurzfristige Interesse an neuen Produkten hinausgehen. Die Firmen unterhalten nicht nur kleine Büros auf dem Campus. Ihre Experten sind auch aktiv in Forschung und Fortbildung eingebunden. Das erleichtert den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft: Die Forscher erfahren, wofür sich die Industrie interessiert. Und die Firmen können aktuelle Forschungsergebnisse schneller in neue Produkte umsetzen. An dem Forschungscampus sind Industrieunternehmen wie BMW, MTU, Philips, Siemens und Trumpf sowie kleine und mittelständische Unternehmen wie Amphos, Innolite, ModuleWorks und SLM Solutions beteiligt. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF fördert das Vorhaben insgesamt 15 Jahre mit bis zu zwei Millionen Euro jährlich. Zusätzlich entsteht bis Ende des Jahres ein von privaten Investoren mit über elf Millionen Euro finanziertes Innovationszentrum, in dem interessierte Kooperationspartner aus der Industrie Büroräume und Labore in unmittelbarer Nähe zum ILT anmieten können.

Mit ihren Arbeiten tragen Fraunhofer-Forscherinnen und Forscher dazu bei, die Produktion mithilfe des Werkzeugs Licht fit für die Herausforderungen der Zukunft zu machen. ■

Licht im Fokus der Forschung

Ein Gespräch mit Professor Andreas Tünnermann, dem Vorsitzenden des Fraunhofer-Verbunds Light & Surfaces und Leiter des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena, zu Innovationen mit Licht, neuen Einsatzmöglichkeiten und dem Fraunhofer-Engagement im UNESCO-»Jahr des Lichts«.

Das Gespräch führte Mandy Kühn

Prof. Tünnermann, Sie leiten den Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces: In welchen Bereichen forschen die Fraunhofer-Institute an Lichttechnologien aktuell?

Wir entwickeln photonische und optische Systeme für nahezu alle Bereiche – von der Beleuchtung über den Automobilbereich bis hin zu Photovoltaik, Multimedia und Sicherheit. In der industriellen Produktion zum Beispiel ist Licht als verschleißfreies Werkzeug oder als berührungsloses Messinstrument nicht mehr wegzudenken. Aktuelle Forschungsschwerpunkte sind etwa neue Verfahren für das Laserstrahlschneiden im Hochgeschwindigkeitsbereich. Dabei erreichen wir Taktzeiten, die denen des Stanzens nahekommen. Gegenüber dem Stanzen bietet das hochdynamische Laserschneiden mehr Freiheiten in der Bauteilgestaltung und Materialwahl und erlaubt flexiblere Produktionsprozesse. Zudem lassen sich hohe Werkzeugkosten und ungeplante Produktionsausfälle bei Versagen des Arbeitsgeräts vermeiden. Eine weitere Herausforderung ist die Fertigung von Lithium-Ionen-Batterien in der Automobilindustrie. Hier müssen die verschiedenen Schichten in der Batterie sowie die Leiterbahnen zum Herausführen des Stroms miteinander verbunden werden. Das Laserstrahlschweißen bietet sich dafür als effektive und prozesssichere Füge-technologie an.

In welchen Einsatzgebieten können Laser darüber hinaus Verbesserungen bringen?

Licht wird auch als berührungsloses Messinstrument für die immer höheren Anforderungen an die Maßhaltigkeit metallischer Halbzeuge und Werkstücke eingesetzt. Wichtig ist das vor allem in der Luftfahrt- und Automobilindustrie. Im Verbund haben wir eine neue Generation absolut messender Abstandssensoren für die Dickenmessung von Walzbändern entwickelt. Diese können bis zu 70 000 Dickenmessungen pro Sekunde an Walzbändern bei 210 km/h durchführen.

An der Schwelle zum industriellen Einsatz stehen heute zudem generative Verfahren wie das Selective Laser Melting (SLM). Sie eignen sich dort, wo komplexe Bauteilgeometrien, kurze Reaktionszeiten oder ein ressourcenschonender Umgang mit dem Werkstoff gefragt sind. Ähnlich wie bei einem Laserdrucker, der die gespeicherten Daten zweidimensional auf Papier aufbringt, wird beim SLM auf der Grundlage von CAD-Daten der Werkstoff dreidimensional in Schichten von wenigen zehn Mikrometern aufgetragen. So wächst Schicht für Schicht das Bauteil heran.

Wie engagiert sich Fraunhofer im von der UNESCO ausgerufenen Jahr des Lichts 2015?

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist im Sinne ihres Namenspatrons Partner und Botschafter dieser Initiative. Joseph von Fraunhofer entwickelte die höchstauflösenden optischen Teleskope und Spektrometer seiner Zeit. 1814 beobachtete er erstmals die später nach ihm benannten »Fraunhofer Linien« – dunkle Linien im Sonnenspektrum. Seine Arbeiten zur spektralen Zusammensetzung des Lichts machten Fraunhofer zu einem Mitbegründer der modernen Spektralanalyse. Im Jahr des Lichts engagieren sich die Fraunhofer-Gesellschaft und mehrere Institute mit verschiedensten Aktivitäten. Eine große Licht- und Wissensshow bildete im Januar in der Lichtstadt Jena den Auftakt. Verteilt über das Jahr gibt es mehrere Veranstaltungen, Symposien und Publikationen mit dem Fokus Licht. Zum Beispiel findet vom 22. bis 26. September 2015 das Wissenschaftsfestival »Highlights der Physik« im Stadtzentrum von Jena statt.

Was ist in Ihren Augen die bemerkenswerteste Erfindung in punkto Licht der letzten Jahre?

Hier könnte ich viele Dinge nennen, aber 2014 war in der Tat ein besonderes Jahr für die Photonik als Schlüsseltechnologie





Prof. Dr. Andreas Tünnermann.
© Fraunhofer IOF

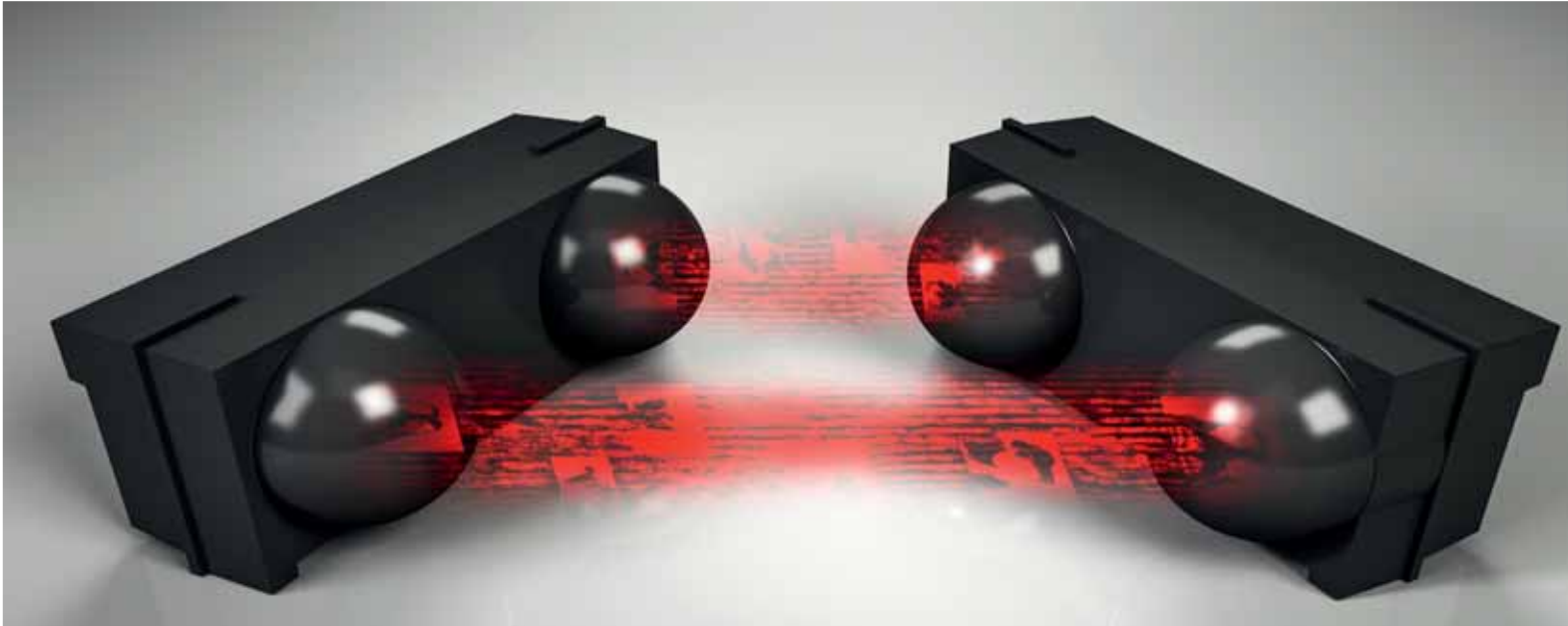
und Treiber gesellschaftlichen Wandels. Zwei Nobelpreise wurden für photonische Technologien vergeben: Akasaki, Amano und Nakamura haben mit der Entwicklung der blauen LED die Beleuchtung in Bezug auf Effizienz und Nachhaltigkeit revolutioniert. Betzig, Hell und Moerner ist es gelungen mikroskopische Methoden zu entwickeln, welche das Abbe-Limit »austricksen« und den Einblick in die Grundbausteine der lebenden Zellen ermöglichen. Beide Nobelpreise revolutionieren etablierte Optik-Technologien mit höchster gesellschaftlicher Relevanz und gigantischem Anwendungspotential.

Fraunhofer vergibt jedes Jahr den Nachwuchspreis »Green Photonics«. Warum ist die nachhaltige Nutzung von Licht so wichtig?

Die nachhaltige Nutzung von Ressourcen mit Hilfe von Licht wird dieses Jahrhundert ebenso revolutionieren wie die Entwicklungen der Elektronik im 20. Jahrhundert. Denn Licht trägt wesentlich zur Lösung dringender Zukunftsfragen bei: Es ermöglicht energie- und ressourceneffiziente Prozesse, bildet die Grundlage für eine CO₂-neutrale Energieerzeugung sowie für eine sichere Ernährung und Trinkwasserversorgung. Zudem erlaubt der Einsatz optischer und optoelektronischer Systeme generell neue Produkte, Verfahren und Prozesse mit höherer Produktivität, Qualität und Umweltverträglichkeit.

Was sind die aktuellen beziehungsweise künftigen Fragestellungen in der Lichtforschung, die es noch zu lösen gilt?

Die Nutzung von Licht eröffnet noch unzählige Einsatzmöglichkeiten, die längst nicht ausgeschöpft sind. In der Lichtforschung müssen und werden wir an den Themen arbeiten, die schon in der Zukunftsstrategie der Bundesregierung genannt sind: digitale Wirtschaft und Gesellschaft, nachhaltiges Wirtschaften und Energie, innovative Arbeitswelt, gesundes Leben, intelligente Mobilität und zivile Sicherheit. Die Photonik muss sich hier den neuen Herausforderungen stellen, um innovativer, effektiver und ressourcenschonender zu sein. So sind etwa die Ansprüche an Systemlösungen gestiegen, die bloße Umsetzung technologischer Neuerungen in Produktionsprozessen reicht nicht mehr aus. Auch gilt es, neue Lösungen für die Bedürfnisse des demographischen Wandels zu finden. Insofern steht die Hinwendung der Wissenschaft zum Phänomen Licht nur am Anfang einer faszinierenden Entwicklung. ■



Maschinen mit Licht steuern

Via Infrarot können Daten drahtlos mit bis zu zehn GBit/s übertragen werden.
© Fraunhofer IPMS

In der Industrie werden Maschinen heute fast ausschließlich über Kabel mit der Leit-zentrale verbunden. Doch Leitungen und Steckverbindungen können mit der Zeit verschleißern. Forscherinnen und Forscher vom Fraunhofer-Institut für Photonische Mikro-systeme IPMS in Dresden entwickelten deshalb eine kabellose Übertragungstechnik, die mit Infrarotlicht arbeitet.

Text: Tim Schröder

Viele Produkte werden heute in Fertigungsstraßen hergestellt, in denen Werkstücke von einer Station zur nächsten wandern. Das können Metallteile sein, die nacheinander gefräst, gebohrt und geschliffen werden, Lebensmittel oder Auto-karosserien, die auf dem Fließband von Roboter zu Roboter gleiten. Für gewöhnlich sind alle Maschinen einer solchen Straße per Kabel mit einer Leitzentrale verbunden, die die gesamte Produktion steuert. Das funktioniert in der Regel sehr gut. Wenn aber ein Produktwechsel ansteht, eine Fertigungs-straße modernisiert oder aus einem anderen Grund umgebaut werden muss, dann wird es schwierig. Datenkabel sind neu zu

verlegen und sicher zu befestigen. Etliche Stecker müssen neu gesteckt werden, ehe die Fertigung wieder anrollen kann.

Daten mit Infrarotlicht übertragen

»Das ist nicht nur zeitraubend, sondern auch fehleranfällig«, sagt Dr. Frank Deicke vom Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS in Dresden, »denn Kabel können brechen und Steckverbindungen sich lösen.« Frank Deicke und sein Team haben deshalb eine alternative Lösung für den Datenaustausch in der Industrie entwickelt. Sie übermitteln

Informationen unter Benutzung von infrarotem Licht – ein Übertragungsweg, der auch in der TV-Fernbedienung zum Einsatz kommt. Die Technik, die Deicke einsetzt, ist allerdings sehr viel leistungsfähiger als die gute alte Fernbedienung, weil die Daten für die Maschinensteuerung sehr viel schneller übertragen werden müssen. Das heute in der Produktion häufig eingesetzte Industrie-Netzwerk, das Industrial Ethernet, arbeitet beispielsweise mit einer Datenrate von bis zu 1,25 Gigabit – mit 1,25 Milliarden Rechensignalen pro Sekunde. Dafür war das Kabel lange konkurrenzlos, weil es für die Industrie kein anderes Verfahren gab, mit dem sich Daten so schnell verschicken ließen – weder per Funk mit WLAN oder Bluetooth noch mit Infrarotlicht.

Die Technologie des Fraunhofer IPMS aber schafft das. »Mit unserem optisch arbeitenden, drahtlosen Übertragungsmodul können auch große Datenmengen in Echtzeit übertragen werden«, betont Deicke. Für komplexe Maschinensteuerungsinformationen ist das essenziell – beispielsweise um detaillierte Bauteilzeichnungen aus einem Computer an eine Fräsmaschine zu schicken. Hinzu kommt, dass das Lichtsignal eine Strecke von bis zu 20 Metern überbrücken kann. Auch das ist für den industriellen Einsatz entscheidend, weil in einer Werkshalle häufig große Distanzen zwischen den Maschinen und der Leitzentrale überbrückt werden müssen.

Um die Montage der neuen Technik zu erleichtern, haben die Dresdner ein System entworfen, das sich nach dem Plug-and-Play-Prinzip einfach in bestehende Steuerungssysteme und Maschineninfrastrukturen integrieren lässt. Der Anwender muss keine Software aufspielen, sondern schließt das Übertragungsmodul einfach an das Ethernet an. Diese Technik setzen Hersteller derzeit unter anderem in Fertigungsstraßen ein. Dort wird sie verwendet, um am Fließband Daten wie zum Beispiel Bordsoftware auf Fahrzeuge zu überspielen. Bislang nutzt man dafür normalerweise Kabel. Diese werden per Hand an den Bordcomputer des Fahrzeugs angeschlossen. Doch dazu muss das Fließband anhalten oder abgebremst werden. Solche Verzögerungen entfallen bei der Kommunikation via Licht. »Mit unserem Verfahren lassen sich sogar große Datenpakete in Sekundenschnelle kabellos übertragen. Das ermöglicht höhere Taktzeiten in der Fertigung«, sagt Deicke.

Neue Kommunikationswege für die Industrie 4.0

Frank Deicke ist davon überzeugt, dass sein neues »Multi-Gigabit-Kommunikationsmodul« auch in anderen Einsatzgebieten großes Potenzial hat. So wird sich im Zuge von Industrie 4.0, der Vernetzung von Maschinen mit dem Internet, in den kommenden Jahren der Bedarf an Datenschnittstellen deutlich erhöhen. Eine kabellose Alternative könnte den Installationsaufwand verringern. Und auch bei Roboteranwen-

dungen ist sie von Vorteil. Industrieroboter sind heute meist über Schleppkabel, Kabelketten oder Schleifkontakte mit der Steuerzentrale verbunden. Da sich die Kabel ständig hin- und herbewegen, verschleifen sie mit der Zeit. Dasselbe gilt für Überwachungskameras, die auf Schlitzen an Produktionslinien entlangfahren. Bei einem Infrarotsystem, das mit einem optischen Empfänger arbeitet, tritt kein Verschleiß auf. Darüber hinaus könnten sich kabellose Schlitzen schneller bewegen.

Dass die Infrarottechnik zuverlässig arbeitet, haben die IPMS-Forscher bereits gezeigt. Seit drei Jahren ist ein Infrarotsystem aus Dresden verfügbar, mit dem sich Daten über wenige Zentimeter zwischen Elektrogeräten wie Smartphones oder Camcordern und Computern übertragen lassen. Das funktioniert problemlos. Um die Lösung für den Einsatz und die höheren Reichweiten in der Industrie fit zu machen, mussten Deicke und seine Kollegen noch ein wenig an der Technik feilen. Schwerpunkte waren dabei die Optik, der Infrarot-Sender und der Empfänger. Weitere Details möchte Frank Deicke nicht verraten, um seine neue Entwicklung zu schützen.

LEDs senden Informationen

Doch nicht nur am IPMS beschäftigen sich Forscher mit der Datenübertragung per Licht. Am Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut HHI in Berlin etwa arbeiten Experten daran, Informationen über ganz gewöhnliche LED-Zimmerlampen zu senden. Der Trick dieser »Visible Light Communication« besteht darin, die LEDs in Sekundenbruchteilen an- und auszuschalten und so Datenbits zu verschicken. Lichtsensoren an Laptops oder Smartphones nehmen dieses ultraschnelle Flackern wahr und verwandeln es zurück in einen Datenstrom. Das menschliche Auge bemerkt das ultraschnelle An- und Ausschalten hingegen nicht.

Auch am Berliner Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM wird die Kommunikation per Licht weiterentwickelt. Gemeinsam mit vielen anderen deutschen und europäischen Forschergruppen perfektionieren die Ingenieure im Projekt Phoxtrout die Datenleitung in Großrechenanlagen und Serverfarmen per Lichtleiter. Heute werden Lichtleiter meist nur für einzelne Teilbereiche eingesetzt, etwa für die Datenleitung zwischen zwei Rechnern. Die Phoxtrout-Partner aber stellen jetzt die ganze Datenverarbeitungskette auf optische Kommunikation um. Sie entwickeln Leiterplatten, auf denen Informations-Bits zwischen einzelnen Prozessoren per Licht übertragen werden. Zudem verknüpfen sie die verschiedenen Leiterplatten in einem Großrechner optisch miteinander. Und auch die optische Kommunikation zwischen verschiedenen Rechnern wird optimiert. Alles in allem soll damit der Stromverbrauch von Großrechenanlagen um die Hälfte sinken. Die Datengeschwindigkeit hingegen wird um ein Vielfaches höher als beim Transport über Kupferkabel sein. ■

Schlaglöcher und Spurrinnen analysieren

Wie ist es um die Qualität der Straßen bestellt? Diese Frage beschäftigt nicht nur Autofahrer, sondern auch Kommunen, Landkreise und den Bund. Ein neuartiger Laserscanner erlaubt die nötigen Bestandsaufnahmen – und zwar ohne Staus zu verursachen.

Text: Janine van Ackeren



Der RoadSTAR prüft seit 1991 Österreichs Straßen, seit 2013 ist er mit dem Messsystem PPS unterwegs (Bild links).

Der Laserscanner (Bild rechts oben) wird an der Stirnseite des Messfahrzeuges angebracht.

Hochauflösendes Straßenoberflächenmodell aus 3D-Laserscan-Daten (Bild rechts unten).
Fotos © AIT Austrian Institute of Technology GmbH



Der Regen prasselt auf das Autodach. Die Scheibenwischer arbeiten auf Hochtouren, dennoch bleibt die Sicht mau. Und in den Spurrillen steht das Wasser und erhöht das Sicherheitsrisiko abermals. Doch wie betroffen sind die jeweiligen Straßen, wenn es um Schäden wie Spurrillen oder Schlaglöcher geht? Das ist eine Frage, die nicht nur die Autofahrer interessiert, sondern auch die zuständigen Behörden. Schließlich gehört das Straßennetz zum Kapital, das gepflegt und erhalten werden will. Eine Bestandsaufnahme, die die öffentlichen Behörden regelmäßig in Auftrag geben, soll einen Überblick liefern: Welche Straßen sind gut erhalten, welche müssen saniert werden? In welchem Maß sind sie von den Schäden betroffen? Wo bestehen Sicherheitsrisiken wie Spurrillen, in denen das Wasser stehen bleibt?

Bislang nutzen die beauftragten Firmen meist einen Messbalken, um den Zustand der Straßen zu untersuchen. Das mehr als drei Meter breite Gerät wird vor ein Auto montiert, etwa 20 bis 30 Zentimeter über der Straße. Doch solche wuchtigen Vermessungsfahrzeuge können den Verkehr behindern und Staus verursachen. Zudem ist das System nicht ganz billig: In dem Scanner stecken etwa 30 bis 40 Abstandssensoren, die jeweils mehrere tausend Euro kosten.

Kaum größer als ein Schuhkarton

Eine kompakte Alternative entwickelten Forscherinnen und Forscher am Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM in Freiburg. »Statt des unhandlichen Balkens verwenden wir einen Laser«, erläutert Dr. Heinrich Höfler, Abteilungsleiter und stellvertretender Institutsleiter am IPM. »Das Besondere: Der Aufbau ist nicht wesentlich größer als ein Schuhkarton.«

Das Prinzip: In dem Kasten, der auf drei Meter Höhe an einem Fahrzeug angebracht ist, befinden sich ein Laser, eine Ablenkvorrichtung, ein Detektor und die entsprechende Auswertelektronik. Der Laser schickt seine Lichtpulse auf die Straßenoberfläche. Hier werden sie reflektiert und vom Detektor empfangen. Je weiter der Weg ist, den das Licht dabei zurücklegen muss, desto länger braucht es dafür. Trifft es also in einem Schlagloch oder einer Spurrille auf, kommt es dementsprechend später am Detektor an als das Licht, das vom ebenen Straßenbelag zurück-

geworfen wird. Damit der Laser die gesamte Straßenbreite von viereinhalb Metern vermessen kann, führt eine Ablenkvorrichtung das Licht entsprechend und lässt es quer über die Straße flitzen. All das geschieht extrem schnell: Zwei Millionen Laserpulse sendet der Laserstrahl pro Sekunde aus. Etwa achthundertmal pro Sekunde wandert er dabei über die gesamte Straßenbreite. Auch die Genauigkeit kann sich sehen lassen: Zwischen 900 und 1 800 Messpunkte liegen auf jeder »Linie«, die der Laser quer über die Straße zieht. Die Messgenauigkeit beträgt 0,2 Millimeter. Weiterer Vorteil des Systems: Es funktioniert sogar bei Geschwindigkeiten von bis zu 80 Kilometern pro Stunde.

Augensicher trotz hoher Laserleistung

Damit Lasersysteme zur Vermessung von Straßen eingesetzt werden können, müssen sie zwei wesentliche Anforderungen erfüllen. Erstens: Der Laserstrahl darf keine Gefahr für die Augen von Passanten darstellen. Deshalb können nur Lasersysteme der Klasse 1 genutzt werden, die für den öffentlichen Raum zugelassen sind. Dennoch muss die Leistung des Lasers sehr hoch sein, denn der Straßenbelag ist alles andere als ein »dankbares« Vermessungsobjekt. Er ist oftmals sehr dunkel und reflektiert damit wenig Licht. Dreht man jedoch die Leistung des Lasers hoch, um auch auf fast schwarzem Belag gute Ergebnisse zu erzielen, hapert es meist an der Augensicherheit.

