

Intelligente Energienetze

3

Mikroelektronik

Zivile Sicherheit

1

Informationstechnologie

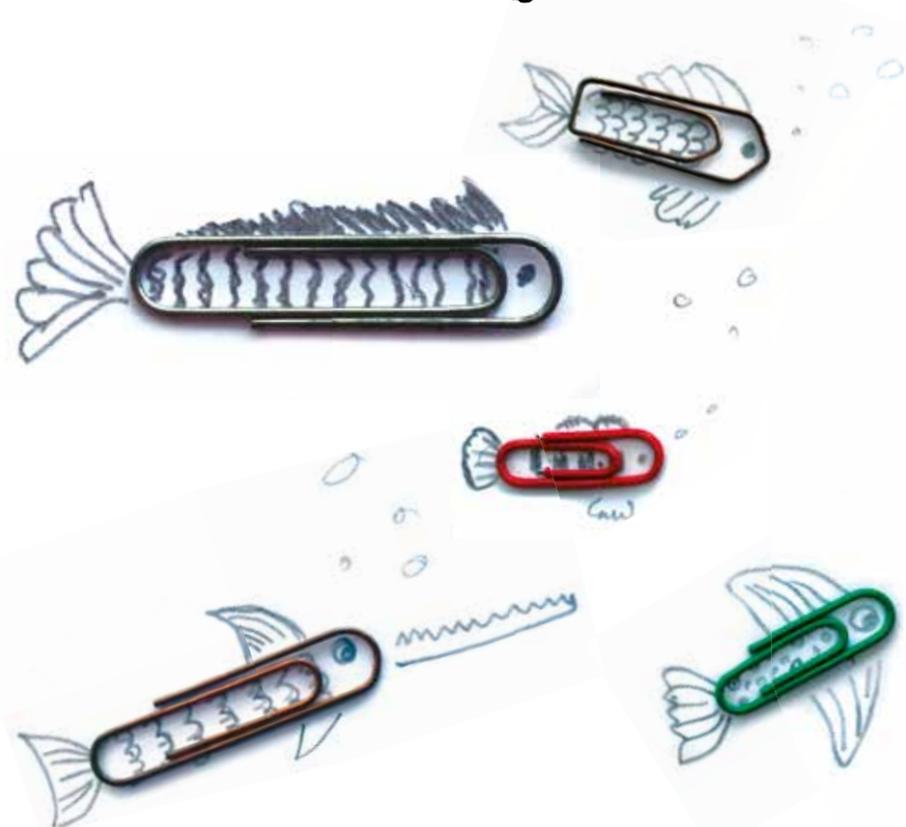
Mehr Schutz für den gläsernen Sportler

6

Life Sciences

Sterile Insekten-Technik

Welches Ziel haben Sie vor Augen?



WEITERBILDUNG MIT FRAUNHOFER

- Innovation erleben
- Berufsbegleitend qualifizieren
- Wissensvorsprung sichern

 **Fraunhofer**
ACADEMY

www.academy.fraunhofer.de

Jahrhundertchance Energiewende



Prof. Dr. Reimund Neugebauer.
© Stefanie Aumiller/Fraunhofer

Die Unterzeichnung der Klimaschutz-Vereinbarung von Paris im Dezember 2015 wurde weltweit als historischer Wendepunkt aufgenommen. Die Staatengemeinschaft hatte beschlossen, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter zwei Grad zu begrenzen. Soll dieses Ziel erreicht werden, muss die Verbrennung fossiler Energieträger bis circa 2040 eingestellt und die Energieversorgung vollständig auf erneuerbare Energien umgestellt werden. Die Energiewende in Deutschland bietet uns die Chance, einen wichtigen Beitrag zum Stopp der weltweiten Klimaerwärmung zu leisten.