Die Forscher am IPM wandten einen speziellen Kniff an, um beide Anforderungen unter einen Hut zu bringen. »Wir sind mit der Wellenlänge so weit in den infraroten Bereich gegangen, dass der Laser auch bei hoher Leistung noch augensicher ist«, beschreibt Höfler. Denn das Laserlicht liegt mit seiner Wellenlänge so weit außerhalb des sichtbaren Lichts, dass das menschliche Auge es nicht mehr fokussieren kann. Die Netzhaut wird nicht geschädigt.

Bereits auf den Straßen unterwegs

»Unser Lasersystem ist daher das erste, das von der Bundesanstalt für Straßenwesen zugelassen ist«, freut sich der Forscher. Es ist bereits auf den Straßen unterwegs: So kam das System beispielsweise schon in vielen deutschen Städten

sowie bei der Bauabnahme der A5 zum Einsatz und auch in Indien analysierten die Mitarbeiter des Dienstleisters Lehmann + Partner GmbH mit dem Laserscanner verschiedene Straßen. In Österreich hat das System sogar das gesamte Autobahnnetz gescannt, insgesamt mehr als 4000 Kilometer Fahrbahn.

Momentan arbeiten die Forscher daran, das System zu erweitern: Künftig könnte es dann auch als eine Art Kamera fungieren. »Bislang nutzen wir das Laserlicht nur dazu, den Abstand zur Straße zu ermitteln. In einem weiteren Schritt betrachten wir auch die rückgestreute Lichtmenge, wie es eine herkömmliche Kamera macht«, erklärt Höfler. Um die Auflösung zu erhöhen, integrieren die Wissenschaftler einen zweiten Laser. 2016 soll das erweiterte System auf die Straße kommen. Dann bietet die Kamerafunktion einen großen Vorteil: Sie ist unabhängig von der externen Beleuchtung. Egal, ob die Sonne vom Himmel knallt oder es düstere Nacht ist, der Laserstrahl liefert ein hochauflösendes, gut ausgeleuchtetes Kamerabild. Eine externe Lichtquelle, wie sie bei herkömmlichen Kameras notwendig ist, wird nicht benötigt. »Mit einer solchen Kombination von Querprofilbild und hochauflösendem Kamerabild könnte man selbst feine Risse im Straßenbelag erkennen«, ist sich Höfler sicher.

Hilfreich auch auf Schienen

Der Scanner ist keineswegs auf die Straßen begrenzt – auch auf Schienen ist er von Nutzen, etwa wenn es um die Vermessung des Gleisbetts geht. In der Schweiz wird er bereits auf diese Weise eingesetzt. Ein anderes Einsatzgebiet sind die Züge an sich: Verrutscht etwa die Ladung auf Güterzügen, kann dies zu schwerwiegenden Unfällen führen, beispielsweise wenn der Zug in einen Tunnel fährt. Die italienische Bahn prüft daher momentan verschiedene Systeme, die die Züge dreidimensional vermessen und alles melden, was nicht dem Soll-Zustand entspricht. Unter anderem sind bei den Tests auch mehrere Lasersysteme aus dem IPM im Einsatz: Dabei analysieren jeweils vier Laser die dreidimensionale Form des Zuges. Künftig könnte dann, so der Plan, vor jedem Tunnel auf dem italienischen Gleisnetz ein solches Scansystem stehen – und dabei helfen, Unfälle zu verhindern. ■

Monitor und Kamera in Einem

Der Einsatz von Datenbrillen ist in der Montage, Logistik oder Qualitätssicherung äußerst hilfreich. Mit Blick auf industrielle Anwendungen arbeiten Fraunhofer-Forscher an einer neuen Generation von OLED-Mikrodisplays, die Display- und Kamerafunktionen in sich vereint.

Text: Michaela Neuner

In den Datenbrillen werden verbesserte Mikro-OLED-Displays eingebaut, die bis zu 800 mal 600 Bildpunkte anzeigen können. Integriert sind hier Sensoren für die Auswertung von Augenbefehlen.

© Jürgen Lösel/Fraunhofer FEP



Schaltpläne wie Tapeten an der Wand, Arbeitsanweisungen und Zusatzinformationen vom Computer-Monitor am Schreibtisch, Listen und Laufzettel in der Hand, den Prüfling ausgebreitet auf einem Tisch der Größe von zwei Doppelbetten: Wer Kabelbäume für Kraftfahrzeuge montiert oder auf Vollständigkeit und korrekte Montage überprüft, ist nicht nur ständig zwischen verschiedenen Arbeitsstationen unterwegs, er muss auch eine ganze Reihe unterschiedlicher Informationen miteinander abgleichen – den Sitz der Steckverbindungen am Kabelbaum, dessen Verdrahtung gemäß den Schaltplänen, die vorhandenen Komponenten und den Bestückungsplan. Punkt für Punkt arbeitet er Prüflisten ab, quittiert die Erledigung am Computer, notiert gefundene Mängel und kennzeichnet Fehler, die behoben werden müssen.

»In der Fabrik der Zukunft wird der Prüfer alle Informationen gebündelt genau dort bekommen, wo er sie braucht – direkt am Tisch mit dem Kabelbaum«, prophezeit Bernd Richter, Leiter der Abteilung »IC- und Systemdesign« am Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP in Dresden. Möglich machen das unter anderem hochauflösende Datenbrillen. Sie scannen für ihre Träger, was auf dem Tisch liegt, gleichen den Ist- mit dem Soll-Zustand ab und zeigen ihm Abweichungen an. »Viel schneller und quasi auf einen Blick sieht der Begutachter dann, ob alles

in Ordnung ist oder wo was nicht stimmt und wie er nacharbeiten muss«, erklärt er.

Datenbrillen für Anwendungen in der Industrie 4.0

Der Einsatz von Datenbrillen in der Industrie befindet sich zwar noch ganz am Anfang, doch das wird sich schnell ändern, ist Richter sicher: »Durch die rasante Entwicklung hin zur »Industrie 4.0«, in der Produkte und Produktionssysteme eng miteinander vernetzt sind, steigt auch der Bedarf an neuen Formen, Menschen in diesen Informationsfluss einzubinden. Datenbrillen bieten ideale Voraussetzungen dafür.« Sie blenden Arbeitsanweisungen, prozessrelevante Daten und andere Informationen in die reale Arbeitsumgebung ein. Der Nutzer kann auf diese Informationen zugreifen, ist dabei nicht an einen bestimmten Ort gebunden und hat gleichzeitig die Hände frei für Wartungs- oder Montagearbeiten oder um Bestellungen in einem Logistikzentrum zu kommissionieren. Je nach Anwendung variieren dabei die Anforderungen an die Datenbrillen: »Manche benötigen ein videotaugliches Display. Andere sind mit wenigen Zeilen Text oder Piktogrammen zufrieden, fordern dafür aber lange Akkulaufzeiten. Wieder andere benötigen spezielle, an das Arbeitsumfeld angepasste Funktionen zur Bedienung der Brille«, weiß Richter.

OLED-Mikrodisplay mit integriertem Bildsensor

Die Experten am FEP arbeiten an einem OLED-Mikrodisplay mit integriertem Bildsensor, der solch eine Funktion bietet. Er reagiert auf Blicke: Die Menüsteuerung kann damit Befehle von Augenbewegungen ablesen, ein spezieller Wimpernschlag den Mausclick ersetzen. Wartungstechniker können im virtuellen Handbuch blättern, ohne das Werkzeug aus der Hand legen zu müssen. »Das Eye-Tracking soll nicht die alleinige Lösung sein, um mit der Brille zu interagieren. Als Ergänzung könnten eine Sprach- oder Gestensteuerung integriert werden – je nachdem, was sich für eine Situation oder Anwendung am besten eignet«, stellt Richter klar.

Neben einem hochauflösenden Bildsensor haben die Forscher außerdem zusätzliche Komponenten wie Zeilen- und Spaltendekoder, Helligkeitsregelung, Verstärker und Testbildgeber

in ihr Display eingebettet. »Wir verwenden Silizium als Träger für die organischen Leuchtdioden. Dadurch erreichen wir einerseits extrem hohe Pixeldichten und können andererseits 95 Prozent der benötigten Elektronik in die Silizium-Backplane integrieren, die sonst um das Display herum angeordnet wären«, erklärt Richter. Das macht das System insgesamt deutlich kleiner und kostengünstiger und verringert den Energiebedarf.

Zwar haben die Dresdener Forscher ihr Mikrodisplay mit integrierter Kamera speziell für Datenbrillen entwickelt. Richter sieht daneben jedoch auch noch eine ganze Reihe anderer Einsatzmöglichkeiten, beispielsweise in der Industrie zur automatisierten Mustererkennung oder Fehlerdetektion bei der Kontrolle von Werkstücken, in der Medizin in scheckkartengroßen Schnelltests, die über Fluoreszenzmarker Erkrankungen abklären helfen oder als optischer Fingerprint-Sensor: »Wir könnten beispielsweise mit einer roten OLED die oberen Hautschichten anleuchten und scannen und zusätzlichen mit einem Lichtstreifen im Infrarotbereich in den tieferen Hautschichten Gefäße identifizieren. Das erhöht zum einen die Wiedererkennung und ermöglicht zum anderen die »Lebenddetektion«, mit der sich sicherstellen lässt, dass der gescannte Finger auch zu einem lebenden Menschen gehört«, erklärt Richter, der nicht ausschließen will, dass sich solche Sensorik-Anwendungen unter Umständen sogar schneller umsetzen lassen als Datenbrillen für einen Massenmarkt.

»Unser aktuell vorliegendes Versuchsmuster hat Super Video Graphics Array-Auflösung (SVGA) und ist etwa so groß wie eine Briefmarke. Wir könnten auch OLED-auf-Silizium-Displays in Full-HD, also mit einer Auflösung von 1920 x 1080 Bildpunkten entwerfen. Doch dann würde der Chip in der Regel auch größer und teurer«, erklärt der Spezialist für integrierte Schaltungen. »Dieser Spagat zwischen technischer Machbarkeit, Kosten und Wünschen der Anwender ist der Hauptgrund, warum es bisher kaum Smart Glasses zu kaufen gibt. Auch Google hat sein Modell ja wieder zurückgezogen«, stellt Richter fest. Trotzdem ist er überzeugt, dass Datenbrillen kurz vor dem Durchbruch stehen: »Wobei »kurz« auch mehrere Jahre heißen kann. Denn so lange wird es sicherlich noch dauern, bis alle technischen Probleme gelöst sind und alle Teilkomponenten reif für den Markt sind.« ■

LCD, LCoS oder OLED

Derzeit gibt es verschiedene Mikrodisplays auf dem Markt: Liquid Cristal Displays (LCD) – transmissive Flüssigkristall-Displays, wie sie auch als Computer-Monitore üblich sind – und reflektive Flüssigkristall-Mikrodisplays – Liquid Cristal on Silicon (LCoS) – benötigen eine Hinter- oder Vordergrundbeleuchtung, weil sie Licht nur modulieren. Sie können Licht pixelweise passieren lassen, abdunkeln oder ganz blockieren. Mikrodisplays auf der Basis von Organic Light-Emitting Diodes (OLED) kommen dagegen ohne zusätzliche Beleuchtung aus, denn OLEDs sind selbstleuchtend, was den Bildgeber insgesamt kleiner und leichter macht und im Vergleich zu anderen Technologien den Energiebedarf deutlich verringert.

Mikro-Optik im Brillenbügel

Um den Sprung in den Alltag zu schaffen, müssen Datenbrillen nicht nur brillante Bilder projizieren, sondern auch schlanker und eleganter werden. Eine Schlüsselrolle spielt dabei das optische System, das die virtuellen Bilder vor dem Auge entstehen lässt.

Text: Michaela Neuner

Das World Wide Web ist auch unterwegs meist nur ein Klick entfernt. Doch das mobile Surfen hat einen Nachteil: Smartphones, Tablets und insbesondere Datenbrillen haben meist kleine Displays. Die Folge: Artikel, Blogs, Webauftritte, Bilder und Co. werden oft nur häppchenweise und in Ausschnitten präsentiert. »Das geht auch anders«, meint Dr. Peter Schreiber vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, Jena. Ihm schwebt eine Blickfeld erweiternde Lösung für Smartphones vor, die schlank und elegant ist und am Ende bequem in jede Jackentasche passt.

System gleicht sogar Fehlsichtigkeit aus

Schreiber ist Spezialist für mikrooptische Systeme. Er arbeitet an einem optischen Konzept, das Datenbrillen – für Smartphones und andere Anwendungen – kleiner und leichter macht. Anders als die meisten »schlanken« Smart Glasses, die bereits auf dem Markt sind, zeigt die IOF-Lösung Informationen nicht nur am Blickfeldrand an, sondern überlagert sie im Vollbild mit der realen Umgebung. Die Beson-

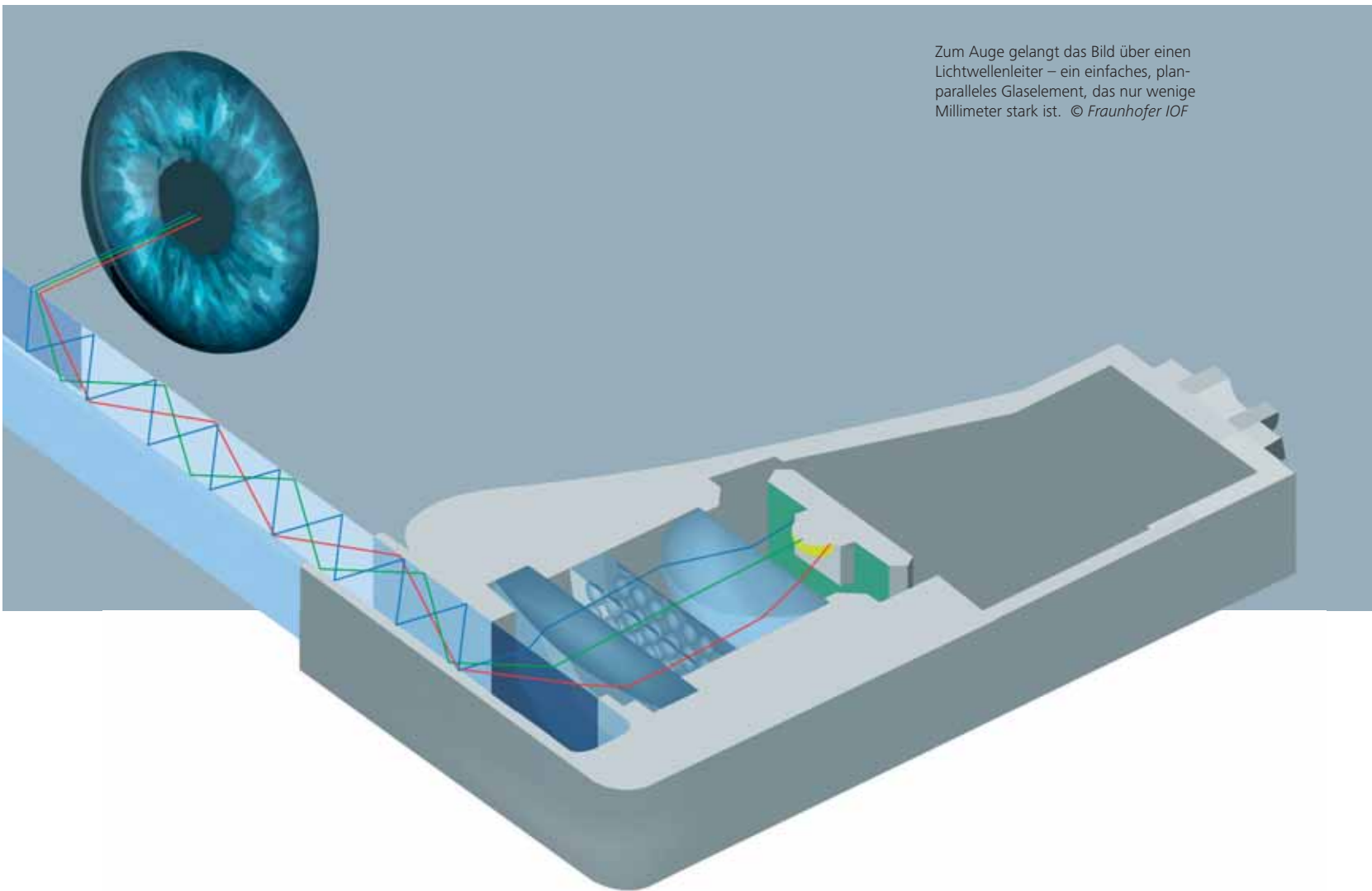
derheit des Systems: Es zerlegt das Ausgangsbild und setzt es auf besondere Weise wieder zusammen. Sein Herzstück ist eine Linsen-Matrix: Auf einer Fläche von 7 x 7 Millimetern sind neben- und untereinander 25 etwa einen Millimeter kleine Linsen geringer Brennweite angeordnet. »Anstelle eines großen Bildes übertragen wir viele kleine Bilder, die sich teilweise überlappen. Jedes Teilbild wird über eine eigene Mini-Linse der Matrix projiziert und kann softwaregesteuert individuell verändert werden«, erklärt Schreiber. So lassen sich sogar Fehlsichtigkeiten ausgleichen. »Unser System erlaubt es – in gewissen Grenzen – Weitsichtigkeit, und hier insbesondere Altersweitsichtigkeit, in Bezug auf das über die Brille projizierte Bild zu korrigieren. Jeder, der heute für einen Blick auf sein Smartphone die Lesebrille zückt, kann diese künftig stecken lassen«, sagt der Optik-Experte.

Die verteilte Projektion über ein Linsen-Array bietet einige Vorteile: So lassen sich Bildinhalte beispielsweise auf mehrere Ebenen verteilen, die in unterschiedlichen Entfernungen dargestellt werden – etwa um Menüfunktionen von bildlichen Darstellungen oder diese von Texten

zu trennen. 3D-Darstellungen gewinnen so an Tiefe und wirken echter als rein stereoskopische, die durch einen einfachen Versatz des Bildes für das linke Auge gegenüber dem Bild für das rechte Auge erzeugt werden. Auch Probleme auf technischer Ebene, mit denen Konstrukteure von Datenbrillen typischerweise zu kämpfen haben, reduzieren sich. So lassen sich Farbkorrekturen einfacher umsetzen und Abbildungsfehler, wie sie jedem optischen System innewohnen, auf ein Minimum verringern.

Kompakte Bauweise

Ein weiterer Vorteil ist die geringe Baugröße: Der nicht einmal fingernagelgroße Bildgeber und die zugehörige Optik benötigen so wenig Raum, dass sie seitlich ins Brillengestell passen. Zum Auge gelangt das Bild über einen Lichtwellenleiter – ein einfaches, planparalleles Glaselement, das nur wenige Millimeter stark ist. Zum Vergleich: Klassische Okular-Optiken für Datenbrillen sind etwa zwei Zentimeter breit. Das Bild wird über ein Beugungsgitter im Brillenbügel ein- und vor dem Auge über ein zweites Beugungsgitter wieder ausgekoppelt.



Zum Auge gelangt das Bild über einen Lichtwellenleiter – ein einfaches, planparalleles Glaselement, das nur wenige Millimeter stark ist. © Fraunhofer IOF

»Die Stege der nanooptischen Gitter sind dünner als ein Hundertstel eines Haares und nur unter einem Mikroskop zu erkennen. Trotzdem reichen sie aus, um vor dem Auge ein Bild entstehen zu lassen«, berichtet Schreiber. Ohne Projektion sind Lichtwellenleiter und Beugungsgitter so durchsichtig wie einfaches Fensterglas.

Der schlanke Aufbau hat jedoch seinen Preis: Der Multiapertur-Ansatz mit den sich überlappenden Teilbildern kostet Pixel. »Wir benötigen deshalb Mikrodisplays mit einer extrem hohen Auflösung«, räumt der IOF-Wissenschaftler ein. Sie müssen mindestens volle HD-Auflösung liefern, wobei die einzelnen Bildpunkte vier Mikrometer nicht überschreiten dürfen. Die Pixel in Displays handelsüblicher Mobiltelefonen sind

typischerweise zwischen 60 und 200 Mikrometer groß. Derzeit nutzen er und sein Team transmittive Flüssigkristall-Displays (LCD) als Bildgeber, denkbar wäre jedoch auch der Einsatz eines reflektiven Flüssigkristallbildschirms (Liquid Cristal on Silicon, LCoS) oder eines Displays aus organischen Leuchtdioden (siehe auch Seite 20). »Es gibt Hersteller, die Displays mit Parametern fertigen, die dem, was wir haben wollen, bereits sehr nahe kommen«, berichtet Schreiber.

Welcher Art das verwendete Mikrodisplay am Ende sein wird, hängt davon ab, wo, von wem und wofür die Brille letztlich eingesetzt werden soll. Chirurgen oder Lagerarbeiter stellen andere Anforderungen als private Nutzer, die Datenbrillen unterwegs zusammen mit ihrem Smartpho-

ne nutzen wollen oder um zu Hause in virtuelle Spielwelten einzutauchen. Für einzelne Anwendungen gibt es zwar schon Brillen auf dem Markt, aber Universallösungen sind noch nicht in Sicht: »Eine Datenbrille, die schlank und leicht ist und trotzdem in jeder Umgebung – innen wie außen, vor einer weißen Wand wie vor einer Menschenmenge – brillante, hoch aufgelöste Bilder projiziert und trotzdem bezahlbar bleibt, die wird es in absehbarer Zeit nicht geben«, denkt Peter Schreiber. Solche Lösungen seien jedoch prinzipiell möglich. »Nun geht es darum, unsere Ergebnisse in eine Form zu bringen, dass sie anwendbar sind und vom Nutzer akzeptiert werden. Das erfordert einerseits Fingerspitzengefühl und andererseits eben auch noch sehr viel Forschung und Entwicklung.« ■

Laser überprüfen Medikamente

Die Qualität muss stimmen – das gilt insbesondere auch für Arzneien. Bislang wird die Zusammensetzung und Güte meist manuell mit Stichproben kontrolliert. Forscher entwickeln ein laserbasiertes System, das Medikamente künftig kontinuierlich in Echtzeit überprüfen kann.

Text: Janine van Ackeren



Auch die medizinische Diagnostik benötigt neuartige Laser-Anwendungen.
© Shutterstock

Leiden Menschen an einer schweren Krankheit, sind sie dringend auf die richtigen Medikamente angewiesen. Die Pharmaindustrie bringt daher ständig neue Arzneien auf den Markt – mit besseren Wirkstoffen und weniger Nebenwirkungen. Ein wichtiger Punkt bei der Entwicklung neuer Pillen, Kapseln und Co.: Ihre Qualität muss stimmen. Um zu überprüfen, ob die chemische Reaktion wie gewünscht abläuft, nehmen Laboranten Proben aus den Reaktionsgefäßen, tragen sie ins Labor und untersuchen sie – meist manuell – per Chromatographie oder Spektrometer. Eine aufwändige und langwierige Angelegenheit, die nur eine stichprobenartige Untersuchung erlaubt.

Kontinuierliche Analyse in Echtzeit

Mit einem speziellen Infrarot-Laser könnte das künftig weitaus einfacher gehen. Forscher der Fraunhofer-Institute für Angewandte Festkörperphysik IAF in Freiburg und für Photonische Mikrosysteme IPMS in Dresden entwickelten das System. »Unser Quantenkaskadenlaser ermöglicht eine vollkommen neue Art der Spektroskopie«, erläutert Dr. Ralf Ostendorf,

Projektleiter am IAF. »Der Verlauf chemischer Reaktionen, zum Beispiel bei der Entwicklung neuer Pharmazeutika, könnte bald in Echtzeit kontinuierlich verfolgt werden, statt wie bisher nur in Form einzelner Stichproben.« Das Prinzip: Der Laser strahlt Infrarotlicht in das Reaktionsgefäß. Die darin enthaltenen Substanzen absorbieren einen Teil des Lichts, der Rest wird wieder zurückgeworfen und in einem Detektor analysiert. Jede Substanz »verschluckt« dabei das Licht unterschiedlicher Wellenlängen. Das Ergebnis ist ein Absorptionsspektrum, über das sich die jeweilige Substanz präzise bestimmen lässt – ähnlich, wie bei der Identifikation eines Menschen anhand seines Fingerabdrucks. Mit einem solchen Spektrometer kann man künftig genau angeben, wie hoch die Konzentration der Ausgangsstoffe ist und welche Mengen bereits in das Produkt umgesetzt wurden – und zwar zu jedem beliebigen Zeitpunkt der Reaktion.