An den dazu notwendigen Technologien fehlt es nicht: Die Fraunhofer-Gesellschaft hat Entscheidendes dazu beigetragen, dass Windkraft und Sonnenenergie jetzt finanzierbar und konkurrenzfähig sind. Damit hat Fraunhofer die Basis geschaffen für die zweite Chance, die die Energiewende bietet: die Stärkung der deutschen und europäischen Wirtschaft. Denn technologische Lösungen im Umfeld der erneuerbaren Energien sind inzwischen auch ohne staatliche Subventionierung ökonomisch konkurrenzfähig und lassen einen weltweiten Nachfrageschub erwarten.

Die Energiewende ist ein lohnendes Geschäftsmodell: Schon jetzt sinken die Erzeugerkosten für Wind- und Sonnenenergie. Sobald der Ausbau der neuen Anlagen abgeschlossen ist, werden die Energiekosten kontinuierlich weiter fallen. Die Ausgaben für die Beschaffung fossiler Primärenergien, die in Deutschland derzeit bei rund 80 Milliarden Euro pro Jahr liegen, werden über einen Zeitraum von 40 Jahren praktisch gegen Null gehen.

Im Jahr 2015 haben die erneuerbaren Energien bereits einen Anteil von rund 35 Prozent an der deutschen Stromerzeugung erreicht. Da sie dezentral und fluktuierend anfallen, muss die Verteilung im Stromnetz neu organisiert werden. Hier nimmt Fraunhofer eine Vorreiterrolle ein und entwickelt Konzepte zur Digitalisierung der Stromnetze. An welchen Projekten Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher in diesem Bereich arbeiten, lesen Sie in der Titelgeschichte ab Seite 8.

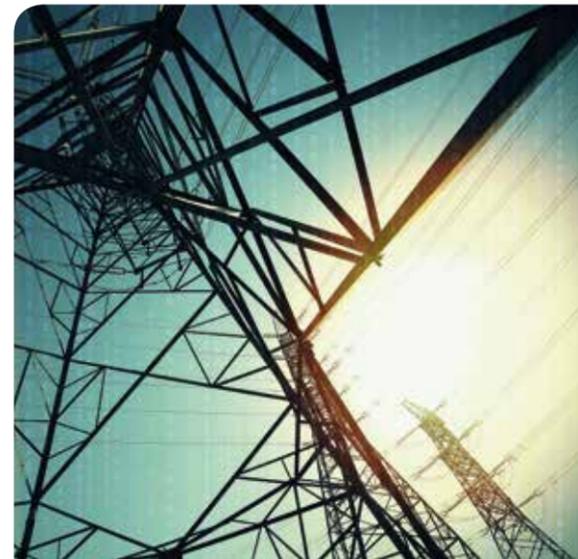
Es genügt nicht, erneuerbare Energien nur zur Stromproduktion einzusetzen. Auch Wärmezeugung und Mobilität müssen auf regenerative Quellen umgestellt werden. Erst wenn der wertvolle Rohstoff Erdöl nicht mehr im Individualverkehr verbrannt wird, können wir die Klimaziele erreichen.

Unabhängige Voraussetzung für den Durchbruch der Elektromobilität ist die Entwicklung leistungsfähiger Batterien. Dieses Ziel verfolgt die Fraunhofer-Allianz Batterie, in die 20 Institute ihre Kompetenzen einbringen. Sie ist ein Beispiel dafür, wie die Fraunhofer-Gesellschaft die Kraft ihrer Institute bündelt, um ein Technologiefeld schnell und effektiv voranzubringen. Welche Erfolge in der Batterieforschung bereits erzielt sind, erfahren Sie ab Seite 40.

Ein weiteres hervorragendes Beispiel für die Nutzung der Synergien innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft sind die Fraunhofer-Verbünde. In diesem Jahr feiert der Verbund Mikroelektronik sein 20-jähriges Bestehen. Das mittlerweile aus 18 Instituten bestehende Netzwerk hat sich als führender europäischer Dienstleister für Forschung und Entwicklung von Smart Systems etabliert. In dieser Ausgabe von weiter.vorn können wir über vier Forschungsprojekte berichten, in denen Mitglieder des Verbunds zeigen, dass sie Spitzenforschung betreiben (Seite 16f, Seite 43ff.).

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist bestens aufgestellt, um innovative Lösungen für drängende Zukunftsfragen zu entwickeln. In diesem Heft präsentieren wir Ihnen einen kleinen Ausschnitt spannender Projekte aus unterschiedlichen Disziplinen und interdisziplinären Kooperationen, an denen unsere Forscherinnen und Forscher zurzeit arbeiten. Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen.

Inhalt

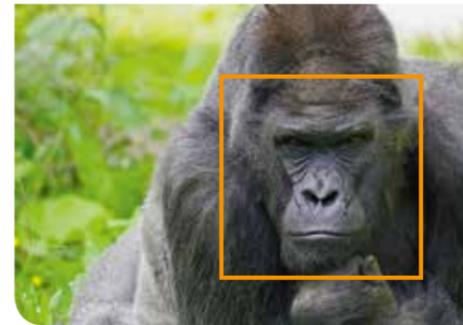


08

Titelthema

Intelligente Energienetze

Je komplexer die Strukturen, desto ausgeklügelter die Instrumente für Reporting und Steuerung.



14

Feldforschung im Zoo

In Leipzig können Tierparkbesucher mit einem interaktiven Kamerasystem Affen beobachten.



20

Mehr Schutz für den gläsernen Sportler

Forscher untersuchen, wie Dopingkontrollen effektiver und datenschutzkonformer werden können.



32

Neue Strategien gegen Tigermücken und Fruchtfliegen

Artspezifische Methode frei von umweltschädlichen Giften.



48

Rollendes Flugobjekt

Diese Transporthelfer arbeiten sicher und energieeffizient.



52

DEDAVE erkundet die Tiefsee

Ein unbemanntes Fahrzeug erforscht den Meeresboden.

06 **Spektrum**29 **Kompakt**50 **Fraunhofer visuell**58 **Fraunhofer inside**59 **Wissenswert**60 **Panorama**61 **Personalien**61 **Impressum**62 **Gründerwelt****Titelthema****08 Intelligente Energienetze**

Mit innovativen Technologien zur erfolgreichen Energiewende.

Informationstechnologie**14 Feldforschung im Zoo**

Eine Gesichtserkennungstechnologie erschließt die Lebenswelt von Menschenaffen.

16 Richtfunk mit Power

Diese neue Technik übertrifft den bisherigen Weltrekord um ein Vielfaches.

18 Gedruckte Grimassen

3D-Drucker erobern die Trickfilmbranche.

20 Mehr Schutz für den gläsernen Sportler

Faire Dopingkontrollen für faire Wettkämpfe.

Jahrestagung**22 Glanzvoller Abend für ausgezeichnete Fraunhofer-Forschung**

Die Fraunhofer-Gesellschaft ehrt herausragende wissenschaftliche Leistungen.

Wissenschaftspreise**25 Strahlentherapie nach Maß**

Verbesserte Heilungschancen für Patienten

26 Technologiewandel bei Solarzellen

Hocheffiziente PERC-Solarzellen in Serie

27 Kleine Projektoren - große Leistung

Dieser Arrayprojektor projiziert trotz geringer Baugröße ein extrem helles Bild.

28 Digitalradio für die Welt

Innovative Technologien verhelfen dem Digitalradio zum weltweiten Marktdurchbruch.

Ergebnis**30 Fraunhofer wächst kontinuierlich**

2015 erneut gesteigertes Finanzvolumen

Life Sciences**32 Neue Strategien gegen Tigermücken und Fruchtfliegen**

Sterile Insekten-Technik im Einsatz

36 Den Nanoteilchen auf der Spur

Kleinstmengen in Umweltproben aufspüren

Gesundheit**37 Intelligenter Monitor wacht auf Intensivstationen**

Optimierte Abläufe im Krankenhaus

Energie**38 Schaufenster für die Rotorblattfertigung**

Im Fertigungszentrum BladeMaker testen Forscher innovative Produktionsverfahren.