Tausend Spektren pro Sekunde

Der Laser muss dazu verschiedene Voraussetzungen erfüllen: Er darf jeweils nur Licht einer bestimmten Wellenlänge aussenden. Diese muss sich allerdings kontinuierlich verändern lassen –

und zwar über einen großen spektralen Bereich. Das Laserlicht hat also anfangs eine sehr kleine Wellenlänge, die stetig bis zu einem festgelegten Wert zunimmt – bevor das Prozedere wieder von vorn beginnt. Der Detektor bestimmt dann für jede Wellenlänge, wie viel Licht die Probe zurückwirft. Eine weitere Herausforderung: Der Laser muss seine Wellenlänge auch möglichst schnell ändern. Bislang brauchte der Laser einige Sekunden, um alle Wellenlängen durchzustimmen und so eine Aussage darüber zu treffen, wie es um die zu analysierende chemische Reaktion steht.

Die Forscher vom IPMS konnten diese Geschwindigkeit nun um den Faktor 1 000 steigern: mit einem von ihnen entwickelten mikromechanischen Scanner. »Statt eines Spektrums pro Sekunde können wir nun tausend Spektren pro Sekunde aufnehmen«, sagt Ostendorf.

Kaum größer als eine Streichholzschachtel

Durch das mikromechanische System lässt sich der Laser zudem sehr klein gestalten: Er ist nur wenig größer als eine Streichholzschachtel. Damit passt er nicht nur gut an die Reaktionsgefäße in der pharmazeutischen oder chemischen Industrie, er ermöglicht auch weitere Anwendungen. Denkbar ist beispielsweise ein Handgerät, mit dem Polizisten oder Zollbeamte verdächtige Substanzen schnell und einfach überprüfen können. Handelt es sich um etwas Unbedenkliches wie Mehl oder doch um Drogen? Um diese Frage zu beantworten, müssten die Einsatzkräfte einfach nur den Laserstrahl auf die Substanz richten. Der Detektor analysiert das aufgenommene Spektrum, eine dahinter liegende Software gleicht es mit den zahlreichen gespeicherten Vergleichsspektren ab – und in Sekundenschnelle haben die Beamten Klarheit über die untersuchte Substanz.

Ein erster Labordemonstrator des Quantenkaskadenlasers ist bereits fertig. »Einen Prototyp wollen wir bis Ende 2015 entwickeln«, sagt Ralf Ostendorf. ■

Kopfhörer gleicht Hör- verlust aus

Auch wenn das Gehör im Alter nachlässt, muss man nicht auf guten Klang verzichten. Ein neues digitales Funkkopfhörersystem gleicht altersbedingte Hörverluste aus und lässt sich an die individuellen Vorlieben des Nutzers anpassen.

Text: Isolde Rötzer



Sennheiser RS 195-Kopfhörer.

Wie bitte? – Jeder, der älter wird, kennt das Problem. Nicht immer versteht man sein Gegenüber sofort. »Schwerhörigkeit tritt vor allem altersbegleitend auf. Zwischen 40 und 50 Prozent der über 65-Jährigen sind betroffen«, weiß Dr. Jan Rennis von der Oldenburger Projektgruppe Hör-, Sprach- und Audiotechnologie des Fraunhofer-Instituts für digitale Medientechnologie IDMT. Doch nicht jeder Betroffene trägt auch ein Hörgerät. Dann fällt es nicht nur schwer, Gesprächen zu folgen, auch beim Radio hören und Fernsehgucken gibt es Probleme. Für diese Menschen konzipierte Sennheiser das digitale Funkkopfhörersystem RS 195. Es gleicht altersbedingte Hörverluste aus und ermöglicht es, Musik, Filme und Radio wieder zu genießen.

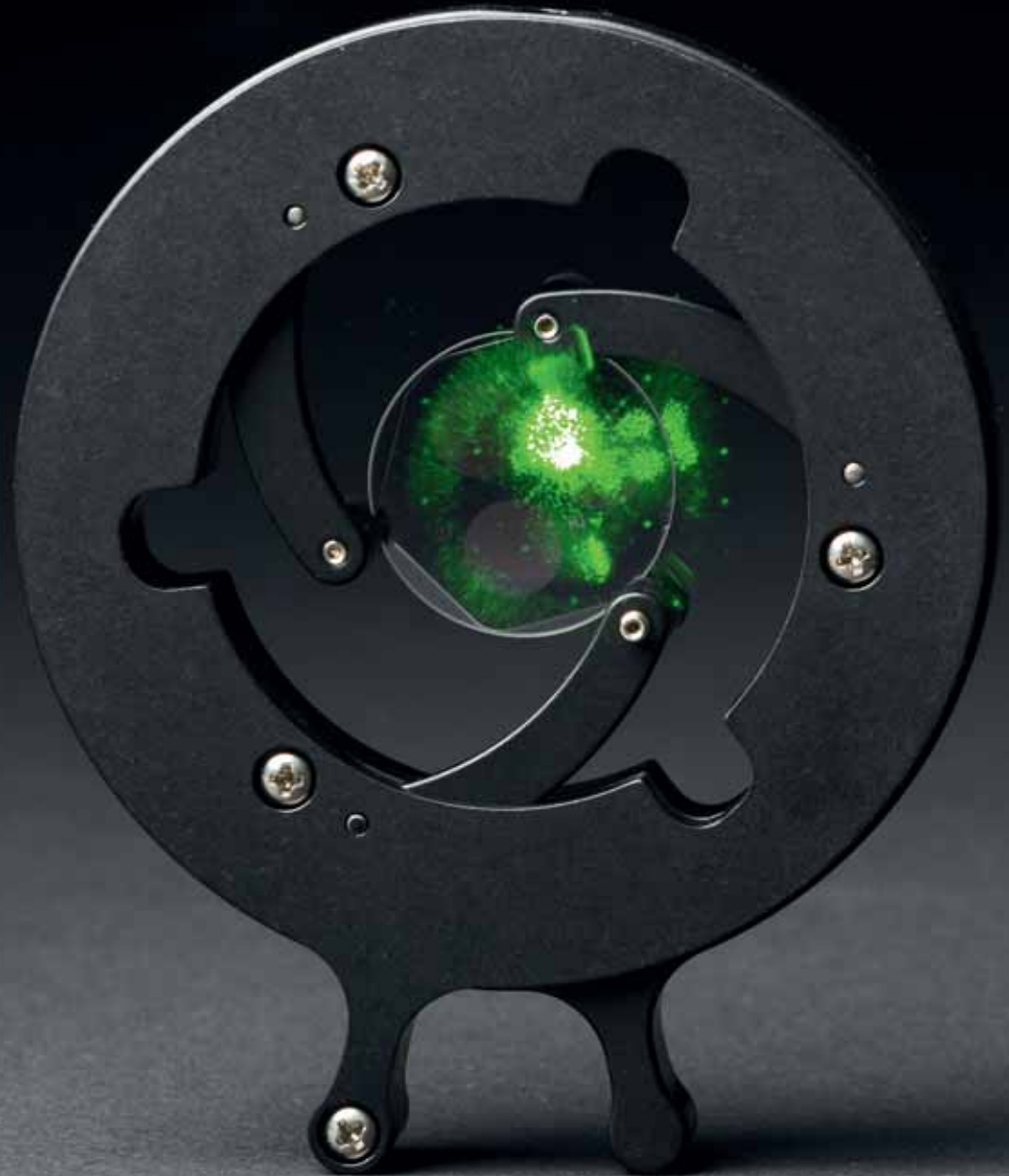
Das digitale Funksystem besteht aus einem Kopfhörer und einer Basisstation. Es bietet dem Nutzer sieben verschiedene Hörprofile mit unterschiedlichen Klangcharakteristiken. Desweiteren bietet der RS 195 einen Sprach-Modus zur Ausblendung von Hintergrundgeräuschen und Verbesserung der Sprachverständlichkeit und einen Musik-Modus, in dem der Dynamikbereich vergrößert ist, so dass sogar feinste klangliche Nuancen wiedergegeben werden können. Je nach Einschränkung des Hörvermögens komprimieren, akzentuieren oder verstärken die Voreinstellungen den Hochton-, Mitten- sowie Bassbereich und gleichen individuelle Hörminderungen aus, sodass der Klang an den speziellen Bedarf des Nutzers angepasst wird.

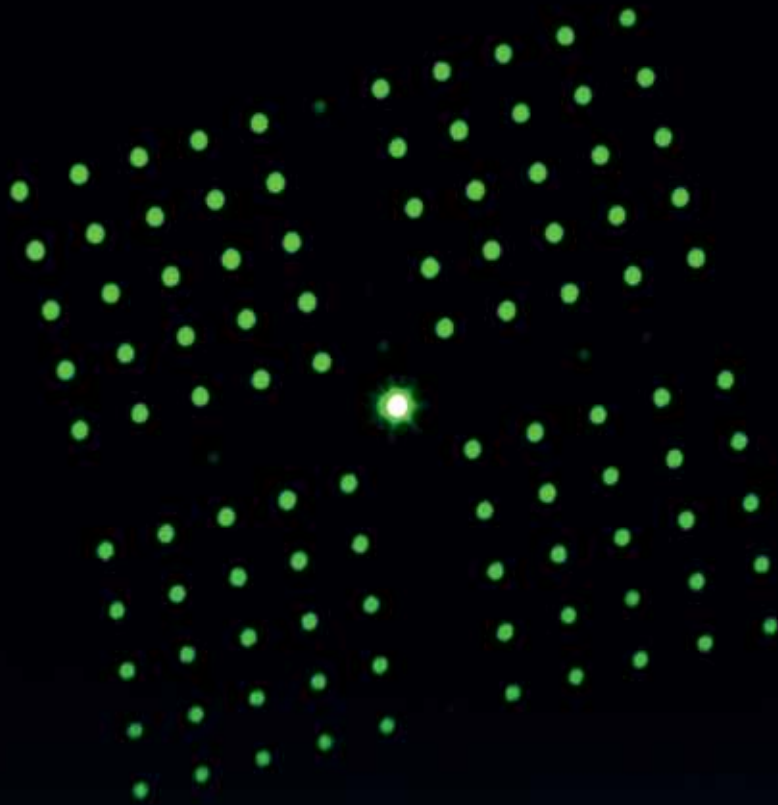
An der Entwicklung der technischen Grundlagen für das digitale Funksystem waren Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer IDMT beteiligt. Die Experten in Oldenburg haben seit 2008 Erfahrungen mit der Integration von Verfahren aus

der Hörgerätektechnologie in Unterhaltungselektronik gesammelt. Bei der Konzeption des Systems für Sennheiser galt es, einige Herausforderungen zu meistern: »Bei einem Hörgerät nimmt der Hörgerätekustiker die optimalen Einstellungen vor. Dazu sind oft mehrere Sitzungen nötig«, sagt Rennis. Der Käufer eines Kopfhörers muss jedoch den optimalen Klang problemlos selbst einstellen können – auch, wenn er schon älter ist. Um herauszufinden, wie die Schnittstelle gestaltet sein muss, damit das gelingt, haben die Wissenschaftler zunächst projektbegleitend Feldversuche mit Probanden durchgeführt. Die Testergebnisse bildeten die Basis, um die komplexen Algorithmen zu optimieren.

Auch die Signalverarbeitung mussten die Forscher anpassen. »Hier kann man nicht linear arbeiten wie bei einem Equalizer. Auch wenn man leise Signalanteile oft nicht mehr so gut hört, bleibt die Wahrnehmung lauter Signalanteile häufig unverändert. Eine lineare Verstärkung empfindet man dann als unangenehm«, erläutert Rennis. Zudem nehmen Menschen mit Hörminderungen verschiedene Frequenzen unterschiedlich gut wahr. Die Algorithmen müssen ein breites Spektrum verschiedener Hörverluste ausgleichen.

»Für uns als führenden Kopfhörerhersteller ist Schwerhörigkeit ein wichtiges Thema«, sagt Oliver Berg, Product Manager Consumer Electronics Division bei der Sennheiser electronic GmbH & Co. KG in der Wedemark. Der Audiospezialist fand in der Projektgruppe für Hör-, Sprach- und Audiotechnologie den passenden Kooperationspartner. »Mit der Technologie des Fraunhofer IDMT können wir jetzt noch spezifischer auf Hörverluste eingehen«, erklärt der Sennheiser Product Manager. ■





Licht in Szene gesetzt

Ein Laserstrahl wird beim Durchgang durch die binäre Glasoptik in 11 mal 11 Einzelstrahlen aufgeteilt. Dieses Bild gewann den 1. Preis beim Fotowettbewerb »Licht in Technik und Wissenschaft« von optecnet e.V.

Foto: Guido Flüchter/Fraunhofer IPT

Geschützter Raum für Daten

In unserer zunehmend digitalisierten Welt sind Datensicherheit und Datensouveränität von existentieller Bedeutung. Fraunhofer will gemeinsam mit der Wirtschaft und in Kooperation mit der Bundesregierung einen international offenen und zugleich sicheren Datenraum schaffen, den Industrial Data Space. Im Gespräch mit »weiter.vorn« erläutert der Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, Professor Reimund Neugebauer, die Pläne für den Industrial Data Space.

Das Gespräch führte Birgit Niesing



Die Digitalisierung der Wirtschaft hat begonnen. Was bedeutet das?

Die Digitalisierung ist ein gesellschaftlicher, betriebswirtschaftlicher und technischer Trend, der alle Wirtschaftszweige betrifft und die klassischen Geschäftsmodelle nachhaltig verändern wird. In der Industrie 4.0 wird zum Beispiel die Fertigung mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik verzahnt. Die am Herstellungsprozess beteiligten Komponenten wie Maschinen, Betriebsmittel, Auftrags- und Lager-systeme sind über Sensoren, integrierte Rechner und Netzwerke verbunden und kommunizieren miteinander. Dafür werden komplexe Softwarelösungen benötigt, welche die Wertschöpfungsstufen miteinander vernetzen.

Welche Herausforderungen ergeben sich daraus?

Die Masse und die Wertigkeit der erfassten und miteinander vernetzten Daten steigt um ein Vielfaches. Informationen werden künftig genauso wichtig wie Kapital, Arbeitskräfte oder Rohstoffe. Datensicherheit und Datensouveränität sind somit von existentieller Bedeutung. Es muss künftig sichergestellt werden, dass Unternehmen die Hoheit über ihre Informationen behalten, auch wenn sie im Austausch mit anderen stehen. Deshalb brauchen wir einen geschützten und virtuell vernetzten Datenraum, einen Industrial Data Space. Unabdingbar ist zudem eine schnelle Datenübertragung. Und es gilt auch qualitätssichernde Standards international zu etablieren.

Was ist unter Industrial Data Space zu verstehen?

Mit dem Industrial Data Space will Fraunhofer zusammen mit der Wirtschaft und mit der Unterstützung der Bundesregierung einen international offenen und zugleich geschützten Datenraum schaffen. Dieser Datenraum garantiert einerseits die Sicherheit der Informationen sowie den Zugriff darauf und schafft durch die koordinierte Verarbeitung der Informationen gleichzeitig einen entscheidenden Mehrwert für die Unternehmen. Gerade kleine und mittelständische Unternehmen benötigen einen geschützten Raum, in dem sie nach selbst festgelegten Regeln Daten miteinander teilen oder austauschen können, ohne dabei die Kontrolle über ihre Informationen abzugeben. Wir konnten

für den Industrial Data Space große Konzerne und Unternehmen wie Allianz, Daimler, die Deutsche Bahn, Linde, Schaeffler, Salzgitter oder Siemens gewinnen. Die gemeinsam mit unseren Partnern aus Wirtschaft und Politik vereinbarten Eckpunkte auf dem Weg zum Industrial Data Space haben wir auf der CeBIT auch Bundesforschungsministerin Johanna Wanka überreicht.

Was sind die nächsten Schritte?

Um eine sichere Vernetzung zu gewährleisten, arbeiten Fraunhofer-Forscher an einer speziellen Softwarearchitektur. Dabei nutzen wir bereits etablierte Standards und Vokabulare. Die weitere Entwicklung des Industrial Data Space soll von ausgewählten Use Cases getrieben werden, die wir in einer Task Force gemeinsam mit den Unternehmen auswählen. In dieser Task Force arbeiten Vertreter aus allen Industriebereichen und Experten aus den Zweigen Informationstechnik, Software, Logistik und Infrastrukturen mit. Wir bereiten gerade unter der Federführung des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML die ersten Use Cases vor – zunächst für die Branchen Logistik, Automobilindustrie, Food und Pharma. Gleichzeitig startet unter der Leitung des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS die technische Entwicklung. Hierbei stehen neben der Konzeption der Architektur die Faktoren Datenhaltung und -vernetzung, Datensicherheit sowie semantische Integration im Fokus. Daran arbeiten verschiedene Fraunhofer-Institute mit.

Können auch ausländische Unternehmen den Industrial Data Space nutzen?

Datensicherheit ist keine Frage der Geographie. Sowohl Zugang als auch Nutzung sollen für alle Unternehmen offen sein, die sich an die festgelegten gemeinsamen Standards halten. Die Gruppe, die den Industrial Data Space als solchen entwickelt, muss auch ein Geschäftsmodell zum Betreiben des Data Space aufbauen.

Der Industrial Data Space ist auch in die Plattform Industrie 4.0 des Bundeswirtschaftsministeriums eingebunden. Was ist der Hintergrund dafür?

Mit der zunehmenden Vernetzung und dem Austausch großer Datenmengen in der Industrie 4.0 steigen auch die Sicherheitsanforderungen. In einem Gespräch zwischen Bundeswirtschaftsminister Sigmar Gabriel, der Bundesforschungsministerin Johanna Wanka, Industrievertretern und Fraunhofer haben wir festgestellt, dass der Industrial Data Space eine wichtige Rolle bei der Umsetzung von Industrie 4.0 spielt. Daher ist er Teil der neuen Plattform. In der Plattform Industrie 4.0 engagieren sich Politik, Wirtschaft, Gewerkschaften und die Wissenschaft. Als Vertreter der Forschung wurde ich in den Leitungskreis berufen. Darüber hinaus hat das Fraunhofer IML zusammen mit der IFOK GmbH den Auftrag erhalten, die Kommunikationsplattform Industrie 4.0 aufzubauen und zu betreiben.

Welche Möglichkeiten eröffnet die Digitalisierung?

Die zunehmende Digitalisierung bietet große Chancen. So lässt sich die Vernetzung von Daten und die darauf aufbauende Softwareproduktion als wesentlicher Bestandteil innovativer Produkt- und Geschäftsprozess-Entwicklung nutzen. In Zukunft bestimmen begleitende, digitale Dienste den Markterfolg vieler Waren – von der elektrischen Zahnbürste bis zum Auto. Für die Wirtschaft ist es entscheidend, die Wertschöpfung aus der Vernetzung von Daten und der darauf aufbauenden Softwareproduktion als wesentlichen Bestandteil innovativer Produkt- und Geschäftsprozess-Entwicklung zu verstehen.

Ist die europäische Industrie für diesen Wandel gerüstet?

Europäische Unternehmen sind in vielen Bereichen Weltmarktführer – etwa im Automobil-, Maschinen- und Anlagenbau oder bei eingebetteten Systemen. Auch bei der Steuerung von Maschinen verfügen die Firmen über umfassende Kompetenzen und Erfahrungen. Im Bereich der industriellen Software gehören europäische Unternehmen zur Weltspitze. Allerdings werden viele informationstechnologische Innovationen überwiegend außerhalb Europas entwickelt. Es ist ein schnelles und konzertiertes Handeln erforderlich, um die europäische Wirtschaft fit für die Digitalisierung zu machen. ■

Weitere Information zur Digitalisierung auch unter: fraunhofer.de/de/forschungsfelder/kommunikation-wissen.html

Landleben 2.0

Natur pur – davon träumen viele Menschen. Die Realität sieht anders aus: Viele Menschen ziehen vom Dorf in die Stadt, um dort zu arbeiten. Das Forschungsprogramm »Smart Rural Areas« will ländliche Regionen auf eine vernetzte, komfortable und sichere Zukunft vorbereiten.

Text: Katja Lüers

Ausgezeichnetes Projekt

Das Konzept »Smart Rural Areas – Intelligente Technologien für das Land von morgen« des Fraunhofer-Instituts für Experimentelles Software Engineering IESE überzeugt: Es gehört zu den 100 Preisträgern des bundesweiten Wettbewerbs »Ausgezeichnete Orte im Land der Ideen«. Unter dem Wettbewerbsthema »Innovationen querfeldein – Ländliche Räume neu gedacht« wurden Ideen gesucht, die die Zukunftsperspektiven ländlicher Regionen stärken.

Trostlos liegt das Dorf da: Die Schaufenster des Bäckers sind zerbrochen, die Spielplatzgeräte zerfallen, Unkraut wuchert auf den Gehwegen. Die Bauernhöfe ringsum liegen einsam und verlassen. Wo einst Spargel, Kartoffeln und Raps wuchsen, hat sich der Ackerschachtelhalm die Flächen erobert. Schon lange lebt in dieser Region niemand mehr: Die Alten sind verstorben, die Jüngeren in die Stadt gezogen. Nur dort finden sie Arbeit und ihre Kinder werden ganztägig betreut.

Dieses fiktive Szenario ist bereits in Ansätzen Realität: Immer mehr Menschen zieht es vom Land in die Stadt – oft nicht freiwillig. Mit ihnen schwindet die Infrastruktur: Zurück bleiben Orte ohne Polizei, Post, Arzt, Pfarrer, Kneipe oder Geschäfte. Und die Urbanisierung nimmt noch weiter zu, das hat eine Studie der Vereinten Nationen ergeben: Demnach leben im Jahr 2050 zwei von drei Menschen auf dem Globus in städtischen Gebieten. Weiterer Trend: Die Metropolen werden immer intelligenter und effizienter gestaltet – sie werden zu »Smart Cities«.

Die Entwicklung der ländlichen Regionen wird hingegen oft vernachlässigt. Dabei spielt in Deutschland das Leben auf dem Land nach wie vor eine bedeutende Rolle: Immerhin wohnen etwa 70 Prozent der Deutschen außerhalb der Großstädte, die Hälfte sogar in Orten mit weniger als 20 000 Einwohnern. Das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE in Kaiserslautern will deshalb verstärkt sein Augenmerk auf kleine Städte und Gemeinden legen. Es startete im vergangenen Jahr die Forschungsinitiative »Smart Rural Areas – Intelligente Technologien für das Land von morgen«. Ziel ist es, mit intelligenter Informations- und Kommunikationstechnologie Kleinstädten und Dörfern neue Zukunftsperspektiven zu eröffnen.

»Smarte« Dörfer und Kleinstädte

»Wir arbeiten daran, die Forschungen rund um das Thema »Smart Cities« durch den bislang viel zu wenig erforschten Bereich des Lebens der Zukunft in ländlichen Regionen zu ergänzen«, erklärt Projektleiter Mario Trapp. Für ihn steht außer Frage: Stadt oder Land – beides sind legi-

time Lebensmodelle. »Niemand, der nicht in der Stadt leben will, sollte dort leben müssen, nur weil das Land keine Alternative bietet«, betont der Wissenschaftler.