40 Batterien - der Schlüssel zur Elektromobilität

Neue Technologien für Akkus made in Germany

Mikroelektronik**43 Im Grenzbereich der Physik**

Auf dem Weg zu Schaltungsstrukturen mit der Dicke von wenigen Atomen

44 Sensoren für heiße Einsätze

Mikroelektronische Bauteile, die bei bis zu 300 Grad Celsius zuverlässig arbeiten

46 Ferngelenkter Roboter untersucht Kofferbomben

Sensorsystem unterstützt die Polizei.

Logistik**48 Rollendes Flugobjekt**

Transport von kleinen Lasten

Mobilität**52 DEDAVE erkundet die Tiefsee**

Eine Fraunhofer-Ausgründung baut hoch spezialisierte Unterwasserfahrzeuge.

Produktion**54 Jedes Massenbauteil ein Unikat**

Mit einer neuen Methode Produktionsfehlern direkt vor Ort auf den Grund gehen

57 Sicherer Adrenalinkick

Fraunhofer-Ingenieure prüfen die Belastung von Achterbahnen.

3D-Klangwelten im Opernhaus Zürich

Eine Institution seit 1891, 300 Vorstellungen pro Jahr, 1100 Plätze: Für das Opernhaus Zürich spielen Töne und Soundeffekte v. a. in Opernproduktionen eine große Rolle. Seit Anfang 2016 ist dort die SpatialSound Wave-Technologie des Fraunhofer-Instituts für Digitale Medientechnologie IDMT in Ilmenau im Einsatz. Die Audiosoftware erzeugt dreidimensionale Klänge, die sich frei im Raum positionieren lassen. So passen visuelles und akustisches Erleben realistisch zusammen.

Die einzelnen Töne werden mit SpatialSound Wave nach dem Prinzip der Wellenfeldsynthese platziert: Verschiedene Lautsprecher formen eine neue akustische Wellenform. Keine Box spielt dasselbe Signal, sondern ergänzt die benachbarte und trägt somit ihren Teil zum Gesamtklang bei. Statt Lautsprecher positionieren Tontechniker nun die Klänge selbst: Die Lautstärke und die natürliche Verzögerung der Töne jedes einzelnen Lautsprechers werden automatisch über mathematische Formeln berechnet. Das Ergebnis ist ein stabiles akustisches Ereignis, das von jedem Platz im Saal gleich wahrgenommen wird und das Opernhaus akustisch größer wirken lässt.

Mit SpatialSound Wave lassen sich Klänge einfach am Tablet im Raum positionieren. Im Opernhaus Zürich nutzen die Tontechniker die Software, um Soundeffekte und räumliche Akustik live einzuspielen.
© Fraunhofer IDMT



Leistungsstarke hybride Energiespeicher

Photovoltaik und Windkraft sind in ihrer Stromproduktion stark abhängig von witterungsbedingten Schwankungen bei der Sonnenscheindauer und dem Windertrag. Neuartige Speichersysteme gleichen Produktions- und Verbrauchsspitzen aus und vermeiden somit kurzzeitige Überlastungen. Auch für Elektroautos und die Energieversorgung von portablen Geräten sind effiziente und sichere Energiespeicher wichtig. Im Projektverbund UmweltNanoTech entwickelten Forscherinnen und Forscher der Universität Würzburg und des Fraunhofer-Instituts für Silicatiforschung ISC hocheffiziente Hybridkondensatoren, die anwenderfreundlich sind und umweltverträglicher hergestellt werden können.

Hybridkondensatoren speichern kleinere Energiemengen sehr schnell durch die Ausbildung einer elektrochemischen Doppelschicht. Zusätzlich können sie, analog zu Lithium-Ionen-Batterien, eine größere Energiemenge durch die Einlagerung von Lithium-Ionen in ein Aktivmaterial aufnehmen. Durch die Kombination beider Konzepte auf Basis möglichst umweltverträglicher Komponenten wurden die Systeme mit hoher Energie- und Leistungsdichte realisiert.