Die Forschungsinitiative teilt sich in verschiedene Bereiche, die alle ineinander greifen: Zum einen entwickeln die Wissenschaftler innovative und sichere Systeme, die die technologische Basis bilden, um wichtige Zukunftsszenarien zu verwirklichen: Diese reichen vom autonomen Fahren über intelligente Logistik bis hin zur telemedizinischen Behandlung. Um die verschiedenen Überlegungen und Lösungsansätze in der Praxis zu testen, bereitet das IESE gemeinsam mit dem Innenministerium des Landes Rheinland-Pfalz das Projekt »Digitale Dörfer« vor: Angedacht sind Testregionen, in denen unter realen Bedingungen – aber auch virtuell in einem Living Lab – neue Geschäftsmodelle und Technologien entwickelt und erprobt werden. »Wir wollen direkt in den Gemeinden das Gespräch suchen und konkrete Ergebnisse erzielen. Der Bürger soll erleben, was alles machbar ist«, sagt Trapp. Beim Living Lab handelt es sich um eine Entwicklungs- und Evaluierungsplattform, die zurzeit am IESE entsteht: Sie soll die notwendige Infrastruktur schaffen, um neue Ideen für innovative Produkte zu entwickeln und damit das Gesamtpotenzial von »Smart Rural Areas« aufzuzeigen. Projektpartner aus Forschung und Wirtschaft finden dort einen Raum, in dem sie gemeinsame Lösungen erarbeiten, simulieren und erproben können.

Vorchandene Initiativen vernetzen

Es gibt schon einige Ideen, wie man das Landleben attraktiver gestalten kann: Paketsammelstellen werden organisiert, Linienfrachtbusse initiiert oder Taxidienste für Jugendliche von älteren Dorfbewohnern auf den Weg gebracht. Doch oft wissen die einzelnen Gruppen nichts voneinander. Die Forscher wollen über entsprechende Software einzelne Bereiche vernetzen und eine intelligente Infrastruktur für die zentralen Lebensbereiche wie medizinische Versorgung, Energie, Mobilität oder Logistik schaffen. So sollen die ländlichen Regionen technologisch und praktisch wieder mit Leben gefüllt werden.

IT kann also helfen, Distanzen zu überwinden »Allerdings ist es nicht so einfach, einzelne IT-Systeme zusammenzuschalten. Hinzu kommen spezielle Herausforderungen für die IT-Vernetzung auf dem Land«, erklärt Trapp.

Eine weitere Idee der Forscher: Um das Leben in ländlichen Regionen attraktiver zu gestalten, seien auch Co-Working-Büros denkbar, die bisher nur in größeren Städten existieren. »Co-Working Spaces, Home-Office, Telearbeit – vieles ist heute schon machbar«, sagt Trapp. Die Menschen könnten auf dem Land wohnen, müssten nicht pendeln und keine teuren Großstadtmieten zah-

len. »Über die entsprechende Software ließen sich möglicherweise zusätzliche Arbeitsplätze in ländlichen Regionen schaffen«, erklärt Trapp.

Hochtechnisierte Landwirtschaft

Aber ist Hightech auf dem Dorf überhaupt gewünscht? »Wer glaubt, dass Menschen auf dem Land dem technischen Fortschritt kritisch gegenüberstehen, sollte einmal einen landwirtschaftlichen Betrieb aufsuchen. Innovative Technologien gehören hier schon zum Alltag«, sagt Trapp. So erleichtern Melkroboter und hochautomatisierte Landmaschinen die Arbeit.

Und Landmaschinenhersteller, wie zum Beispiel John Deere, sind Hightech-Unternehmen, die in einigen Bereichen – wie etwa dem teilautomatisierten Fahren – schon weiter sind als die Automobilindustrie.

»Das Land von morgen wird sicherlich nicht die neue Stadt, soll es aber auch nicht«, weiß Trapp. Doch neue Technologien und Infrastrukturen können dazu beitragen, das Leben in Dörfern und in kleinen Städten attraktiver zu machen. »Und jeder Mensch kann selbst entscheiden, welches Lebensmodell für ihn das richtige ist«, resümiert der Projektleiter. ■



Das Leben in ländlichen Regionen zukunftsfähig gestalten – mit smarten, softwarebasierten Lösungen. © Fraunhofer IESE / iStockphoto (m)

Reif fürs elektrische Fahren

Elektroauto, Hybrid-Wagen, E-Bike, Trambahn – Elektromobilität ist vielfältig. Das Online-Spiel »Elektr-O-Mat« gibt den Bürgerinnen und Bürgern nicht nur einen Überblick, sondern hilft auch, das passende Angebot für ihr individuelles Mobilitätsverhalten zu bestimmen. Zudem ermöglicht das Spiel auch eine neue Form der Bürgerbeteiligung.

Text: Klaus Jacob

Bin ich der Typ für einen Hybridwagen oder eher für ein Elektroauto? Eigne ich mich für E-Car-Sharing oder sollte ich lieber öffentliche Verkehrsmittel benutzen? Das Stuttgarter Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO hat ein Online-Tool entwickelt, den »Elektr-O-Mat«, der solche Fragen spielerisch beantwortet. Man kann ihn zu Hause am PC oder unterwegs als App mit dem Smartphone nutzen (<http://www.elekt-r-o-mat.de>). Ein Ziel des Spiels: Es soll Bürgerinnen und Bürger für das Thema Elektromobilität interessieren.

Die Bundesregierung hatte sich schon 2009 im »Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität« zum Ziel gesetzt, dass bis 2020 eine Million Elektroautos auf deutschen Straßen fahren soll. Diese hohe Hürde ist inzwischen kaum noch zu nehmen, denn bisher haben sich nur etwa 20 000 Fahrer für ein E-Auto entschieden. Der Preisrutsch beim Kraftstoff macht den erhofften Einstieg in den nachhaltigen Verkehr nicht leichter. Zudem fehlt es oft an der nötigen Information: Welche Möglichkeiten gibt es, elektrisch zu fahren? Gibt es in meiner Nähe Strom-Tankstellen? Wo kann ich ein Elektrofahrrad ausleihen? Außerdem wissen die Politiker nicht so recht, welche Herausforderungen noch gelöst werden müssen, um die Menschen zum Umsteigen auf E-Mobile zu motivieren. Mit einem umfangreichen Förderprogramm – einem »Schaufenster« – will die Bundesregierung die

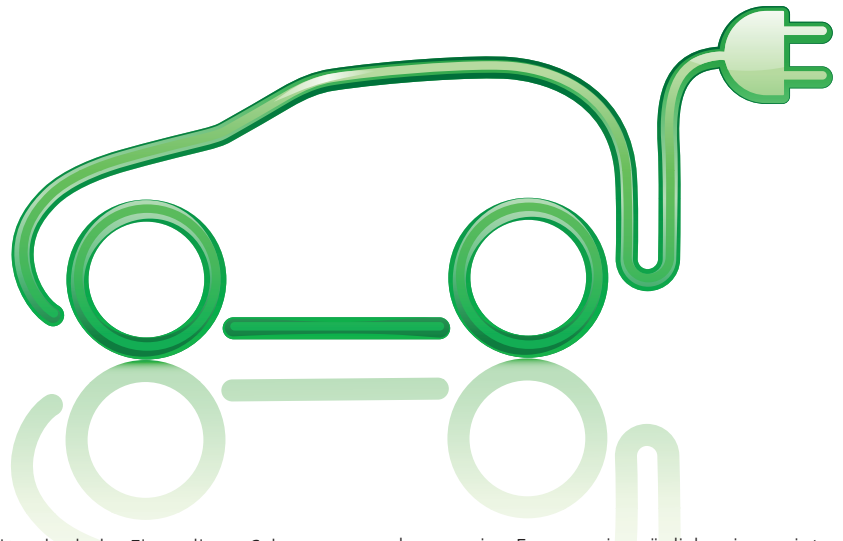
Elektromobilität ankurbeln. Eines dieser Schaufenster präsentiert sich in Baden-Württemberg, dem Bundesland von Mercedes und Porsche. Mehr als 100 Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Verbände beteiligen sich daran, darunter Schwergewichte wie Siemens, Daimler und Bosch. Auch das IAO macht mit. Es hat sich mit dem Elektr-O-Mat eine neue Art von Bürgerbeteiligung ausgedacht, denn die grün-rote Landesregierung hat sich dieses Thema ganz groß auf die Fahne geschrieben. Norbert Fröschle und Jessica Epple, die Köpfe hinter dem Elektr-O-Mat, haben sich nicht zuletzt den Wahl-O-Mat genau angeschaut, der seit 2002 von der Bundeszentrale für politische Bildung betrieben wird, um den Wählern eine neutrale Entscheidungshilfe zu geben, welcher Partei sie ihr Kreuz geben sollen.

Richtige E-Mobil-Variante finden

Wer den Elektr-O-Mat benutzt, muss 15 Fragen beantworten. Dabei geht es sowohl um Einstellungen und Vorlieben, etwa ob man gerne aufs Gaspedal tritt oder auf zeitliche Flexibilität Wert legt, als auch um objektive Kriterien, zum Beispiel wie viele Kilometer man durchschnittlich jeden Tag zurücklegt oder ob eine Lademöglichkeit für E-Fahrzeuge in Wohnungsnähe vorhanden ist. Natürlich reicht der Fragenkatalog nicht aus, um alle erdenklichen Facetten abzudecken. Es sollten so viele Fragen wie nötig

und so wenige Fragen wie möglich sein, meint Fröschle, damit die Leute den Test bis zum Ende mitmachen. Wer seine Antworten gegeben hat, bekommt als Ergebnis ein gewichtetes Ranking von sieben möglichen Elektromobilitätsformen: Elektroauto, Hybridauto, Pedelec, E-Bike, ÖPNV, E-Car-Sharing und Pedelec-Sharing.

Wer gerne selbst hinterm Steuer sitzt, beim Beschleunigen eine wohlige Gänsehaut bekommt und oft lange Strecken zurücklegt, wird wahrscheinlich für das Hybridauto die meisten Punkte sammeln. Sportliche Kurzstreckenfahrer mit ökologischem Ehrgeiz sind beim Pedelec, bei dem der Radfahrer von einem Elektroantrieb unterstützt wird, besser aufgehoben. Der Elektr-O-Mat berechnet den prozentualen Übereinstimmungswert zwischen den abgefragten individuellen Mobilitätsanforderungen des Spielers und dem Idealwert einer Mobilitätsform, die sich aus den addierten Maximalpunktwerten je Elektromobilitätsform über alle Fragen und Antworten hinweg ergeben (0 bis 100 Prozent Übereinstimmung). Wie die Punkte im Einzelnen vergeben werden, kann jeder mit einem Mausklick nachlesen, denn das IAO legt Wert auf Transparenz. »Das Beteiligungsspiel soll keine Blackbox sein«, betont Fröschle. Natürlich wird niemand die Kaufentscheidung für ein Elektroauto oder ein Pedelec alleine vom Elektr-O-Mat abhängig machen. Bei aller wissenschaftlichen Seriosität, die hinter dem Fragenkatalog steckt,



kann nicht garantiert werden, dass das Ergebnisranking auf jede einzelne Mobilitätssituation im Alltag passt. Fröschle und Epple nennen das Tool deshalb bewusst ein Spiel. Dabei geht es um mehr, als nur den Elektromobilitätstyp herauszufinden. Das Ziel ist, dass sich die Menschen überhaupt mit dem Thema Elektromobilität befassen. Und es geht um Aufklärung und Partizipation. So kann jeder Mitspieler Kommentare hinzufügen oder Anregungen geben. Wenn er seine Kontaktdaten hinterlässt – das Spiel ist natürlich anonym –, werden ihn die IAO-Experten vielleicht sogar ansprechen oder anschreiben. Letztlich kann er so Einfluss auf den politischen Willensbildungs- und Entscheidungsprozess nehmen und Teil der gesellschaftlichen Transformation in Richtung nachhaltige Mobilität werden. Die Mitspieler können vom Elektr-O-Mat aus weiterklicken und viele Informationen rund ums Thema Elektromobilität erhalten, etwa eine aktuelle Karte aller Ladestationen in Deutschland.

Nicht zuletzt möchte die Landesregierung Baden-Württemberg mit dem Tool die Wünsche und Einstellungen der Menschen herausfinden. Eine Umfrage hätte es zwar auch getan, doch dabei lässt die Beteiligung meist zu wünschen übrig. Es sollte ein spielerischer Ansatz sein, der auch für junge Leute attraktiv ist. »Die Amerikaner sind da viel weiter«, meint Fröschle. In den USA werden verstärkt niederschwellige Angebote wie etwa Online-Spiele oder Reallabor-Versuche eingesetzt, um Forschung gemeinsam mit den Bürgern zu machen und Erkenntnisse aus deren Schwarmintelligenz zu gewinnen.

Aber kommt dieses neue Format auch in Deutschland an? Nehmen die Bürgerinnen und Bürger das Spiel an? Tatsächlich wird der Elektr-O-Mat gerne genutzt. In den ersten vier Wochen seit seinem Start Mitte Februar hat Jessica Epple bereits 1444 Spieler gezählt, die meisten davon (80 Prozent) sind Männer.

Daraus lassen sich auch einige Informationen gewinnen. Der Durchschnittsspieler ist 42 Jahre alt, voll berufstätig und lebt in einem Zwei-Personen-Haushalt. Bei den Elektromobilitätstypen liegt das E-Car-Sharing an erster Stelle, gefolgt von Elektroauto und Hybridauto. Pedelec-Sharing und ÖPNV sind die Schlusslichter. Ein Ergebnis, das die Autoren überrascht hat: Die Mitspieler sind bereit, für ein Elektroauto im Durchschnitt 18 Prozent mehr auszugeben als für ein herkömmliches Modell mit Verbrennungsmotor. »Solche Zahlen sind für Automobilfirmen interessant«, ist Fröschle überzeugt.

Mit Kommentarfunktion

Der spielerische Ansatz hat allerdings, wie jede Umfrageforschung, auch einen Nachteil: Die Antworten lassen sich in letzter Instanz nicht nachprüfen. Der Elektr-O-Mat lebt aus seiner Eigenmotivation heraus, dass Menschen sich und ihre Mobilitätsanforderungen mehrheitlich ernst nehmen. Dafür spricht, dass viele Spieler öffentlich oder nichtöffentlich einen Kommentar angefügt haben. Das reicht von Zustimmung, weil die Ergebnisse mit den eigenen Wünschen und Vorstellungen übereinstimmen, bis zu heftiger politikverdrossener Kritik, weil Steuergelder verschwendet würden. Besonders interessant scheint der beobachtbare Aha-Effekt, den der Elektr-O-Mat erzeugt. Etliche Spieler leiten von einer einzigen Frage und Antwort das erwartete Ergebnis ab und schließen unbewusst viele andere Möglichkeiten der (Elektro-)Mobilität für sich aus.

Das Spiel soll bis zum Sommer laufen. Die Zahl der Mitspieler wird sich in dieser Zeit sicher noch beträchtlich erhöhen. So stellten die Wissenschaftler den Elektr-O-Mat auf der Hannover-Messe vor. Und sogar auf dem Evangelischen Kirchentag wurde er präsentiert. Zudem fährt der Elektr-O-Mat als Exponat mit auf der »MS Wissenschaft«, dem Schiff, das anlässlich des Wissenschaftsjahrs zur »Zukunftstadt« in diesem Jahr quer durch Deutschland reist. Die Ergebnisse der Auswertung werden schließlich publiziert und gehen als Handlungsempfehlung an die Politik. ■

Der Elektr-O-Mat errechnet aus 15 Fragen und Antworten ein Ranking, das anzeigt, welches elektrische Fahrzeug und Angebot am besten zu den Mobilitätsanforderungen eines individuellen Spielers passt. © Fraunhofer IAO



Offen für jeden

Geodaten, Beschlüsse, Verordnungen, Statistiken – Ministerien und Behörden verfügen über wertvolle Informationen. Doch dieser Schatz ist meist schwer zugänglich. Noch. Fraunhofer-Forscher entwickeln offene Datenportale, damit jedermann diese Informationen nutzen kann. Das wirtschaftliche Potenzial ist groß.

Text: Chris Löwer



Wie hoch ist die Ozonbelastung? Was wird wo gebaut? Wohin fließen Steuergelder? Antworten auf diese und viele andere Fragen ließen sich bequem mit ein paar Klicks finden, wenn öffentliche Verwaltungen ihren gewaltigen Informationsschatz nicht-personenbezogener Daten Bürgerinnen und Bürgern zugänglich machen würden. Das erfordert aber nicht nur die Bereitschaft zur Veröffentlichung von Informationen, sondern auch die passende technische Lösung. Fraunhofer-Forscher arbeiten in verschiedenen Projekten daran, dass sich Statistiken, Geodaten, Verkehrsinformationen, Umweltdaten, wissenschaftliche Publikationen, Urteile, Verordnungen oder auch parlamentarische Beschlüsse verwerten lassen.

»Offene Daten können wesentlich einfacher genutzt werden, wenn die Informationen aufbereitet und gebündelt angeboten werden. Sonst kann der Nutzer wenig mit ihnen anfangen«, sagt Jens Klessmann vom Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS in Berlin.

Damit sich Nutzer nicht nur in deutschen Städten und Kommunen, sondern auch europaweit wertvolles Wissen erschließen können, treiben die Berliner Forscher verschiedene Open Data-Projekte voran. Als einer der hauptverantwortlichen technischen Partner entwickeln die Experten von FOKUS Kernkomponenten für eine offizielle europäische Open

Data-Plattform, auf der Informationen aus 39 Ländern vereint und vor allem für Laien auffindbar werden sollen.

»Das pan-europäische Open Data-Portal ist das wahrscheinlich weltweit ambitionierteste Open-Data-Projekt. Es ist ein Meilenstein für die grenz- und sektorübergreifende Weiterverwendung von Daten der öffentlichen Hand in Europa«, erläutert Dr. Matthias Flügge, Leiter des eGovernment-Kompetenzzentrums ELAN am FOKUS das Vorhaben. »Bereits im Herbst soll eine Betaversion online gehen, die Zug um Zug mit Daten gefüllt wird«, berichtet Klessmann weiter, der gemeinsam mit Dr. Yuri Glikman das EU-Projekt von FOKUS-Seite aus leitet.



© Fotolia

bungen dieser Daten. »Das Bereitstellen von Datenbeständen in moderner maschineninterpretierbarer Form ist für viele Verwaltungen noch Neuland«, weiß Professorin Ina Schieferdecker, Institutsleiterin des FOKUS. Ziel ist es deshalb, den unstrukturierten Datenwust zu ordnen und zu systematisieren. Dafür planen die Forscher ein übergeordnetes Verzeichnis, das einen zentralen Zugang zu Datensätzen zahlreicher europäischer Informationssysteme schaffen soll.

Das wird sich künftig auszahlen: Die Europäische Kommission will mit dem Open Data-Portal dazu beitragen, ungenutztes wirtschaftliches Potenzial zu heben. Nach einer Schätzung der EU können die Mitgliedsländer mit öffentlichen Daten jährlich positive Effekte in Höhe von 40 Milliarden Euro realisieren, sei es durch neue Geschäftsfelder, die dank mehr Informationen erschlossen werden, durch bessere Bildungsangebote oder einer schlankeren Verwaltung. Die Unternehmensberater von McKinsey sprechen in einer Studie von weltweit drei Billionen US-Dollar Wachstum, wenn konsequent auf offene Verwaltungsdaten gesetzt würde.

Open Data-Plattformen ermöglichen neue Geschäftsmodelle

So können beispielsweise anhand von offenen Geodaten preiswerte mobile Navigationsanwendungen entwickelt, journalistische Datenvisualisierungsdienstleistungen oder Risikoabschätzungen durch Wetterdaten angeboten werden. Dass sich aus den Datenschätzen in den Behörden interessante Dienstleistungen entwickeln lassen, zeigt ein Beispiel aus Paris. Dort hat eine Firma aus den zunächst wenig aufregend erscheinenden Daten des Pariser Baumkatasters eine App für Allergiker auf Wohnungssuche entwickelt: Die Informationen über freie Wohnungen aus Immobilienplattformen wurden mit denen über Standorte und Blütezeiten der Bäume verschnitten, so dass Allergiker sofort beurteilen können, ob das Objekt für sie in Frage kommt oder nicht.

»Diese Anwendung macht deutlich, wie durch offene Verwaltungsdaten neue Serviceangebote entstehen«, sagt Klessmann. Eine Stadtverwaltung könne das nie leisten. Informationsbasierte Geschäftsmodelle zu entwickeln sei aber auch gar nicht ihr Job. Umso wichtiger sei es, die

Daten für Entwickler, innovative Start-Ups und interessierte Bürger bereitzustellen.

Langjährige Erfahrung in der Konzeption und Umsetzung

»Daten werden zunehmend nicht nur als Wirtschafts-, sondern auch als Gemeingut verstanden. Dabei entstehen Mehrwerte häufig erst durch die Vernetzung von Daten unterschiedlichster Quellen«, sagt Schieferdecker. Sie spricht aus Erfahrung: FOKUS hat bereits Open Data-Plattformen oder -Strategien für Berlin, Hamburg, Köln, Frankfurt am Main und Amsterdam auf den Weg gebracht und entwickelte mit GovData das Datenportal für Deutschland.

Auf dem Berliner Open Data-Portal stehen derzeit fast 800 Datensätze in 22 Kategorien bereit, aus denen bereits einige Anwendungen entstanden sind. Beispiele sind die »Umweltzone App«, mit der man schnell herausfinden kann, welche Straßen Autofahrer nutzen können, das »Ozon Sonar«, das aktuelle Ozonwerte anzeigt, oder »Wann«, eine App, mit der man sofort erfährt, wann und wo der nächste Bus oder die nächste Bahn fährt. Rege Bürgerbeteiligung ist ausdrücklich gewünscht: Jeder kann Vorschläge für Apps oder Datensätze machen, die aufgenommen werden sollten. So können Behörden ihre Datenqualität vor allem dann verbessern, wenn sie auf Fehler oder Lücken hingewiesen werden.

Auf Berlin Open Data finden sich außerdem nutzerfreundlich aufbereitete Statistiken zur Einwohnerentwicklung und den Arbeitslosenzahlen, politische Protokolle und Beschlüsse, Haushaltsplanungen und öffentliche Ausschreibungen. »Über daten.berlin.de werden Daten der Berliner Landesverwaltung und der Bezirke zentral, strukturiert, maschinenlesbar und offen lizenziert zugänglich gemacht«, erläutert Jens Klessmann.

In größerem Maßstab geschieht dies auch bei GovData. Bund, Länder und Kommunen stellen hier mehr als 10 000 Datensätze, unter anderem Verkehrszahlen, Klimadaten, Haushaltszahlen oder Urteile und Gesetze, ein. FOKUS hat das Portal entwickelt und betreibt die Beta-Version. Im Herbst wird das digitale Fundbüro für offene Daten in den Regelbetrieb gehen. ■

Eine Herausforderung auf dem Weg dahin besteht darin, geeignete offene Daten zu finden, ihre Qualität zu sichern und ein treffsicheres Datenregister aufzubauen. Die Technik dafür entwickeln Fraunhofer-Experten. Sie setzen dabei unter anderem auf Harvesting-Mechanismen, sprich einer Art elektronischem Spürhund, der in den Datenportalen der Mitgliedstaaten regelmäßig nach neuem, offenem Material sucht. Diese Daten werden bei Bedarf in ein einheitliches Beschreibungsformat übersetzt, sodass Informationen verschiedenster Herkunft automatisiert in die Open-Data-Plattform integriert werden können. Grundsätzliches Problem sind dabei diverse Dateiformate bis hin zu Dokumenten und unterschiedlichen Beschrei-

Verbrennungsmotoren aus Kunststoff

*Ansprechpartner: Dr. Stefan Tröster
stefan.troester@ict.fraunhofer.de*

Sollen Autos leichter werden, muss auch der Motor abspecken. Beispielsweise, indem man ihn aus faserverstärktem Kunststoff herstellt: Solche Zylindergehäuse wiegen bis zu 20 Prozent weniger als Konstruktionen aus Aluminium – bei etwa gleichen Kosten. Per Spritzguss lassen sie sich in Großserie produzieren.

Einen solchen Motor haben Forscher der Projektgruppe Neue Antriebssysteme des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie ICT entwickelt, gemeinsam mit dem japanischen Unternehmen Sumitomo Bakelite High Performance Plastics SBHPP. Sie haben für einen Einzylinder-Forschungsmotor ein Zylindergehäuse aus faserverstärktem Kunststoff hergestellt. Die Materialien müssen extremen Temperaturen und hohen Drücken standhalten sowie Schwingungen unbeschadet überstehen. In Bereichen, wo starke thermische oder mechanische Belastungen auftreten, bringen die Forscher Inserts aus Metall ein. So etwa in der Zylinderlaufbuchse, in welcher der Kolben im Laufe des Autolebens millionenfach auf und ab läuft. Auch die Geometrie haben die Wissenschaftler so angepasst, dass der Kunststoff möglichst wenig Hitze aushalten muss.

Das Material soll möglichst fest und steif sein, glykolhaltigem Kühlwasser, Öl und Benzin trotzen und sich gut mit den Metallinserts verbinden. All dies erfüllt glasfaserverstärktes Phenolharz SBHPP, das zu 55 Prozent aus Fasern und zu 45 Prozent aus Harz besteht.

Forschungsmotor mit eingebautem Leichtbau-Zylindergehäuse. © Fraunhofer ICT



Flexible und funktionale Fassadenelemente

Ansprechpartner: Karin Schneider, karin.schneider@ise.fraunhofer.de



Multifunktionales Fassadenelement mit Wärmedämmplatten aus expandiertem Polystyrol (EPS) und integrierter Kanalführung aus Kunststoffrohren.
© Fraunhofer ISE

Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE haben Fassadenelemente entwickelt, die Lüftungs-, Heizungs- und Sanitärsysteme mit Wärmedämmplatten in einem System verbinden. Die im Projekt »Retrokit« erarbeiteten Elemente bestehen aus multifunktionalen Dämmplatten und vorgefertigten Fenstermodulen. Dabei können verschiedene Materialien miteinander kombiniert werden. Als technische Komponenten lassen sich unter anderem Luft-, Heizungs-, Sanitär- und Stromleitungen integrieren.

Ein großer Vorteil: Sie werden von außen an die Fassade angebracht, die Bewohner werden durch die Sanierungsarbeiten weniger beeinträchtigt. Auch der Zeitaufwand für die Handwerker ist geringer. Diese Fassadenelemente erhöhen die Energieeffizienz und eignen sich vor allem für die Sanierung von Bestands- und Altbauten. Sie werden in Kürze erstmals in ein Demonstrationsobjekt aus den 1950er Jahren eingebaut.

Solarmodule in Glas gebettet

Ansprechpartner: Dr. Sandra Mehlhase, sandra.mehlhase@iap.fraunhofer.de

Organische Solarmodule (OPVs) haben gegenüber Silizium-Solarzellen viele Vorzüge. Ein Knackpunkt ist jedoch ihre kürzere Lebensdauer. Denn als Trägersubstrat kommen bislang Polymerfolien zum Einsatz, die bis zu einem gewissen Grad durchlässig sind für Wasserdampf und Sauerstoff. Das verkürzt die Lebensdauer der empfindlichen Solarmodule beträchtlich. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam arbeiten mit einem neuen Trägermaterial: Sie betten die Solarmodule in hauchdünnes Glas ein. Dieses Material ist nicht nur ein ideales Verkapselungsmaterial, sondern hält auch Bearbeitungstemperaturen bis zu 400 Grad aus.

Die Wissenschaftler nutzen dafür ein Spezialglas der Firma Corning, das dank seiner speziellen physikalischen Eigenschaften Lagen von nur 100 Mikrometer Dicke ermöglicht – das entspricht etwa einem Blatt Papier. Das Spezialglas ist nicht nur extrem stark und bruchfest, sondern in festem Zustand noch so flexibel, dass es leicht gewölbt werden kann. Damit konnten die Potsdamer Forscher gemeinsam mit dem Kooperationspartner in Sheet-to-Sheet-Prozessen schon erste funktionsfähige OPVs herstellen. Die Verarbeitung funktioniert dabei in Stapeln. Ziel ist es, diese Module auch im Rolle-zu-Rolle-Verfahren zu fertigen.



**FRAUNHOFER-KONGRESS »URBAN FUTURES«
25. UND 26. NOVEMBER 2015 IN BERLIN**

Du hast **gute Ideen für bessere Städte?**

Du studierst, gründest gerade ein Unternehmen oder hast **das** Geschäftsmodell im Kopf?

Dann gestalte die Zukunftsstadt mit uns!

Call for ideas: www.urban-futures.de

Fraunhofer weiter auf Erfolgskurs



© istockphoto

Die Fraunhofer-Gesellschaft setzte ihr Wachstum auch 2014 fort. Das Finanzvolumen stieg um 50 Mio auf 2,06 Mrd Euro. Dabei erreichte der Anteil der Projekterträge an der Finanzierung der Vertragsforschung ein Allzeithoch von knapp 73 Prozent. Überproportional nahmen die Erträge aus der Wirtschaft sowie aus internationalen Aktivitäten zu.

Text: Bechhard ABmus

»Das vergangene Jahr verlief für die Fraunhofer-Gesellschaft wieder sehr erfolgreich. Unterstützt durch eine anhaltend hohe Nachfrage nach Forschung und Entwicklung von Wirtschaft und öffentlicher Hand, betrug das Finanzvolumen mehr als 2 Mrd Euro. Die Zahl der Beschäftigten stieg um zwei Prozent auf knapp 24 000«, fasste Professor Reimund Neugebauer das gute Ergebnis für das Jahr 2014 zusammen. Am 12. Mai stellten der Fraunhofer-Präsident und der Vorstand für Finanzen, Controlling und IT, Professor Alfred Gossner, die testierten Zahlen des Geschäftsjahres 2014 vor. Das Finanzvolumen 2014 setzte sich aus gut 1,7 Mrd Euro für die Vertragsforschung, 118 Mio Euro für die Verteidigungsforschung sowie 226 Mio Euro für Ausbauinvestitionen zusammen.

Positive Entwicklung in allen Bereichen

Die Vertragsforschung finanziert sich zu über zwei Dritteln aus Projekterträgen, die 2014 um sechs Prozent auf nun

1,27 Mrd Euro stiegen. Der Anteil der Projekterträge an der Finanzierung der Vertragsforschung erreichte damit knapp 73 Prozent. Die Projekterträge umfassen Einnahmen aus der Wirtschaft und aus im Wettbewerb akquirierten öffentlich geförderten Projekten von Bund und Ländern sowie der EU-Kommission. Besonders stark wuchsen die Erträge aus der Wirtschaft: Sie summierten sich auf insgesamt 618 Mio Euro und lagen damit sieben Prozent über dem Vorjahresniveau. »Die Fraunhofer-Institute zeigen damit, dass sie auf Marktbedingungen reagieren können, obwohl diese sich äußerst dynamisch verändern«, sagte Finanzvorstand Professor Alfred Gossner. Aus der Grundfinanzierung von Bund und Ländern wurden 444 Mio Euro für die Vorlauforschung eingesetzt.

Im Leistungsbereich Verteidigungsforschung werden Forschungsaktivitäten der sieben Institute zusammengefasst, die sich vorrangig den Themen Schutz und Sicherheit widmen und durch das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) finanziert werden. Das Forschungsvolumen der Verteidi-

gungsforschung erhöhte sich 2014 um vier Prozent auf 118 Mio Euro.

Im Jahr 2014 investierte Fraunhofer 226 Mio Euro in die Infrastruktur ihrer Forschungseinrichtungen. Neu- und Erweiterungsbauten (einschließlich Kleinbaumaßnahmen) sowie Grundstücke machten dabei 179 Mio Euro aus, die Erstaussstattung von Gebäuden mit wissenschaftlichen Geräten und Mobiliar 47 Mio Euro.

Steigerung der Auslandserträge

Forschungsleistungen von Fraunhofer sind weltweit gefragt. Im vergangenen Jahr erreichten die mit internationalen Partnern erwirtschafteten Erträge ein Gesamtvolumen von 276 Mio Euro. Die in Europa erwirtschafteten Auslandserträge wuchsen um zehn Prozent auf insgesamt 200 Mio Euro. »Fraunhofer hat den Anspruch, im internationalen Wettbewerb begleitender Innovationspartner der deutschen Wirtschaft zu sein«, bekräftigte Professor Reimund Neugebauer. Nach dieser Maxime ist in den vergangenen Jahren das internationale Engagement zielgerichtet ausgebaut und verstetigt worden.

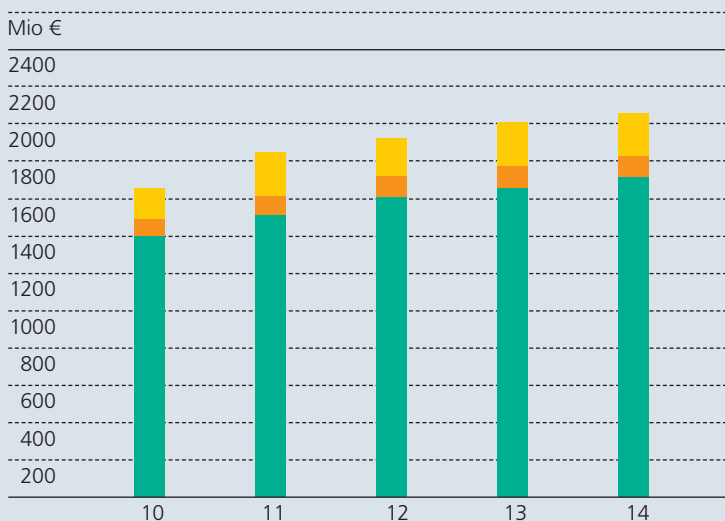
Die Fraunhofer-Gesellschaft zählt zu den aktivsten und wichtigsten Patentanmeldern in Deutschland. Im Jahr 2014

entwickelten Fraunhofer-Forscherinnen und Forscher insgesamt 831 neue Erfindungen – so viele wie noch nie zuvor. Davon wurden 564 zum Patent angemeldet. Das entspricht mehr als zwei Patentanmeldungen pro Werktag. Vor diesem Hintergrund erhielt Fraunhofer im Jahr 2014 zum zweiten Mal in Folge die Auszeichnung »Top 100 Global Innovator« – als eines von nur vier deutschen Unternehmen. Der Medienkonzern Thomson Reuters vergibt diesen Preis auf Basis der Patentaktivitäten – dabei werden sowohl deren Quantität als auch Qualität bewertet.

Das Wachstum der Fraunhofer-Gesellschaft basiert auf einer kontinuierlich gestiegenen Nachfrage nach angewandter Forschung und Entwicklung durch die Wirtschaft und die öffentliche Hand. Die Erhöhung des externen Finanzierungsanteils ging dabei vor allem auf einen überproportionalen Anstieg der Wirtschaftserträge zurück.

Ähnlich sehen die Prognosen für das laufende Jahr aus. »Auch für das Jahr 2015 erwartet die Fraunhofer-Gesellschaft – vorbehaltlich der Stabilität der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung – ein weiteres leichtes Wachstum der Wirtschaftserträge«, betonte der Fraunhofer-Präsident Reimund Neugebauer. Einhergehend mit der Konsolidierung der öffentlichen Haushalte seien dagegen keine signifikanten Steigerungen der Erträge von Bund und Ländern zu erwarten. ■

Finanzvolumen der Fraunhofer-Gesellschaft 2010–2014



	2010	2011	2012	2013	2014
■	162	236	199	235	226
■	93	98	113	114	118
■	1402	1515	1614	1661	1716
=	1657	1849	1926	2010	2060

- Ausbainvestitionen¹
- Verteidigungsforschung
- Vertragsforschung

¹ Seit 2011 inkl. Kleinbaumaßnahmen (kleiner 1 Mio €), die bis 2010 in der Vertragsforschung ausgewiesen wurden.

Hauptdarsteller Licht



Im Wiesbadener Kurhaus war »Licht« der Hauptdarsteller. Lichtdesigner Björn Hermann inszenierte die Bühnenshow. © Dirk Mahler/Fraunhofer

Unter dem Slogan »Licht gestaltet« versammelten sich etwa 700 Gäste aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zur Jahrestagung der Fraunhofer-Gesellschaft, um Forscherinnen und Forscher für ihre Entwicklungen zu ehren. Bundespräsident Joachim Gauck und der Hessische Ministerpräsident Volker Bouffier waren Ehrengäste im Wiesbadener Kurhaus.

Text: Tobias Steinhäüßer

Die UNESCO hat 2015 das Internationale Jahr des Lichts ausgerufen. Dieses Thema griff auch die Fraunhofer-Gesellschaft in ihrer Jahrestagung auf. So stand in mannshohen Lettern das Wort LIGHT im Foyer des Wiesbadener Kurhauses geschrieben. Die Buchstaben bestanden aus filigranen, sehr leichten Metallstrukturen. Fraunhofer-Forscher fertigten sie im 3D-Druckverfahren mit einer speziellen Lasertechnologie. Nur ein Beispiel dafür, wie »Licht gestaltet«.

Der Bogen war gespannt zum Höhepunkt des Abends: der Auszeichnung herausragender Projekte von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Etwa 700 Gäste aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft hatten sich dazu im Friedrich-von-Thiersch-Saal versammelt. Laut Ehrengast Volker Bouffier, Hessischer Ministerpräsident, »der schönste Kursaal, den wir in Deutschland haben«. Lichtdesigner Björn Hermann tauchte die neoklassizistischen Räumlichkeiten in das Licht seiner Scheinwerfer: Blau leuchteten die Säulen auf der Empore, blau auch die mit Kronleuchtern bestückte Saaldecke. Die gebogene Rückwand der Bühne strahlte in goldenen Farben. Hermann entwickelte schon bei früheren Jahrestagungen das Lichtkonzept. Seine Inszenierungen sind mehrfach ausgezeich-

net – zum Beispiel mit dem Deutschen Bühnenpreis 2015 für »25 Jahre Mauerfall«.

Scheinwerfer tanzen im Takt der Musik

Die Strahlen der Scheinwerfer zuckten im Takt von futuristischen Musikklangen wie Laserblitze durch den Festsaal. Untermalt von Videoprojektionen, die an der Wand hinter der Bühne auftauchten: »Licht ist Fortschritt. Licht ist Leben. Licht ist Energie. Licht gestaltet«. Professor Reimund Neugebauer, Präsident von Europas größter Organisation für anwendungsorientierte Forschung, betrat als erster die Bühne. Er begrüßte zunächst alle Gäste und die Ehrengäste: Bundespräsident Gauck – der sich noch kurz zuvor das LIGHT-Exponat im Foyer angesehen hatte, und Hessens Ministerpräsident Volker Bouffier. Ebenfalls in der ersten Reihe: der israelische Botschafter in Deutschland, Yakov Hadas-Handelsman.

Aktuell wird gerade ein deutsch-israelisches Forschungsprogramm zur Nanotechnologie aufgesetzt. Fraunhofer baut dazu seine Kooperation mit der Universität Jerusalem aus. Gleichzeitig will das Fraunhofer-Institut für Sichere Infor-

mationstechnologie SIT in Darmstadt zusammen mit israelischen Forschungseinrichtungen ein Cybersecurity Innovation Center in Israel etablieren. Neugebauer spannte den Bogen zum Veranstaltungsort Wiesbaden: Auch in Hessen arbeite Fraunhofer an Lösungen für drängende Zukunftsfragen – unter anderem in der hessischen Landesoffensive zur Entwicklung wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz (LOEWE). »Fraunhofer ist über Hessen hinaus auf Erfolgskurs und weiter gewachsen. Überproportional gut entwickelten sich 2014 insbesondere unsere Projekte mit der Wirtschaft und unsere internationalen Aktivitäten«, so Neugebauer. Schließlich richtete er sich direkt an den Bundespräsidenten und nannte wichtige Eckpunkte der Zusammenarbeit mit der Regierung: »Wir engagieren uns auf Bundesebene stark für die Weiterentwicklung der Hightech-Strategie und die Fortführung der Exzellenzinitiative. Auch den Innovationsdialog zwischen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft bei der Bundeskanzlerin gestalten wir aktiv mit und setzen Akzente.« Dann ergriff der Bundespräsident das Wort: »Nicht alles, was neu ist, ist allein deshalb auch gut. Aber eine gute Zukunft wird es nur mit Innovationen geben. Umgekehrt gilt aber auch, dass sich sogar die beste Innovation nicht durchsetzen kann, wenn ihr die Akzeptanz bei den Menschen fehlt. Ziel der Fraunhofer-Gesellschaft ist die anwendungsorientierte Forschung zum unmittelbaren Nutzen für die Wirtschaft und zum Vorteil für die Gesellschaft. Auch dank ihr gehört Deutschland zu den innovativsten Staaten Europas.«

Forschung braucht Unterstützer

Anschließend stellte der Hessische Ministerpräsident in seinem Grußwort fest, dass Forschung nicht immer einen leichten Stand hat. Ihre allgemeine Bedeutung sei unbestritten, sie selbst aber kein Wahlkampfschlager, so Volker Bouffier. Es brauche Unterstützer. Deswegen stelle das Land Hessen zwischen 2016 und 2020 weitere neun Milliarden Euro für die Forschung zur Verfügung. Er dankte Fraunhofer für die seit über 65 Jahren erbrachten großartigen Leistungen an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Anwendung.

Eröffneten die Preisverleihung: Volker Bouffier, Hessischer Ministerpräsident, Prof. Dr. Reimund Neugebauer, Fraunhofer-Präsident, und Bundespräsident Joachim Gauck (v.l.n.r.). © Torsten Silz/dedimag/Fraunhofer



Aktuelle Beispiele lernten er und die anderen Gäste unmittelbar im Anschluss kennen. Susanne Holst, die Moderatorin des Abends, hauchte den Hauptdarstellern der Show nun wieder neues Leben ein: Auf ihr Kommando führen die Scheinwerfer auf und ab, drehen sich um sich selbst und schickten Lichtstrahl-Choreographien durch den Festsaal. Elektronisch-metallische Klänge füllten den Raum und Videoinstallationen informierten über das erste ausgezeich-

lampe. Die Projektionen im Bühnenhintergrund verrieten es: Statt einem Lichtstrahl kommen kleine lila Plasmablitzte aus dem Gerät – vollkommen unbedenklich für die menschliche Haut. Im Gegenteil: Plasma – ein ionisiertes Gas – reduziert die Zahl von Keimen auf ihrer Oberfläche, wodurch sie besser mit Sauerstoff versorgt wird.

1978 wurde der Joseph-von-Fraunhofer-Preis ins Leben gerufen und in diesem Jahr dreimal

die so reibungsarm sind, dass Motoren und Antriebe in Zukunft deutlich effizienter arbeiten könnten. Szenenwechsel: Zwei unscheinbare Pflänzchen auf der Bühne kündigten die nächsten Preisträger an: Aus Russischem Löwenzahn gewinnen Dr. Carla Recker von der Continental Reifen Deutschland GmbH sowie Professor Dirk Prüfer und Dr. Christian Schulze Gronover vom Münsteraner Standort des Fraunhofer-Instituts für Molekularbiologie und Angewandte Oeko-

Technik war vor und im Kurhaus präsent.
© Torsten Silz/dedimag/
Fraunhofer



Am Ende der Show posierten alle Preisträger gemeinsam mit den Ehren Gästen für die Fotografen.
© Torsten Silz/dedimag/
Fraunhofer

Das Exponat des Fraunhofer ILT im Foyer symbolisierte das Motto der Jahrestagung: »Licht gestaltet«.
© Dirk Mahler/Fraunhofer

nete Projekt: Professor Wolfgang Viöl und Dr. Andreas Helmke vom Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST in Braunschweig sowie Professor Steffen Emmert von der Universitätsmedizin Göttingen und Dr. Dirk Wandke von der CINOGY GmbH heilen Wunden mit Plasma. Dafür erhielten sie den Fraunhofer-Preis Technik für den Menschen. Er wird alle zwei Jahre von den ehemaligen Vorständen und Institutsleitern der Fraunhofer-Gesellschaft verliehen und ist mit 50 000 Euro dotiert. Ihre Medizintechniklösung PlasmaDerm lag vor den Wissenschaftlern auf einem kleinen Pult: Ein Apparat mit der Form und Größe einer Taschen-

verliehen – ebenfalls dotiert mit jeweils 50 000 Euro. Einen Vorgeschmack auf die Themen gab wieder das auf und um die Bühne installierte Scheinwerfer-Ensemble. Es ließ eine imaginäre Fläche aus Licht-Gitterlinien entstehen, Sternschnuppen an den Wänden des Festsaaes explodieren und tanzte in bunten Farben zu klassischer Musik. Professor Andreas Leson, Dr. Hans-Joachim Scheibe und Dr. Volker Weihnacht betraten die Bühne.

Den Forschern des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden gelang es diamantartige Schichten herzustellen,

logie IME Naturkautschuk, aus dem Continental Fahrzeugreifen fertigt.

Auch die Technologie von Oliver Wermuth, Jan Plogsties und Harald Popp funktioniert auf vier Rädern. Die Wissenschaftler vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen entwickelten eine neuartige Audiosoftware, die ein natürliches dreidimensionales Musikerlebnis erzeugt (Mehr zu allen Preisträgern erfahren Sie ab Seite 41). Das Gefühl mitten in einem Konzertsaal zu sitzen, konnten die Gäste im Anschluss an die Show in einem Audi Q7 selbst erleben. ■

Plasma lässt Wunden schneller heilen



Hauterkrankungen machen vielen Menschen zu schaffen. Ein häufiges Problem sind offene Wunden - vor allem ältere Menschen sind betroffen. Die neue medizintechnische Lösung PlasmaDerm setzt Plasma ein, damit die Verletzungen schneller heilen.

Text: Martin Kern

Mit Hilfe der Medizintechniklösung PlasmaDerm können Dr. Andreas Helmke, Dr. Dirk Wandke (Cinogy GmbH), Prof. Wolfgang Viöl und Prof. Steffen Emmert (Universitätsmedizin Göttingen) die Heilung von Wunden beschleunigen (v.l.n.r.). © Dirk Mahler/Fraunhofer

Hauterkrankungen gehören hierzulande zu den Volkskrankheiten. Neurodermitis, Schuppenflechte oder das sogenannte »offene Bein«, hervorgerufen durch Diabetes oder Krampfadern, verursachen bei Patientinnen und Patienten oft jahrelange Leiden. Dem Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST in Braunschweig ist es in Kooperation mit dem Unternehmen Cinogy und der Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie der Universitätsmedizin Göttingen gelungen, die neuartige Medizintechniklösung PlasmaDerm zur Therapie von Wunden und Hautkrankheiten zu entwickeln. Plasma, unmittelbar auf der Haut erzeugt, fördert dabei die Wundheilung.

»Es ruft so ein kaum spürbares leichtes Kribbeln auf der Haut hervor«, erklärt Prof. Wolfgang Viöl vom IST, während er mit einem Apparat in Form und Größe einer Taschenlampe in kleinen Kreisbewegungen über seinen Handrücken fährt. An der Spitze des Apparats, den er nur knapp über der Haut hält, sieht man einen unscheinbaren lila Nebel: Plasma – ein ionisiertes Gas.

Das Neue an PlasmaDerm: Ein Team aus Medizinern, Biologen, Physikern und Ingenieuren entwickelte ein Gerät, das erstmals nicht-thermisches, also »kaltes« Plasma bei atmosphärischem Druck direkt auf der Haut zur Verfügung stellt. Beim patentierten Verfahren wird die Elektrode der Apparatur nahe an die Haut herangeführt. Die Haut fungiert elektrisch als Gegenelektrode.

Werden Hochspannungspulse aktiviert, wandeln elektrische Felder die Luft zwischen Elektrode und Haut in nicht-thermisches Plasma.

PlasmaDerm wickt schmerzfrei und sicher

Da »kaltes« Plasma bisher nicht am Menschen angewandt wurde, kam dem IST die zentrale Aufgabe zu, die Verfahrenssicherheit zu bewerten. »Wir haben eine Risiko-Nutzen-Analyse durchgeführt. Die Auswertung aller chemischen und physikalischen Parameter lassen den Schluss zu, dass es keine Bedenken gibt, das Plasma am Menschen einzusetzen«, erläutert Dr. Andreas Helmke das Vorgehen am IST.