Drucken der kombinierten Aktivmaterialien für leistungsstarke und umweltverträglich hergestellte Hybridkondensatoren. © K. Dobberke für Fraunhofer ISC



Automatisierte Erntemaschine für Blumenkohl

Blumenkohlernte ist mühsame Handarbeit: Die Köpfe reifen unterschiedlich schnell, Erntehelfer müssen jede Pflanze einzeln untersuchen, um Größe und Reifegrad einzuschätzen. Maschinen würden das gesamte Feld inklusive der kleinen und unreifen Blumenkohlköpfe abernten.

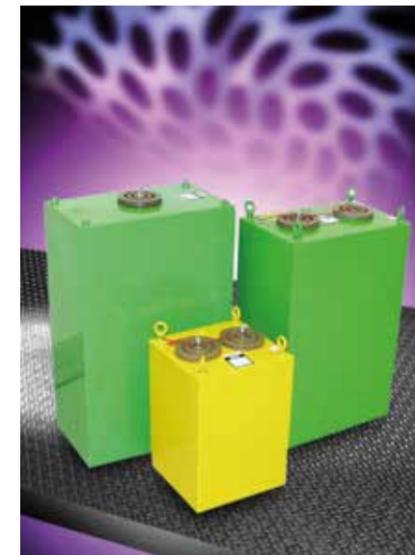
Eine Maschine, die ebenso exakt nach Reifegrad unterscheidet wie menschliche Erntehelfer, wird derzeit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF entwickelt. Sie fanden in Voruntersuchungen heraus, dass sich Blätter eines reifen Blumenkohls biochemisch anders zusammensetzen als die eines unreifen Kopfes. Ihre intelligente Erntemaschine »VitaPanther« untersucht mit einer integrierten Hyperspektralkamera die Blätter der Kohlköpfe und kann bei den verschiedenen aufgenommenen Wellenlängen anhand der Intensität des reflektierten Lichts die biochemische Zusammensetzung und somit den Reifegrad des Kohls bestimmen. Experten des IFF und der ai-solution GmbH entwickeln den intelligenten Erntehelfer gemeinsam mit fünf Industriepartnern – die Fertigstellung des Prototyps von »VitaPanther« ist für 2017 geplant.

Der »VitaPanther« schaut nicht auf das Weiß des reifen Blumenkohls, sondern orientiert sich an der biochemischen Zusammensetzung der Blätter. © shutterstock



High Energy Discharge Capacitors up to 2,2kJ/ltr. up to 75kV=

Pulse Forming Networks



Intelligente Energienetze

Durch die Energiewende wandeln sich die Versorgungsstrukturen für Energie grundlegend: Aus großen Strom-Einbahnstraßen wird ein verzweigtes Verkehrsnetz. Je komplexer die Strukturen, desto intelligenter müssen die Instrumente zur Regulierung und Steuerung werden. Institute der Fraunhofer-Allianz Energie entwickeln dafür Konzepte und Prototypen und unterstützen die Industrie mit Testlabors, Simulationen und Prognosen.

Text: Brigitte Röthlein

Fast ein Viertel des in Deutschland verbrauchten Stroms wird mittlerweile durch Windkraft und Sonnenenergie erzeugt – mit steigender Tendenz. Die Energiewende hat Fahrt aufgenommen. Sie leistet einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und entwickelt sich zu einem bedeutenden Wirtschaftsfaktor. Nachdem es gelungen ist, die erneuerbaren Energien konkurrenzfähig zu machen, steht nun der zweite Schritt der Energiewende an: die Entwicklung intelligenter Stromnetze.