Antiseptische Wirkung und eine verbesserte Wundheilung konnten im Rahmen einer klinischen Studie von Prof. Steffen Emmert an der Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie der Universitätsmedizin Göttingen nachgewiesen werden. Den größten Vorteil der Anwendung sieht Prof. Emmert darin, »dass nicht-thermisches Plasma die Mechanismen verschiedener Therapien vereint. Es gibt bereits UV-, Ozon- oder Elektrotherapien. Durch Plasma erreichen wir jedoch eine bessere Wirkung in kürzerer Zeit.«

Plasma reduziert die Zahl von Keimen auf der Oberfläche der Haut und erhöht durch das elektrische Feld gleichzeitig die Mikrozirkulation der

Haut, wodurch sie besser mit Sauerstoff versorgt wird. Dies sind entscheidende Faktoren zur besseren Heilung von Wunden. Um die Anwendung flexibel einzusetzen, war es notwendig, ein portables Gerät zu entwickeln. Dies gelang Fraunhofer in Kooperation mit Cinogy. »Wir mussten einen Apparat entwickeln, der klein ist, aber hohe Spannungen erzeugt. Das Ergebnis ist nun nur etwa so groß wie ein Laptop und kann über eine normale Steckdose mit 100 bis 230 Volt betrieben werden«, beschreibt Dr. Dirk Wandke, Geschäftsführer bei Cinogy, die größte Herausforderung. Mittlerweile wird PlasmaDerm europaweit vertrieben.

Mit PlasmaDerm verbindet Prof. Viöl eine Vision. »Wenn ein Kind mit dem Skateboard stürzt, dann stell ich mir vor, dass die Mutter die Wunde in Zukunft zuhause mit einem kleinen PlasmaDerm-Stick behandelt und nicht mehr mit Jod. Oder, dass das Gerät selbst misst, was mit der erkrankten Haut nicht in Ordnung ist, um anschließend die Dosis einzustellen und die physikalische Therapie zu starten.«

Für die Entwicklung von PlasmaDerm erhalten Prof. Wolfgang Viöl, Dr. Andreas Helmke, Prof. Steffen Emmert und Dr. Dirk Wandke den Fraunhofer-Preis Technik für den Menschen. ■

Naturkautschuk aus Löwenzahn

Löwenzahn ist eine robuste Pflanze, aus der sich ein gefragter Rohstoff gewinnen lässt: Kautschuk. Dieser ist für die Produktion von Gummi unerlässlich. Fraunhofer-Forscher nutzen Russischen Löwenzahn, um große Mengen an Naturkautschuk herzustellen.

Text: Martin Kern

Aus Russischem Löwenzahn gewinnen Dr. Christian Schulze Gronover, Dr. Carla Recker (Continental Reifen Deutschland GmbH) und Prof. Dirk Prüfer Naturkautschuk, der zur Herstellung von Autoreifen eingesetzt wird (v.l.n.r.). © Dirk Mahler/Fraunhofer



Etwa 40 000 Produkte unseres täglichen Lebens enthalten Naturkautschuk. Ob Matratzen, Handschuhe, Klebestreifen oder Reifen – erst der Rohstoff verleiht extreme Elastizität, Zugfestigkeit und Kälteflexibilität. Natürlichen Kautschuk durch künstlichen zu ersetzen, ist bisher nicht möglich. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME fanden jedoch eine preiswerte und umweltfreundliche Alternative zum Kautschukbaum: Löwenzahn.

Naturkautschuk wird derzeit ausschließlich aus dem Baum »Hevea brasiliensis« gewonnen, eine Pflanzenart der Subtropen. Die wachsende Nachfrage und zunehmende Probleme mit Schadpilzen machen Naturkautschuk zum kostbaren Gut. 95 Prozent der weltweiten Gesamtproduktion stammt aus Südost-Asien. Um den steigenden Verbrauch zu decken, werden Regenwälder gerodet und in Agrarland umgewandelt. In Taraxacum koksaghyz, dem Russischen Löwenzahn, fanden Professor Dirk Prüfer und sein Kollege Dr. Christian Schulze Gronover vom IME in Münster einen effizienten Ersatz für den Kautschukbaum. »Die Pflanze ist extrem anspruchslos. Sie kann in gemäßigttem Klima und selbst auf Böden kultiviert werden, die für die Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln nicht oder nur begrenzt geeignet sind«, erklärt Christian Schulze Gronover. »Außerdem hat Löwenzahn den Vorteil, dass er von Jahr zu Jahr wächst. Der Kautschukbaum bringt erst nach sieben bis zehn Jahren einen Ertrag.«

Den Entschluss, am Löwenzahn zu forschen, fasste Dirk Prüfer während eines Ausflugs. »Ich saß auf einer Wiese im Sauerland, die übersät war mit Löwenzahn. Als ich eine Blüte abgerissen hatte, tropfte aus dem Stängel weiße Latex-Milch. Da hatte ich die Idee, dass man hieraus doch Kautschuk gewinnen könnte«. Doch die Menge an Latex – dies ist Kautschuk in flüssiger Form – im heimischen Löwenzahn reicht nicht aus, um ihn industriell zu nutzen. Aus diesem Grund wurden die Arbeiten mit dem Russischen Löwenzahn, der deutlich mehr Kautschuk produziert, fortgeführt.

Verzicht auf gentechnische Eingriffe

Durch gezielte Zucht gelang es den Forschern, den Kautschukgehalt innerhalb kurzer Zeit zu verdoppeln. Auf gentechnische Eingriffe verzichteten sie dabei. Dirk Prüfer und Christian Schulze Gronover analysierten stattdessen die Löwenzahn-DNA und definierten DNA-Marker. Hierdurch konnten sie bereits bei Keimlingen feststellen, ob diese Eigenschaften besitzen, die sich positiv auf die Kautschukproduktion auswirken. Den Kautschuk aus der Pflanze zu lösen, war eine weitere Herausforderung. Die Wissenschaftler entwickelten hierfür ein umweltfreundliches Verfahren. Da der Anteil in den Blättern gering ist, werden lediglich die Wurzeln zermahlen. Anschließend wird der Rohstoff mit Wasser von den übrigen Stoffen getrennt.

In Autoreifen hat sich der Löwenzahn-Kautschuk bereits bewährt. Der Hersteller Continental hat ein erstes Modell auf Asphalt getestet. »Der Kautschuk aus Löwenzahn hat optimale Rohstoff- und Materialeigenschaften. Die Reifen daraus zeigen ein äquivalentes Eigenschaftsprofil im Vergleich zu Reifen aus herkömmlichem Naturkautschuk«, betont Dr. Carla Recker von Continental.

Neuer Naturkautschuk besteht Praxistest

Da Naturkautschuk für die Qualität vieler Produkte aus Gummi entscheidend ist, erachten ihn besonders Industrienationen als strategisch bedeutenden Rohstoff. Kautschuk aus Löwenzahn könnte die Abhängigkeit von Importen verringern. Ersetzen könne er sie nicht, vermutet Dirk Prüfer. Denn, »um den Weltbedarf an Naturkautschuk mit Löwenzahn zu decken, bräuhete man eine Fläche, so groß wie Österreich.«

Für ihre Forschung am Russischen Löwenzahn sowie die Entwicklung der Anwendung erhalten Dirk Prüfer, Christian Schulze Gronover sowie Carla Recker den Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2015. ■

Der Konzertsaal zum Mitnehmen



Neuartige Audio-Software erzeugt ein natürliches dreidimensionales Musikerlebnis. Ob über das Smartphone oder im Auto - der Zuhörer hat stets das Gefühl, mitten im Konzertsaal zu sitzen.

Text: Martin Kern

Um digitalisierte Musik optimal wiederzugeben, sind sehr gute Softwarelösungen notwendig. Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen entwickelte mit Cingo und Symphoria intelligente Algorithmen, die einen natürlichen dreidimensionalen Raumklang erzeugen. Zuhörer haben im Auto oder über mobile Endgeräte das Gefühl, live beim Konzert dabei zu sein.

Die Voraussetzungen sind oft schlecht: Smartphones, Tablets und Kopfhörer verfügen nicht immer über hochwertige Lautsprecher. In Fahrzeugen geben Lautsprecherpositionen und Fahrgastraum schwierige akustische Bedingungen vor. Dennoch erwarten Hörer hervorragende Tonqualität. Die Softwarelösungen Cingo und Symphoria gleichen Schwächen der Hardware aus und geben gleichzeitig das vom Musiker gewünschte Klangbild präzise wieder – unabhängig davon, welche Lautsprecher oder Kopfhörer der Nutzer verwendet.

»In einem Konzertsaal kommt die Musik nicht nur direkt von der Bühne. Wir hören auch die Reflexionen des Schalls von der Decke und den Wänden. Erst hierdurch erhalten wir einen dreidimensionalen Klangeindruck«, erklärt der Symphoria-Projektleiter Oliver Hellmuth. Cingo und Symphoria analysieren, welche Elemente einer Aufnahme Direktschall oder Reflexion sind, und fügen diese anschließend zu einem natürlichen dreidimensionalen Klang zusammen.

Die von Harald Popp, Oliver Hellmuth und Jan Plogsties entwickelten Softwarelösungen Cingo und Symphoria erzeugen in Fahrzeugen und mit mobilen Endgeräten 3D-Surround-Sound (v.l.n.r.). © Dirk Mahler/Fraunhofer

Die Informationen über den Raum, in dem ein Musikstück gespielt wurde, sind in jeder Tonaufnahme bereits enthalten.

Enge Zusammenarbeit mit Tonmeistern

Um ein optimales Hörerlebnis durch Cingo auf mobilen Endgeräten und Symphoria in Fahrzeugen zu erzeugen, reicht eine reine Signalanalyse der Musik jedoch nicht aus. Entscheidend ist die Zusammenarbeit von Ingenieuren und Tonmeistern. »Ingenieure wissen, wie sie das Werkzeug entwickeln. Tonmeister, wie sie es am besten nutzen«, erläutert Jan Plogsties, Projektleiter für Cingo. Aus diesem Grund wurden neben der technischen Analyse frühzeitig Anpassungen der Tonwiedergabe durch die Tonmeister des IIS vorgenommen. Da für die Bewertung der Qualität von derartigen Audioalgorithmen keine klangliche Referenz existiert, war die subjektive Beurteilung der Experten entscheidend.

In allen Entwicklungsphasen arbeiteten die Wissenschaftler des IIS eng mit den Kunden zusammen. Denn der Klang muss an die Lautspre-

cher eines jeden Endgeräts individuell angepasst werden. »Setzt ein Hersteller unsere Software ein, wird der Sound für jedes Modell eigens konfiguriert. Das ist ein Tuning-Prozess. Hierfür brauchen wir unsere ausgezeichneten Tontechniker«, betont Oliver Hellmuth.

Die Markteinführung war von Beginn an Ziel der Entwicklung von Cingo und Symphoria. »Wie immer haben wir uns überlegt: Wenn das gut funktionieren würde, wer könnte es brauchen? Nach ersten Gesprächen haben wir schnell gemerkt, dass es großes Interesse von Unternehmen an gutem 3D-Surround-Sound gibt«, erzählt Harald Popp, der sich um die Vermarktung der Anwendungen kümmert.

Google nutzt Cingo seit 2013 in allen Geräten der Nexus-Serie. Zudem brachte Samsung die Software in einer Virtual Reality-Brille auf den Markt. Audi erzeugt mit Hilfe von Symphoria in den Modellen TT, Q7 sowie R8 ein 3D-beziehungsweise Surround-Erlebnis.

Für die Entwicklung und die Markteinführung von Cingo und Symphoria erhalten Oliver Hellmuth, Jan Plogsties und Harald Popp den Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2015. ■

Diamantartige Schichten sparen Treibstoff



Werden Motorenkomponenten mit hartem Kohlenstoff beschichtet, reduzieren sich ihre Reibungswerte fast auf null. Weltweit ließen sich Milliarden Liter Treibstoff sparen. Ein neues Laser-Verfahren ermöglicht nun die Beschichtung in Serie.

Text: Martin Kern

Werkstücke mit diamantähnlichem Kohlenstoff zu beschichten, um damit Reibung zu minimieren, ist bereits möglich. Fraunhofer-Forscher entwickelten nun das Laser-Arc-Verfahren, um Kohlenstoffschichten mit nahezu der Härte von Diamant großtechnisch in hohen Beschichtungs-raten und großen Dicken aufzutragen. Werden Kohlenstoffschichten etwa auf Kolbenringe oder Kolbenbolzen von Motoren aufgebracht, sinkt der Verbrauch der Antriebe. »Durch unsere Entwicklung könnte man bei konsequenter Anwendung in den kommenden zehn Jahren über 100 Milliarden Liter Treibstoff pro Jahr einsparen«, betont Prof. Andreas Leson vom Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden.

Beschichtungen auf Kohlenstoffbasis werden bereits in der Serienproduktion eingesetzt. Dem Forscher-Team des IWS um Prof. Leson, Dr. Hans-Joachim Scheibe und Dr. Volker Weihnacht ist es jetzt gelungen, wasserstofffreie ta-C-Schichten im großtechnischen Maßstab in gleichbleibender Qualität herzustellen. Diese tetraedrischen amorphen Kohlenstoffschichten sind wesentlich härter und damit verschleißfester als herkömmliche diamantähnliche Schichten. »Leider kann man Diamantstaub aber nicht einfach abkratzen und dann aufbügeln. Deshalb mussten wir einen anderen Weg finden«, erklärt Dr. Scheibe. Seit über dreißig Jahren beschäftigt

Mit dem Laser-Arc-Verfahren gelingt es Dr. Volker Weihnacht, Prof. Andreas Leson und Dr. Hans-Joachim Scheibe, reibungsmindernde verschleißarme Schichten auf Bauteilen abzuscheiden (v.l.n.r.). © Dirk Mahler/Fraunhofer

sich der Forscher mit den reibungsmindernden Eigenschaften des Kohlenstoffs.

Gepulster Laser steuert den Lichtbogen

Wie bei alten Filmprojektoren wird beim Laser-Arc-Verfahren im Vakuum ein Lichtbogen zwischen einer Anode und dem Kohlenstoff als Kathode erzeugt. Um den Lichtbogen auszulösen, trifft ein Laser auf den Kohlenstoff auf. Es entsteht Plasma aus Kohlenstoff-Ionen, das sich im Vakuum auf den zu beschichtenden Bauteilen abscheidet. Um industriell große Stückzahlen zu ermöglichen, fährt ein gepulster Laser vertikal eine rotierende Kohlenstoffwalze ab und steuert hierdurch den Lichtbogen. Die Walze wird gleichmäßig abgetragen. Für eine einheitliche glatte Beschichtung lenkt zudem ein Magnetfeld das Plasma ab und filtert Schmutzpartikel heraus.

Mit dem Laser-Arc-Verfahren können sehr dicke ta-C-Schichten von bis zu 20 Mikrometern mit hohen Beschichtungs-raten abgeschieden wer-

den. »Für bestimmte Einsatzfälle, insbesondere in der Automobilindustrie, sind große Schicht-dicken entscheidend, da diese Bauteile über längere Zeiten enormen Belastungen ausgesetzt sind«, erläutert Dr. Weihnacht.

Der Automobil- und Motorradhersteller BMW arbeitet intensiv an der großtechnischen Umsetzung ta-C-beschichteter Bauteile in Motoren seiner Fahrzeugmodelle. Deren Treibstoffverbrauch wird hierdurch vermindert. Für Prof. Leson ist dies ein erster großer Schritt, um mit Hilfe des Laser-Arc-Verfahrens Ressourcen zu schonen. Doch für den Motorrad-Liebhaber hat die Entwicklung einen weiteren positiven Effekt. »Dass wir durch unsere Forschung dazu beitragen, Motorrad fahren umweltverträglicher zu machen, lässt mich mit einem besseren Gewissen auf meine Maschine steigen«, betont der Wissenschaftler, und ein breites Grinsen zieht dabei über sein Gesicht.

Für die Entwicklung des Laser-Arc-Verfahrens und der Anwendung von ta-C-Beschichtungen in der Serienfertigung erhalten Andreas Leson, Hans-Joachim Scheibe sowie Volker Weihnacht den Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2015. ■

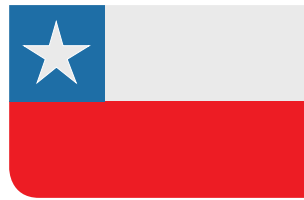
Filme und Podcasts:
www.fraunhofer.de/presse



Grenzüber-schreitende Logistik

Gelderland, die größte der niederländischen Provinzen, ist traditionell eine Drehscheibe im internationalen Warenverkehr: Güter vom Rotterdamer Hafen durchlaufen die Region auf dem Weg zu Abnehmern in Deutschland oder Osteuropa, gleichzeitig werden hier importierte und heimische Agrarprodukte – von der niederländischen Tomate bis zum Käse – verpackt und verschickt. Für Agrológistiker und Food-Chain-Manager eine große Herausforderung.

Unterstützt werden sie jetzt von Forschern des Agrarlogistic Support Centers. Hier arbeiten Forscher vom Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML zusammen mit niederländischen Kollegen der Universitäten in Arnheim, Nimwegen und Wageningen an neuen, effizienten und schnellen Logistiklösungen, die zugeschnitten sind auf die Bedürfnisse der Lebensmittelindustrie. Die Experten bieten Unternehmen, die Agrarprodukte verarbeiten und transportieren, neuestes Know-how, technische sowie wirtschaftliche Beratung an.



Der Sonne entgegen

Die Fraunhofer-Gesellschaft investiert in ein Solarforschungszentrum in Chile. Ziel des von der Fraunhofer Chile Research Foundation neu gegründeten Fraunhofer Center for Solar Energy Technologies in Santiago de Chile ist es, das Potenzial des sonnenreichen Landes stärker zu nutzen und die Abhängigkeit von fossilen Energiequellen zu reduzieren. Hierfür sollen vor allem solarthermische und photovoltaische Technologien und Anwendungen mit Partnern aus Forschung und Industrie weiterentwickelt und vor Ort implementiert werden.

Wissenschaftler des Fraunhofer Chile Research Center for Solar Energy Technologies, des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg und der Pontificia Universidad Católica de Chile werden gemeinsam an der Gewinnung von Strom und Wärme aus Solarenergie forschen. Im Mai wurde das Forschungszentrum für Solarenergie in Anwesenheit der chilenischen Vizeministerin für Energie Jimena Jara offiziell eingeweiht. »Chile ist aus mehreren Gründen ein interessanter Standort für Solarenergie«, sagt Dr. Andreas Häberle, Leiter des Fraunhofer Chile Research Center for Solar Energy Technologies. »Es ist weltweit das Land mit der höchsten direkten Sonneneinstrahlung. Gleichzeitig stellt das dortige Klima hohe Ansprüche an die Beständigkeit von Materialien und Komponenten.«

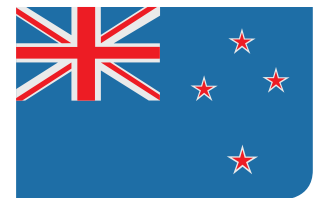


Der Preis der Wende

Die Energiewende kostet Geld. Gefährden diese Investitionen die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen? Dr. Barbara Breitschopf vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI ist der Frage auf den wissenschaftlichen Grund gegangen. Zusammen mit dem Forschungsunternehmen Ecofys hat sie untersucht, aus welchen Komponenten sich die Strompreise in ausgewählten Ländern der EU zusammensetzen und inwieweit große Stromverbraucher privilegiert werden.

Ergebnis: Wie teuer Strom ist, hängt in erster Linie davon ab, was er in dem jeweiligen Land an den Börsen kostet. In Deutschland ist der Preis vergleichsweise niedrig, weil die Hauptenergiequelle zurzeit billige Steinkohle ist und der hohe Anteil erneuerbarer Energien die Preise an der Börse drückt. Etwas günstiger ist der Strom wegen des hohen Anteils von Atomstrom in Frankreich, teurer im Vereinigten Königreich oder den Niederlanden, wo viel Gas verstromt wird.

In Deutschland zahlen Großverbraucher für Transport, Verteilung und Übertragung sowie für die EEG-Umlage und Steuern meist vergünstigte Raten. Damit bezieht die energieintensive Industrie den Strom nicht zwangsläufig zu höheren Preisen als Konkurrenten in anderen europäischen Ländern. Privilegien bei Umlagen für energieintensive Betriebe gibt es übrigens auch in anderen Ländern – allerdings sind diese Sonderkonditionen nicht immer so detailliert geregelt und nachvollziehbar wie in Deutschland.



Bionik für den Menschen

Die Menschen werden immer älter: Dank guter medizinischer Versorgung ist die Lebenserwartung in den vergangenen Jahrzehnten in den meisten Ländern der Welt enorm gestiegen. Allerdings steigt damit auch die Zahl der altersbedingten Erkrankungen wie der Verschleiß von Gelenken.

»Um hier entgegenzuwirken, ist es einerseits notwendig, die körperliche Belastung zu verstehen und aktiv zu unterstützen. Andererseits müssen Exoskelette entwickelt werden, die die Patienten im Alltag unterstützen«, erklärt Dr. Urs Schneider, Abteilungsleiter beim Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA.

Zusammen mit einem neuseeländischen Forscherteam will er in den kommenden drei Jahren die neue Technologie vorantreiben. Ziel ist es, eine sensorische Bandage zur Bewegungsmessung und ein motorgesteuertes Exoskelett zur Bewegungsunterstützung zu entwickeln. »Beide Produkte sollen klein, leicht, intuitiv bedienbar und gut an die menschliche Bewegung angepasst sein«, so Schneider.

»Im Bereich der Armorthesen liegen noch keine marktfähigen Lösungen vor«, betont Professor Peter Hunter vom Auckland Bioengineering Institute der University of Auckland in Neuseeland. »Diese wäre ein Meilenstein für die bionische Technik.«

Edles aus Pulver

Fraunhofer-Forscher entwickelten ein neues Verfahren zur Herstellung hochwertiger Sammlermünzen.

Text: Frank Grotelüschen

Das Portrait ist detailliert geschnitten, plastisch heben sich Kinn, Nase und Haartracht vom Hintergrund ab. Es ist das Motiv einer Sammlermünze – und diese Motive werden immer komplexer, feiner und detailgetreuer. Eine neue Herstellungsmethode erlaubt nun besonders hochwertige Prägungen. Bei ihr werden die Münz-Rohlinge nicht wie bislang gewalzt, sondern aus feinen Pulvern produziert – wodurch sie sich deutlich besser und gezielter verarbeiten lassen. Das Verfahren entwickelten Forscherinnen und Forscher vom Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen gemeinsam mit der Reischauer GmbH.

Im Grunde ist die Münzprägung ein simpler Vorgang: Ein Stempel, der das Motiv als Negativversion enthält, drückt mit einiger Wucht auf einen kreisrunden, metallenen Rohling, Ronde genannt. Wie gut diese Prägung gerät, hängt von mehreren Faktoren ab – unter anderem von der Qualität der Rondens. »In der Regel produziert man sie einfach aus gewalzten Blechen«, erläutert IFAM-Ingenieur Dr. Georg Veltl. »Bei Silbermünzen etwa wird ein Silberbarren so lange gewalzt, bis ein Blech in Münzdicke entsteht.« Anschließend presst eine Stanze – ähnlich wie die Ausstechform beim Plätzchenbacken – die Rondens aus dem Blech heraus. Die Stanzreste

muss man einschmelzen, bevor sie sich wiederverwerten lassen.

Diese Prozedur hat einen weiteren Nachteil: Da die Walze in eine bestimmte Richtung über das Metall fährt, bildet sich eine Textur – das Material zeigt in Walzrichtung eine andere Beschaffenheit als senkrecht dazu. Beim anschließenden Prägen kann sich diese Textur negativ bemerkbar machen, etwa durch feine Unebenheiten im Relief. »Bei Motiven, bei denen man tief ins Metall hineinprägt, kann sich sogar eine Art Orangenhaut bilden«, erzählt Veltl. »Sie zeigt sich durch leichte Vertiefungen in der Oberfläche.«

Unliebsam sind solche Macken vor allem bei Medaillen und hochwertigen Sammlermünzen. Auf ihnen nämlich sollen die Motive möglichst fein und detailliert erkennbar sein. Heikel bei Gesichtern ist etwa die Nasenspitze. Ist sie nach der Prägung mit zu wenig Material gefüllt, entsteht leicht der Eindruck einer Boxernase – wenig schmeichelhaft für die abgebildete Prominenz.

Rohlinge aus Metallpulver fertigen

Deshalb haben die IFAM-Experten gemeinsam mit dem mittelständischen Edelmetall-Experten



Reischauer GmbH aus Idar-Oberstein eine neue Technik entwickelt – ein pulvermetallurgisches Verfahren. Das Prinzip: Die Produzenten walzen die Rohlinge nicht, sondern fertigen sie aus einem feinen Pulver. Dieses Pulver erhalten die Experten, indem sie eine Metallschmelze durch ein Loch im Schmelztiegel auslaufen lassen. Auf diesen Strahl aus Flüssigmetall zielen mehrere Hochdruck-Wasserstrahlen und reißen ihn in feinste Tröpfchen. Gleichzeitig abgeschreckt wird die Schmelze, die Tröpfchen erstarren in Pulverpartikel von einer Größe zwischen zehn und 250 Mikrometern.

Vor dem Pressen wiegt eine Präzisionswaage das Pulver in kleine Portionen ab. Jede dieser Portionen wird in eine kreisrunde Matrizenform gefüllt, anschließend pressen Hydraulikstempel das Pulver mit einem Druck von bis zu fünf Tonnen pro Quadratzentimeter in die Form. Zum Schluss kommen die gepressten Metalltabletten in einen Spezialofen und werden »gesintert«: Der Ofen erhitzt sie auf Temperaturen unterhalb des Schmelzpunkts des jeweiligen Metalls. Die Folge: Statt zu zerfließen bleiben die Pulverkörnchen erhalten, gehen aber starke Bindungen mit ihren Nachbarn ein. Dadurch entsteht ein massives Metallstück, das im Gegensatz zum Walzen keinerlei Textur aufweist – ein Plus für die Münzprägung.



Pulvermetallurgisch hergestellte Silbermünze. Vorbild war eine historische Münze mit einem Motiv von Kaiser Franz Josef I (Bild links) – pulvermetallurgische Probestampung einer Münze aus 925 Sterlingsilber. Das Motiv zeigt Martin Luther (Bild rechts).
© Fraunhofer IFAM

Und es gibt noch weitere Vorteile: Durch das Sintern ist das Material weicher als bei den gewalzten Rohlingen. »Dadurch lässt sich der Prägedruck heruntersetzen«, sagt Dr. Gerd Wagner, Geschäftsführer der Reischauer GmbH. »Das spart Kosten und Zeit.« Zudem halten Prägewerkzeuge länger – durchaus ein Kostenfaktor für die Münzhersteller.

Anders als bislang kann das neue Verfahren nicht nur flache Rohlinge liefern, sondern auf Wunsch auch »dreidimensionale«: An jenen Stellen, an denen die Münze später eine deutliche Erhebung aufweisen soll, etwa einen Kopf, wird schon bei der Rondenerstellung mehr Material in Form eines Kegels oder eines Plateaus deponiert. Das erleichtert den anschließenden Prägevorgang und ermöglicht höhere Reliefs, wodurch die Bilder auf den Münzen räumlicher erscheinen.

Münzgewicht lässt sich konstant einstellen

Ein weiteres Plus hängt mit dem Gewicht der Rondens zusammen. Nach dem Walzen sind die Bleche – und damit auch die ausgestanzten Rondens – nicht immer gleich dick und variieren deshalb in ihrem Gewicht. Nun dürfen Münzen nie leichter sein als ihr Nennwert, ansonsten fühlte sich der Sammler zu Recht betrogen. Die

Folge: Besteht eine Münze zufällig aus einem dickeren Walzblech, kann sie um bis zu ein Prozent schwerer sein als der Nennwert – gut für den Käufer, ein Verlust für den Hersteller.

Durch den rapide gestiegenen Goldpreis wird das zunehmend zum Kostenfaktor. Bei einer großen Auflage einer Sammlermünze »verschenkt« der Fabrikant schnell mal hundert Gramm an Gold – was mit einem Minus von 3000 Euro zu Buche schlägt. »Bei unserer Methode wird das Pulver mit Präzisionswaagen abgewogen«, sagt Veltl. »Deshalb schwankt das Gewicht der Münzen nur um wenige hundertstel Gramm.«

Im Stahlbau sind pulvermetallurgische Verfahren schon länger etabliert, etwa in der Autoindustrie. In jedem Mittelklassewagen stecken etwa zehn Kilogramm an pulvermetallurgisch gefertigten Bauteilen. Es sind Komponenten mit besonders komplexen Konturen wie etwa Zahnriemenräder. »Für die Herstellung von Münzen ist diese Methode jedoch eine Novität«, sagt Veltl.

Am IFAM ist die Pulvermetallurgie ein eingeführtes Forschungsgebiet, alle für die Entwicklung erforderlichen Geräte sind im Technikumsmaßstab vorhanden. Damit konnten die Experten das Verfahren mit verschiedenen Münzmetallen erproben – an reinem Gold,

Silber, Kupfer und diversen Legierungen. »Mit der Pulvermetallurgie lassen sich aber auch Werkstoffe zu Rondens machen, die mit den herkömmlichen Methoden nicht zu verarbeiten sind«, sagt Gerd Wagner. »Wir sind die ersten, die Sammlermünzen aus Rhodium, Iridium und Ruthenium geprägt haben.« Mittlerweile hat die Reischauer GmbH eine komplette Fertigungslinie aufgebaut, die ersten Produkte sind schon ausgeliefert. »Das Interesse ist da und wir produzieren bereits größere Stückzahlen für unsere Kunden«, so Wagner. Zurzeit ist der Prozess aufgrund der aufwändigen Pulverherstellung noch im engen Wettbewerb mit dem konventionellen Walzen.

»Wenn man das Verfahren weiter optimiert, dürfte es auf lange Sicht günstiger werden als die bisherige Methode«, hofft Georg Veltl. Dann könnte es auch für Gebrauchsmünzen interessant werden. Hier verspricht die Pulvermetallurgie ein weiteres Plus: Sie kann zusätzliche Sicherheitsmerkmale – wie etwa bestimmte elektromagnetische Signaturen – auf eine Münze aufbringen und deren Fälschungssicherheit erhöhen. Ein Fahrkartenautomat könnte sie zuverlässiger identifizieren als die Merkmale der heutigen Münzen. Und von einem Fälscher wären die neuen Sicherheits-Signaturen wohl kaum nachzumachen. ■

Pulse für eine bessere Haltung

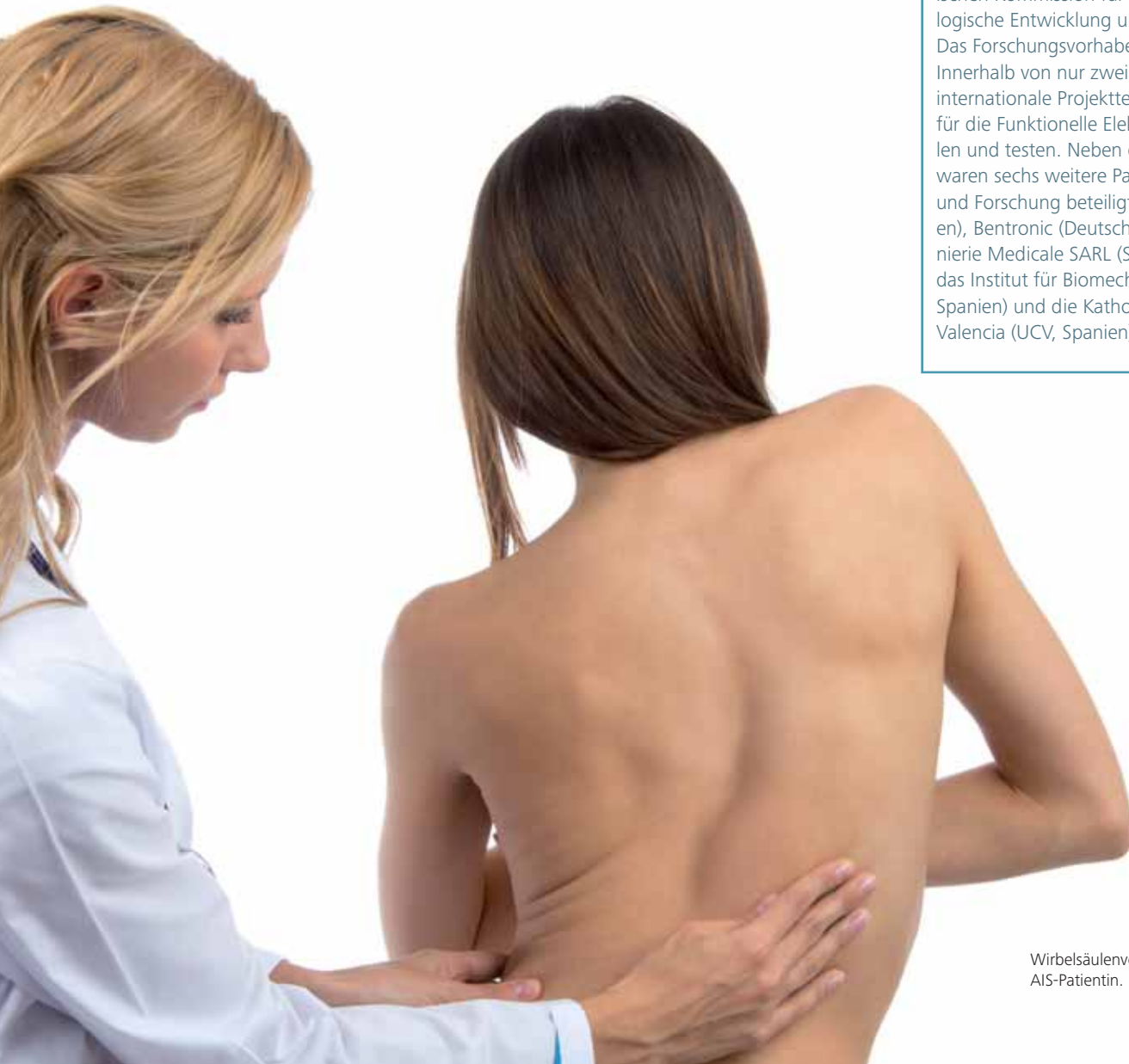
Um Wirbelsäulenverkrümmung bei Jugendlichen besser behandeln zu können, setzt das EU-Projekt »StimulAIS« auf die Elektrostimulation von Muskeln. Forscher entwickelten den Prototypen eines Implantats.

Text: Monika Offenberger



StimulAIS

Das »StimulAIS« Projekt zur minimalinvasiven Behandlung von Wirbelsäulenverkrümmungen bei Kindern und Jugendlichen wurde durch die EU gefördert und ist Teil des 7. Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Kommission für Forschung, technologische Entwicklung und Demonstration. Das Forschungsvorhaben startete 2013. Innerhalb von nur zwei Jahren konnte das internationale Projektteam den Prototypen für die Funktionelle Elektrostimulation erstellen und testen. Neben dem Fraunhofer IPMS waren sechs weitere Partner aus Industrie und Forschung beteiligt: Tequir S.L. (Spanien), Bentronic (Deutschland), Synergie Ingénierie Medicale SARL (SYNIMED, Frankreich), das Institut für Biomechanik in Valencia (IBV, Spanien) und die Katholische Universität von Valencia (UCV, Spanien).



»Setz dich gerade hin!« Diese Aufforderung kennt fast jedes Kind. Doch nicht immer ist es mit einer einfachen Erinnerung getan. Zwei von hundert Kindern und Jugendlichen zwischen 10 und 18 Jahren leiden an einer Verkrümmung der Wirbelsäule. Adoleszenten-Skoliose heißt diese Wachstumsstörung, die eine bleibende Verformung des Rückens bewirkt. Sie ist umso ausgeprägter, je jünger die Betroffenen bei ihrem Ausbruch sind und je schneller ihr Körperwachstum voranschreitet. Zwar bringen die Deformationen in der Regel keine schwerwiegenden gesundheitlichen Probleme wie Rückenschmerzen, Beklemmungen oder Atemnot mit sich. Doch sie sind deutlich sichtbar und werden deshalb von den Betroffenen oft als entstellend und entsprechend belastend empfunden. Bei Mädchen tritt die Störung vier Mal häufiger auf als bei Jungen. Sie scheint teilweise erblich zu sein, denn Verwandte von Betroffenen erkranken mit höherer Wahrscheinlichkeit als Mitglieder unbelasteter Familien.

Stimulieren mit elektrischen Reizen

Die genauen Ursachen der Wirbelsäulenverkrümmung sind bei neun von zehn Patienten unbekannt oder, wie Mediziner sagen, idiopathisch. Neuere Untersuchungen deuten darauf hin, dass die Idiopathische Adoleszenten-Skoliose, kurz AIS, auf eine Erkrankung des zentralen Nervensystems zurückgeht. »Nach dieser Theorie ist die Übertragung von den Nerven zu den zuständigen Muskeln gestört, und zwar nur auf einer Rückenseite. Während auf der gesunden Seite die Muskeln ziehen, fehlt auf der kranken Seite der Impuls zum Gegenzug. Also kommt es zu einer Verkrümmung und Verdrehung der Wirbelsäule«, erklärt Dr. Andreas Heinig vom Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS in Dresden. Aufbauend auf dieser Theorie hat Heinigs Team zusammen mit Forschungs- und Industriepartnern aus Spanien und Frankreich einen neuartigen Ansatz zur Behandlung der Wirbelsäulenverkrümmung entwickelt (siehe Kasten). Es nutzt die Funktionelle Elektrostimulation: Dabei ersetzen gezielte elektrische Impulse jene Nervenreize, die infolge der Krankheit zu schwach oder gar nicht ausgeprägt sind. Sie sollen die tief liegenden Muskeln entlang der Wirbel – die paraspinale Rotatoren – anregen und so den nötigen Gegenzug aufbauen, der ein symmetrisches Wachstum ermöglicht.

Innerhalb von nur zwei Jahren entwickelte das interdisziplinäre europäische Konsortium den Prototyp eines Implantats. Das medizinische

Know-how brachte Dr. Carlos Barrios von der Katholischen Universität in Valencia ein, der sich seit Jahrzehnten mit der Behandlung AIS-geschädigter Mädchen und Jungen befasst. »Dr. Barrios hat uns erklärt, was das Gerät alles können soll, und wir haben das dann umgesetzt«, sagt Heinig: »Das Implantat gibt in erster Linie Impulse ab, und zwar in einem Muster aus aktiven Phasen und Pausen, das der Arzt fortlaufend auf die individuellen Bedürfnisse der Patienten abstimmt.« Das Kernstück des Implantats wird in der Leistenregion eingepflanzt. Es enthält die Leiterplatten, von denen acht millimeterdünne Stromkabel an ausgewählte Bereiche längs der Wirbelsäule führen. Dort stimulieren Elektroden die erschlafften Muskeln der vom Gehirn vernachlässigten Körperseite und messen zugleich deren Aktivität. Einige weitere Elektroden führen in die gesunde Körperseite und erfassen auch dort – quasi als Referenzwert – die Muskelaktivität. Diese unterschiedlichen Daten werden durch einen internen Regelmechanismus miteinander abgeglichen, sodass die Muskelstimulation laufend an den Behandlungsfortschritt angepasst werden kann.

Je nach Schwere und Form der Verkrümmung ist es therapeutisch sinnvoll, zwischen zwei und fünf Elektroden auf der kranken Rückenseite und die verbleibende Zahl auf der gesunden Seite zu platzieren. Entsprechend flexibel lässt sich der Prototyp des Implantats einsetzen: Alle acht Elektroden können die Muskelaktivität messen und sechs sind zudem in der Lage, Impulse abzugeben. Die Stromstärke dieser Impulse ist mit einer maximalen Amplitude von 25 Milliampere etwa tausendmal höher als bei einem Herzschrittmacher. Um die Rotatoren-Muskeln anzuregen, benötigt man 50 Pulse pro Sekunde – und zwar über längere Zeit: Ein typisches Trainingsprogramm sieht sechs bis acht Stunden täglich vor, vorzugsweise nachts oder während anderer Ruhezeiten. Dabei sollten die Muskeln in mehreren Schüben maximal zehn Sekunden lang stimuliert werden, unterbrochen von mindestens zehnminütigen Pausen. Rechnet man ausschließlich die energiezehrenden Stimulationszeiten zusammen, so kommt man auf eine Betriebszeit von knapp zwei Stunden täglich.

Die im Implantat verwendete Batterie im Standardprogramm ist etwa neun Tage leistungsfähig, danach muss sie aufgeladen werden. Das dauert ungefähr 90 Minuten und geschieht drahtlos von außen, mittels induktiver Kopplung. Ebenfalls drahtlos werden die Daten vom Implantat zu einem externen Lesegerät überspielt – und vice versa. So lässt sich die im

Körper gemessene Muskelaktivität nachvollziehen. Die Stimulations- und Pausenzeiten können für jeden AIS-Patienten laufend an den Zustand seiner Muskulatur angepasst werden. »Nach welchem System das geschehen soll, haben unsere Partner in Valencia ausgetüfelt. Sollte das Implantat eines Tages bei AIS-kranken Kindern zum Einsatz kommen, dann wird der behandelnde Arzt das Lesegerät bedienen«, sagt Andreas Heinig. Dass die Technik prinzipiell funktioniert, konnten die Forscherinnen und Forscher in den erforderlichen Tests zeigen. Dort ließen sich die Daten in beide Richtungen übertragen. Auch die Aktivierung der Muskeln klappte. Die verbogene Wirbelsäule erkrankter Tiere konnte in die gewünschte Richtung korrigiert werden.

Um die feinen Elektroden exakt in der tiefliegenden Muskulatur nahe der Wirbelsäule zu positionieren, hat das am Konsortium beteiligte französische Unternehmen Synimed spezielle chirurgische Präzisionsinstrumente entwickelt. Sie könnten einst auch beim Menschen zum Einsatz kommen. Für die zahlreichen Mädchen und Jungen in aller Welt, die an AIS erkranken, wäre dies ein großer Gewinn. Denn mit den gängigen Therapien gelingt es in der Regel bestenfalls, eine beginnende Verkrümmung der Wirbelsäule abzuschwächen und eine weitere Verschlechterung bis zum Wachstumsende aufzuhalten. Am häufigsten wird dazu ein Korsett verwendet, das die betroffenen Kinder und Jugendlichen oft mehrere Jahre lang tragen müssen. In besonders schweren Fällen wird die Wirbelsäule operativ durch Verschraubung mit Metallplatten und Stiften versteift. Beide Methoden greifen erheblich in das alltägliche Leben ein und beeinträchtigen die Beweglichkeit der Betroffenen.

Konzept muss sich noch in der Praxis beweisen

Das Konzept der funktionellen Elektro-Stimulation ist diesen Therapien überlegen: Die minimal invasive Behandlung via Implantat verspricht nicht nur, das Schlimmste zu verhindern. Sie eröffnet die Möglichkeit, Missbildungen dauerhaft zu korrigieren – jedenfalls in der Theorie.

Ob sie sich auch in der Praxis bewährt, muss die Zukunft zeigen, betont Andreas Heinig: »Wir haben klar belegt, dass diese Form von Therapie technisch machbar ist. Jetzt muss in klinischen Studien der Beweis erbracht werden, dass sie medizinisch wirksam und sinnvoll ist und eine Heilung oder zumindest Verbesserung der Skoliose bewirken kann.« ■



Hybride Speicher für die Energiewende

Im SmartEnergyLab am Fraunhofer ISE haben Forscher das Zusammenspiel vieler kleiner Speicher erprobt und entwickeln nun eine Software, um ein solches System dezentral zu steuern.

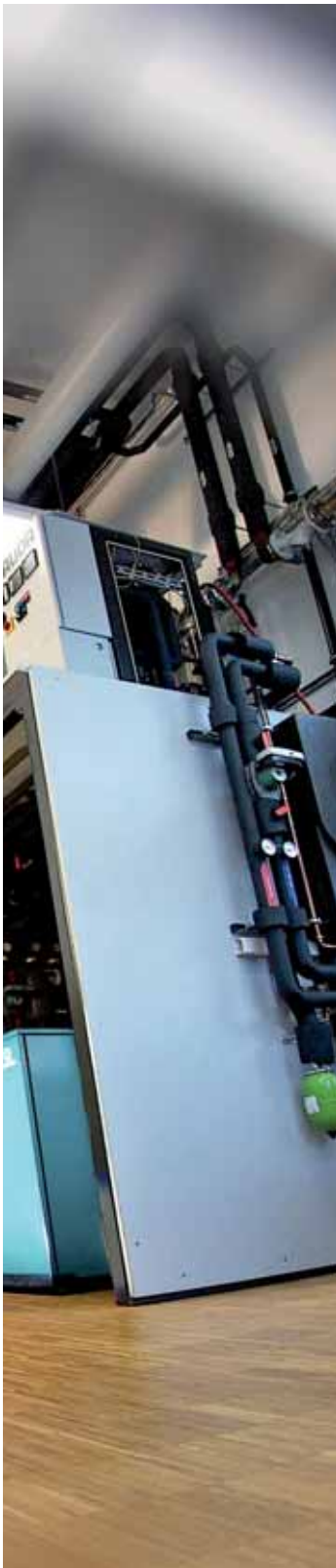
Text: Brigitte Röthlein

Windparks, Biogasanlagen, Solarzellen und Wasserkraftwerke liefern schon mehr als ein Viertel der benötigten elektrischen Energie. Künftig soll noch mehr Strom und Wärme aus erneuerbaren Quellen gewonnen werden. Doch Sonne und Wind sind nicht ständig verfügbar und auch die Unterschiede in den Jahreszeiten müssen ausgeglichen werden. Dazu werden leistungsfähige Speicher und intelligente Energiemanagement-Lösungen benötigt.

Dezentrale Energie-Gewinnung

»Unser neues Energiesystem entwickelt sich immer weiter weg von den großen Zentralen, die alles hierarchisch von oben steuern, hin zu vielen kleinen Einheiten, die im Netz integriert werden müssen«, sagt Prof. Dr. Christof Wittwer, Leiter der Abteilung Intelligente Energiesysteme am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg. »Heute und noch mehr in Zukunft müssen wir viele kleine und mittlere Energieerzeuger mit den Anforderungen der Verbraucher in Einklang bringen. Das gelingt nur mit einem intelligenten Energiemanagement, das auch eine Vielzahl von Speichern miteinbezieht.« Potenzial ist genügend vorhanden: Das Regenerative Energien Modell-Deutschland (REMod-D) des ISE prognostiziert, dass im Jahr 2050 allein über netzdienliche kleine Batterie- und





Blick ins SmartEnergyLab. Die gelben Kästen beherbergen die dezentralen Agenten. © Fraunhofer ISE

Wärmespeicher rund 340 Gigawattstunden bereitgestellt werden könnten. Strom lässt sich etwa in Batterien zwischenlagern, wie zum Beispiel in Akkus von Elektroautos, die gerade ungenutzt in der Garage stehen. Wasser- oder Latentwärmespeicher, aber auch Gebäude mit ihrer großen Masse können Wärme aufnehmen und bei Bedarf wieder ins Netz einspeisen. Zum Vergleich: Die angenommene Kapazität aller Pumpspeicherwerke beträgt nur 60 Gigawattstunden für den gleichen Zeitpunkt.

Virtuelles Speicher-Konzept

Doch ein solch vernetztes System muss erst einmal entwickelt und getestet werden. Fraunhofer verfügt zu diesem Zweck über das SmartEnergyLab, in dem die Forscher das Zusammenspiel der Energieversorger und -verbraucher in Häusern oder Siedlungen wirklichkeitstreu simulieren können. Ausgestattet ist das Testlabor sowohl mit regenerativen als auch mit elektrischen und thermischen Erzeugern und Speichern künftiger Ein- und Mehrfamilienhäuser: Es verfügt unter anderem über ein 5-Kilowatt-Blockheizkraftwerk, einen zwei Kubikmeter großen Wasserspeicher, einen Photovoltaik-Simulator, verschiedene Wechselrichter, einen Lithium-Ionen-Akku, eine Bleibatteriebank sowie eine Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge. Durch die Kombination virtueller und realer Komponenten können die Forscher nahezu jedes Energiesystem künstlich simulieren. Außerdem lassen sich alle externen Randbedingungen wie etwa Wetterabläufe sekundengenau einstellen. Auf diese Weise kann das Labor beispielsweise unterschiedliche Betriebssysteme unter genau gleichen Bedingungen testen und vergleichen.

In Zusammenarbeit mit den Fraunhofer-Instituten für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT und für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB in Ilmenau entwickelten Wittwer und sein Team im dreijährigen Projekt »Speicherstadt« ein Leitsystem, das Tausende kleiner Batterien und Wärmespeicher in der Leitwarte zu einem dezentralen, virtuellen, großen Speicher zusammenschaltet. Sie bezeichnen ihn als »Hybriden Speicher«. Das Betriebssystem ist in der Lage, immer dann, wenn Mangel an Strom oder Wärme herrscht, entsprechende Speicherkapazitäten anzuzapfen und den Verbrauchern die benötigte Energie zur Verfügung zu stellen. Wird mehr Energie erzeugt, als die Verbraucher aktuell benötigen, laden sich die Speicher auf. All dies geschieht in einem lokalen Umfeld, also etwa innerhalb eines Mehrfamilienhauses, einer Siedlung oder eines Industriestandortes.

»Wir haben spezielle Programme entwickelt, auch intelligente Agenten genannt, die lokale Speicherpotenziale erschließen und sie gebündelt auf der Verteilnetzebene zur Verfügung stellen«, erklärt Christof Wittwer. »Sie erledigen einen großen Teil der Regelaufgaben direkt mit ihren lokalen Nachbarn, sozusagen auf dem kleinen Dienstweg, und reduzieren so den Aufwand für zentrale Strukturen.« In der Praxis könnte man sich das zum Beispiel so vorstellen: Während in einem Mehrfamilienhaus der eine Bewohner in der Arbeit ist, können seine Nachbarn direkt von ihm Strom oder Wärme kaufen, die er tagsüber nicht benötigt. Ein bilateraler Agent kann derartige Deals direkt vermitteln, denn er kennt die Nachbarschaft und die dort getroffenen Absprachen. Er bezieht außerdem den jeweiligen Netzzustand und lokale Einflüsse in seine Berechnungen mit ein, also etwa die Information, wer gerade in Urlaub ist. Eine der wichtigsten Stellschrauben könnte auch der Energiepreis sein, wenn Agenten darauf achten, dass die Versorgung jeweils so preisgünstig wie möglich erfolgt.

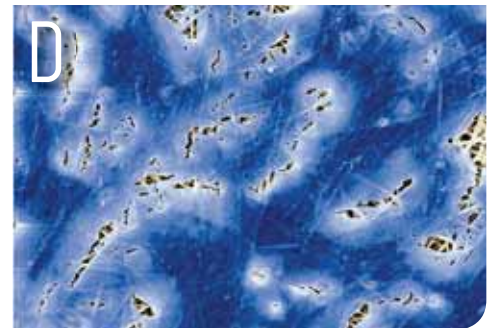
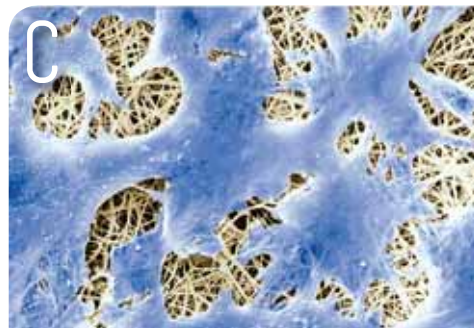
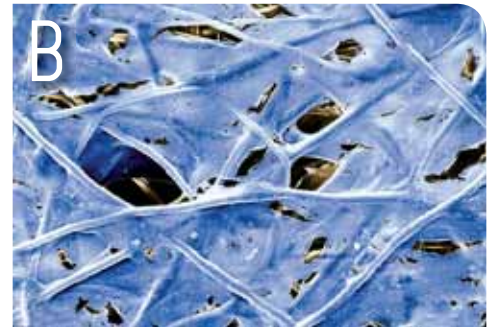
Digitale Agenten für das Stromnetz

Zurzeit arbeiten die ISE-Forscher an einer Software, die völlig neue Steuerungsstrategien für das Energienetz umsetzt: »Es handelt sich dabei um eine agentenbasierte Steuerungstechnik, die viele lokale Komponenten vollautomatisch vernetzt«, sagt Wittwer. »Man kann sich das ähnlich vorstellen wie beim Internet. Auch dort weiß ja der einzelne Nutzer nicht, auf welchen Wegen gerade seine Informationen transportiert werden.« Natürlich muss auch in einem Energieverteilnetz die Sicherheit an oberster Stelle stehen, sowohl die Zugriffssicherheit als auch der Datenschutz.

Der Vorteil einer solchen Struktur: Sie ist gegen Störungen sehr stabil, weist also eine hohe Resilienz auf. »Im Krisenfall kann man ein solches System in der Regel weiter stabil betreiben«, betont Christof Wittwer, »denn es können sich lokale Inseln in den Quartieren bilden, die sich selbst versorgen und gegenseitig ausgleichen. Das ist eine schöne Eigenschaft des neuen, dezentralen Energiesystems, auf die wir nicht verzichten sollten, indem wir ihm wieder eine zentrale Steuerungsstruktur überstülpen.« Natürlich muss nach wie vor der Verbund mit dem überregionalen Stromnetz erhalten bleiben. »Das ist eine Gratwanderung; die optimale Mischung muss man herausfinden.« Einen Prototyp für die neue Software gibt es schon – derzeit werben die ISE-Forscher um Hardware-Partner aus der Industrie, die bereit sind, ihr Energiesystem damit zu optimieren. ■

Gewebeerersatz aus Hightech-Fasern

Die regenerative Medizin nutzt körpereigene Zellen, um verletztes Gewebe zu heilen. Fraunhofer-Forscher setzen auf Trägersubstrate, die sich erst nach dem Einsetzen in den Patienten selbst besiedeln. Proteine locken die Zellen an, die auf den Substraten anwachsen.



Text: Britta Widmann

Das Vlies aus Hightech-Fasern ersetzt menschliches Gewebe. Die raster-elektronenmikroskopischen Aufnahmen zeigen mit Zellen besiedelte elektrospinnene Trägersubstrate. © Fraunhofer IGB

Sind Organe oder Gewebe eines Menschen irreparabel beschädigt, kann dem Patienten meist nur durch ein Spenderorgan oder ein Implantat geholfen werden. Doch oftmals stößt der Körper den Ersatz ab. Abhilfe schaffen Implantate aus körpereigenen Zellen, auf die der menschliche Organismus nicht sensibel reagiert. Um wachsen zu können, benötigen die Zellen eine Art Unterlage, ein strukturelles Gerüst. Forscher am Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart entwickeln solche Trägersubstrate – auch Scaffolds genannt – gemeinsam mit dem Universitätsklinikum Tübingen und der UCLA, University of California, Los Angeles, durch Elektrospinnen. Bei diesem Verfahren werden synthetische und biologisch abbaubare Polymere wie beispielsweise Polylaktid elektrisch zu Fasern versponnen. Sie vernetzen sich zu einer Art Vlies, einer dreidimensionalen Matrix.

Zellen im Körper kultivieren

Hierbei wählen die Wissenschaftler einen besonderen Ansatz: Während des Elektrospinnens mischen sie dem Polymer spezielle Proteine bei, die sie ebenfalls in die hauchdünnen Fasern einspinnen. Die derart ausgestatteten Trägersubstrate sollen – nachdem sie dem Patienten ein-

gesetzt wurden – körpereigene Zellen binden. »Die eingesetzten Eiweiße haben die Fähigkeit, spezifische Zellen anzulocken, die dann auf dem Scaffold anwachsen. Je nach gewähltem Protein soll sich Herzgewebe bilden oder krankes Gewebe regeneriert werden«, erläutert Dr. Svenja Hinderer, Wissenschaftlerin am IGB in Stuttgart. Die Trägersubstrate werden wie dünne Häutchen flach gesponnen und in der gewünschten Größe zugeschnitten. Soll beispielsweise ein geschädigter Herzmuskel behandelt werden, werden die Scaffolds – je nach Größe des verletzten Bereichs – wie ein Tuch über den kranken Muskel gelegt. Im menschlichen Organismus lösen sich die Polymerfasern innerhalb von etwa 48 Monaten auf. Die Zellen, die währenddessen an die Proteine andocken, erhalten durch die Trägerstruktur eine heimische Umgebung. Sie produzieren ihre eigene Matrix und stellen die Funktion des Gewebes wieder her.

Erfolgreiche Tests im Bioreaktor

Sowohl in Laborversuchen als auch in Tests im Bioreaktor verzeichneten die Forscher bereits Erfolge. So konnten sie nachweisen, dass Tracheazellen der Luftröhre, die im Labor schwer kultivierbar sind, sich an das Protein Decorin anheften und anwachsen. Ein weiteres Eiweiß

– der Wachstumsfaktor SDF-1 – bindet spezielle Stammzellen, die Progenitorzellen. Diese werden für den Aufbau von Herzklappen und die Neubildung von Herzmuskelzellen nach einem Infarkt benötigt. »Unsere durch Elektrospinning hergestellten Implantate weisen die mechanischen und strukturellen Eigenschaften einer normalen Herzklappe auf. Wie das Original schließen und öffnen sie sich bei Versuchen im Bioreaktor bei einem Blutdruck von 120 zu 80 mmHg«, sagt Hinderer. Im nächsten Schritt wollen die Forscherin und ihre Kollegen die mit Proteinen ausgerüsteten Scaffolds im Tiermodell testen.

Die Hybride aus Polymer- und Proteinfasern lassen sich in großen Mengen herstellen und lagern. Das Team vom IGB arbeitet daran, mit den neuartigen Trägersubstraten eine schnell einsetzbare Alternative zu herkömmlichen Klappenmodellen zur Marktreife zu bringen. »Wie lange das dauern wird, ist aber nicht vorhersehbar«, sagt die Forscherin. Zellfreie Implantate müssen nur als Medizinprodukt, jedoch nicht als Arzneimittel für neuartige Therapien zugelassen werden – ein zeitlicher Vorteil. »Die Zulassung von medizinischen Produkten, die bereits vor der Implantation mit menschlichen Zellen ausgerüstet sind, ist sehr langwierig und teuer«, so Hinderer. ■

weiter.vorn als app, so oder so.



weiter.vorn präsentiert das Neueste aus Forschung, Technik und Innovation – für Unternehmen mit Zukunft.

Ab Juli 2015 gibt es das Fraunhofer-Magazin weiter.vorn wieder als App zum kostenlosen Download – für das iPad und auch als Android-Version.

www.fraunhofer.de/magazin





Dänisches Kronprinzenpaar zu Gast im Fraunhofer-Haus: Kronprinz Frederik, Fraunhofer-Vorstand Prof. Alexander Verl, Raoul Klingner, Leiter Int. Geschäftsentwicklung, Kronprinzessin Mary (v.l.n.r.). © Jörg Koch/Fraunhofer

Kronprinzenpaar zu Gast

Königlicher Besuch in der Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft in München. Prof. Dr. Alexander Verl, Vorstand für Technologiemarketing und Geschäftsmodelle, empfing am 21. Mai Ihre Königlichen Hoheiten Kronprinz Frederik zu Dänemark und Kronprinzessin Mary. Das dänische Kronprinzenpaar kam in Begleitung einer rund 50-köpfigen Wirtschaftsdelegation des Nachbarlands, die sich über Fraunhofer-Aktivitäten in der Gesundheitsforschung informierte. Kron-

prinzessin Mary ist Schirmherrin des Nationalen Konsortiums »Healthcare Denmark« – eine öffentlich-private Partnerschaft, deren Aufgabe es ist, die Spitzenkompetenzen des dänischen Gesundheitssystems im Ausland bekannt zu machen.



IKTS-Leiter Professor Alexander Michaelis, Sachsens Ministerpräsident Stanislaw Tillich und der sächsische Verkehrsminister Martin Dulig beim Besuch des tschechischen Premierministers Bohuslav Sobotka (v.l.n.r.). © Fraunhofer IKTS

Tschechiens Premierminister besuchte Fraunhofer

Der tschechische Premierminister Bohuslav Sobotka war am 12. Juni zu Gast im Freistaat Sachsen. Er folgte einer Einladung des sächsischen Ministerpräsidenten Stanislaw Tillich. Begleitet wurde Bohuslav Sobotka von Verkehrsminister Dan Tok und weiteren hochrangigen Regierungsvertretern.

Die tschechische Delegation besuchte auch das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS in Dresden. Hier wurden schwerpunktmäßig Themen aus der Umwelt- und Energieforschung vorgestellt und diskutiert.

Fraunhofer auf Messen

September

04. – 09. September

IFA, Berlin

Weltweit führende Messe für Consumer Electronics und Home Appliances

10. – 14. September

IBC, Amsterdam

Internationale Messe für Funk, Film und Fernsehen

Oktober

22. – 26. Juni

Biotechnica, Hannover

Internationale Fachmesse für Biotechnologie und Life Sciences

17. – 27. September

IAA, Frankfurt am Main

Internationale Automobil Ausstellung für Personenkraftwagen

22. – 24. September

Composites Europe, Stuttgart

Europäische Fachmesse und Forum für Verbundstoffe, Technologie und Anwendungen

Informationen zu allen Messen:

www.fraunhofer.de/messen

www.fraunhofer.de/veranstaltungen

Franziska Kowalewski

Susanne Pichotta

franziska.kowalewski@zv.fraunhofer.de

susanne.pichotta@zv.fraunhofer.de

Personalien

Für seine bedeutenden Beiträge bei der Behandlung von Hornhauterkrankungen erhielt **Dr. Joachim Storsberg** vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam-Golm den internationalen Forschungspreis »Silver Cornea«. Gemeinsam mit Augenärzten und Firmen entwickelte er Biomaterialien für künstliche Hornhäute. Die Auszeichnung erhielt er auf dem »7th International Symposium on Advances in diagnosis and treatment of corneal diseases«.

Die Association of Laser Users AILU ehrte **Prof. Dr.-Ing. Eckhard Beyer** für seine außergewöhnlichen Verdienste im Bereich der industriellen Lasermaterialbearbeitung mit dem AILU International Award 2015. Der Leiter des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden ist seit vielen Jahren aktives Mitglied der AILU.

Die Internationale Fernmeldeunion (International Telecommunication Union, ITU) würdigte die Forschungsarbeit, die den Videocodierungsstandard H.264/MPEG-4 AVC und dessen Nachfolger H.265/MPEG-H HEVC hervorbrachte, als eine der richtungweisendsten Innovationen unserer Zeit im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie. **Prof. Dr.-Ing. Thomas Wiegand**, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut HHI in Berlin, nahm die renommierte Auszeichnung – den ITU150 Award – für das Team in Genf entgegen.

Der Europäische Forschungsrat ERC zeichnete zwei Fraunhofer-Forscher für ihre exzellente wissenschaftliche Arbeit aus: **Professor Andreas Tünnermann**, Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena erhält den ERC Advanced Grant, **Professor Alexander Böker**, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam-Golm den ERC Consolidator Grant. Ihre Forschungsprojekte werden mit bis zu zwei Millionen Euro gefördert.

Professor Alexander Kurz wird seine Aufgaben als Vorstandsmitglied der Fraunhofer-Gesellschaft auch in den kommenden fünf Jahren fortführen. Der Senat bestätigte ihn in geheimer Wahl für eine weitere Fünfjahresperiode als Vorstand für Personal, Recht und Verwertung.

Impressum

Fraunhofer-Magazin »weiter.vorn«:
Zeitschrift für Forschung, Technik und Innovation.
Das Magazin der Fraunhofer-Gesellschaft erscheint viermal pro Jahr. Kunden, Partner, Mitarbeiter, Medien und Freunde können es kostenlos beziehen.
ISSN 1868-3428 (Printausgabe)
ISSN 1868-3436 (Internetausgabe)

Herausgeber:
Fraunhofer-Gesellschaft
Hansastraße 27c, 80686 München
Redaktionsanschrift wie Herausgeber
Telefon +49 89 1205-1301
magazin@zv.fraunhofer.de
www.fraunhofer.de/magazin

Abonnement:
Telefon +49 89 1205-1366
publikationen@fraunhofer.de

Redaktion:
Klaudia Kunze (V.i.S.d.P.),
Beate Koch, Birgit Niesing (Chefredaktion)
Bernhard Aßmus, Marion Horn,
Martin Kern, Mandy Kühn, Tobias Steinhäuser,
Monika Weiner, Britta Widmann,
Christa Schraivogel (Bild und Produktion)

Redaktionelle Mitarbeit:
Janine van Ackeren, Frank Grotelüschen,
Klaus Jacob, Chris Löwer, Katja Lüers,
Monika Offenberger, Michaela Neuner,
Brigitte Röthlein, Isolde Rötzer, Tim Schröder

Graphische Konzeption: BUTTER. Düsseldorf
Layout + Litho: Vierthaler & Braun, München
Titelbild: Fraunhofer ILT
Druck: H. HEENEMANN GmbH, Berlin

Anzeigen: Heise Zeitschriften Verlag
Technology Review, Karl-Wiechert-Allee 10
30625 Hannover, Telefon +49 511 5352-0
www.heise.de/mediadaten
Nächster Anzeigenschluss: 7. August 2015

Bezugspreis im Mitgliedspreis enthalten.
© Fraunhofer-Gesellschaft, München 2015

ClimatePartner^o
**klimaneutral
gedruckt**



 **Fraunhofer**

Spin-offs

Kabel und Schläuche optimal verlegen

Die Elektronik in modernen Fahrzeugen wird immer komplexer und umfangreicher. Damit Kabel und Schläuche in die immer enger werdenden Bauräume passen und hierbei nicht kollidieren oder sich gegenseitig beschädigen, setzen Fahrzeugbauer auf Simulation. Die Software IPS Cable Simulation – ein Produkt der Fraunhofer-Ausgründung flexStructures GmbH – berechnet, wie flexible Bauteile im Fahrzeug optimal verlegt werden müssen. Das Programm simuliert das Verhalten biegsamer Leitungen, Kabel und Schläuche zugleich realitätsnah und schnell. Die Berechnungen werden in Echtzeit visualisiert, das ermöglicht interaktives Arbeiten.

Die Software entwickelten Experten des schwedischen Fraunhofer-Chalmers-Centre in Göteborg gemeinsam mit ihren Kollegen vom Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern sowie mit Vertretern der Automobilindustrie. Das Programm IPS Cable Simulation kam 2009 auf den Markt. Seit Mai 2012 vertreibt flexStructures das Produkt, das kontinuierlich weiterentwickelt wird.

Derzeit nutzen fast alle europäischen Automobilhersteller sowie deren Zulieferer und Dienstleister das Werkzeug. Branchenführer wie die Firma Stihl setzen ebenso wie Nutzfahrzeughersteller auf IPS Cable Simulation. Sogar auf dem internationalen Markt hat sich das Tool etabliert. »Wir sind weltweit Innovationsträger für die optimale Planung von Montagewegen und die automatisierte Verlegung von Schläuchen und Kabeln im Automobilbereich«, erläutert flexStructures-Geschäftsführer Oliver Hermanns. Das Programm ist aber auch für die Luft- und Raumfahrt und den Maschinenbau interessant.

Ein weiteres Produkt des Unternehmens ist IPS Virtual Paint – eine Software zur virtuellen Sprühlackiersimulation. »Das Programm arbeitet äußerst effizient und läuft sogar auf normalen Standardcomputern«, wie Hermanns anmerkt. »Herkömmliche Systeme benötigen Rechencluster für die Berechnung der Lackierung.« Das Unternehmen plant schon weiter: Noch in diesem Jahr soll ein Werkzeug für die Pfadplanung und Auslegung von Roboterka-beln und -schläuchen auf den Markt kommen.

Oliver Hermanns
www.flexstructures.de



Einheitliche Geodaten für Europa

Ein halber Meter macht Schlagzeilen: Bei der Konstruktion der Hochrheinbrücke zwischen dem deutschen und dem Schweizer Teil der Gemeinde Laufenburg kam es zu einem folgenschweren Rechenfehler. Mehr als 50 Zentimeter betrug der Versatz zwischen den beiden Widerlagern. Planer hatten den Ausgleich der unterschiedlichen Höhenbezüge zwischen Deutschland, das sich auf die Nordsee bezieht, und der Schweiz, die sich nach dem Mittelmeer richtet, falsch berechnet. Mit der INSPIRE-Initiative (Infrastructure for Spatial Information in Europe) der Europäischen Union sollen derartige Fehler künftig vermieden werden.

Derzeit arbeiten Ämter und Planungsbüros international, national und regional oft nicht mit einheitlichen Geodaten – sie können sich schon von Kommune zu Kommune unterscheiden. Das führt bei Bauvorhaben, etwa für Energietrassen, Wasserleitungen oder beim Hochwasserschutz schnell zu Verzögerungen und hohen Kosten. Das will die Europäische Union ändern und mit Infrastructure for SPatial InfoRmation in Europe eine gemeinsame Geodateninfrastruktur in Europa schaffen. »Bis Oktober 2020 soll es europaweit eine homogene und damit interoperable Datenbasis geben, die Umwelt, Infrastruktur, Städte und vieles mehr umfasst«, sagt Simon Templer von der wetransform GmbH in Darmstadt, einer Ausgründung aus dem Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD in Darmstadt. Dazu sollen auch alle Informationen in einem einheitlichen Format vorliegen.

Damit Kommunen, Städte, Länder, Behörden und Planungsbüros künftig ihre Daten an die INSPIRE-Formate anpassen können, entwickelt das Unternehmen die Online-Plattform we>Exchange. Gleichzeitig können Nutzer ihr Wissen einbringen und an Lösungsansätzen für die Umsetzung der INSPIRE-Initiative mitarbeiten.

Die Plattform we>Exchange basiert auf HALE, dem Humboldt Alignment Editor. »Diese Open-Source-Software entstand seit 2006 im Humboldt-Projekt, an dem das Fraunhofer IGD federführend beteiligt war«, erläutert Templer. Die Software wurde auf der INSPIRE-Konferenz 2014 als beste »Open Source Software for INSPIRE« ausgezeichnet. Einer der Entwickler von HALE ist Thorsten Reitz, bis 2011 Abteilungsleiter Geoinformationsmanagement am IGD und Mitgründer von wetransform.

Simon Templer
www.wetransform.to



WIR DENKEN WEITER.



3 Ausgaben Technology Review mit **34% Rabatt** testen und Geschenk erhalten.



GRATIS



IHRE VORTEILE ALS ABONNENT:

- **VORSPRUNG GENIESSEN.**
Früher bei Ihnen als im Handel erhältlich.
- **PREISVORTEIL SICHERN.**
Mehr als 34 % Ersparnis im Vergleich zum Einzelkauf während des Testzeitraums.
- **EXKLUSIVES ERFAHREN.**
Monatlicher Chefredakteurs-Newsletter.
- **EVENTS BESUCHEN.**
10 % Rabatt auf alle Heise-Events.

LAMY SCHREIBSET

- Hochwertiger Kugelschreiber aus strichmattiertem Edelstahl
- Haftnotizblock im Lederetui
- In attraktiver Geschenkverpackung

JETZT AUCH KOMPLETT DIGITAL

- Bequem auf Ihrem Tablet oder Smartphone
- Für Android, iOS oder Kindle Fire

Gleich im Miniabo testen!



Jetzt bestellen und von allen Vorteilen profitieren:

WWW.TRVORTEIL.DE

Wer begleitet mich auf meinem Karriereweg?

Die Antwort:
academics.de,
der führende
**Stellenmarkt für
Wissenschaftler**

academics.de – das Ratgeber-Karriereportal mit Stellenangeboten, Themen-Spezialen und Services für die berufliche Laufbahn in Wissenschaft und Forschung. Inklusive Ratgeberinformationen zu Berufseinstieg, Gehälter in der Wissenschaft, Promotionsberatung, Alternative Karrierewege für Forscher u.v.m.

Sie suchen neue
Mitarbeiter?

Informieren Sie
sich jetzt unter
[academics.de/
arbeitgeber](https://www.academics.de/arbeitgeber)

 **academics.de/fraunhofer**
Das Karriereportal für Wissenschaft & Forschung