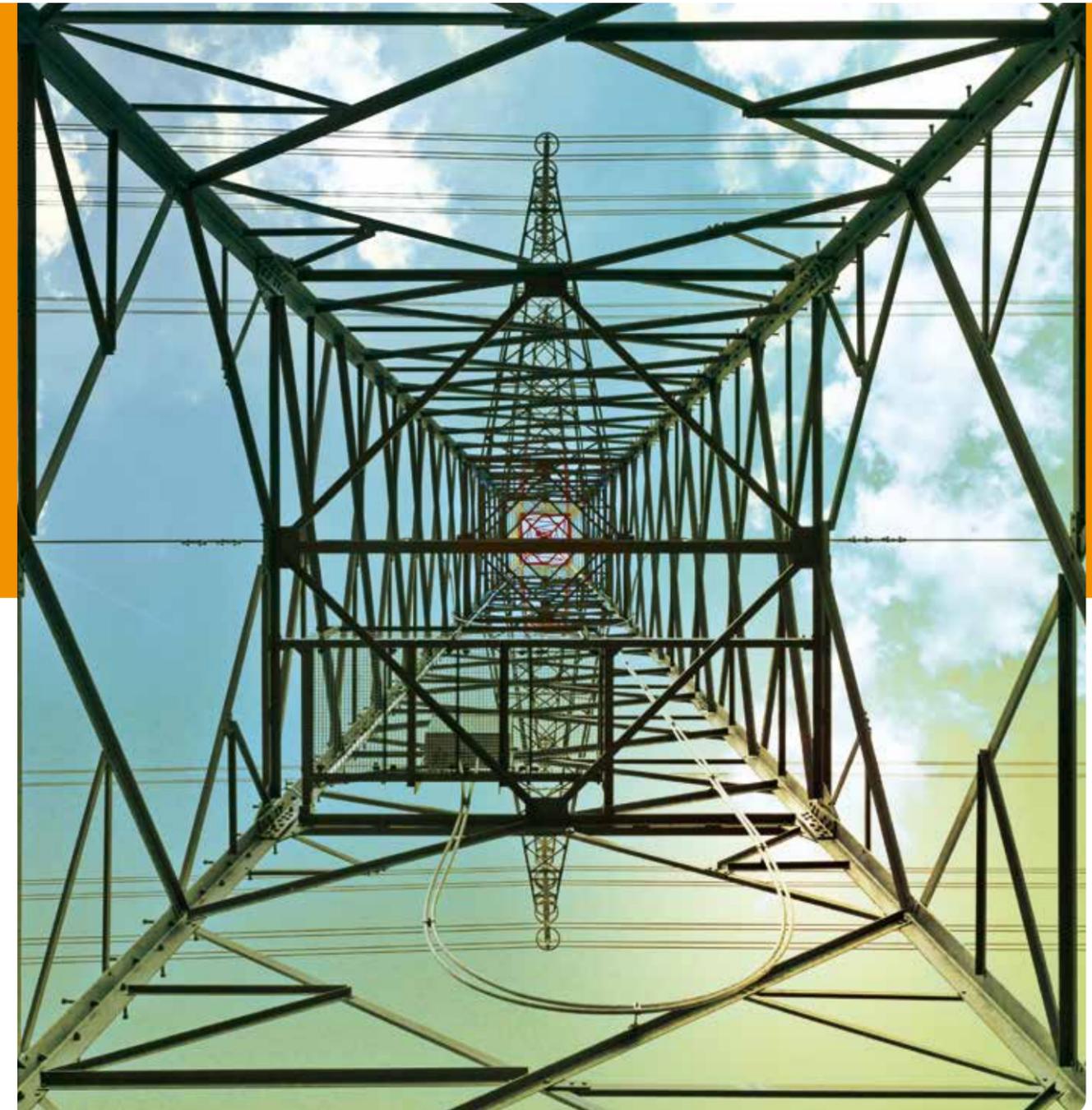
Bisher wurde der meiste Strom zentral produziert – in Kohle-, Gas- oder Kernkraftwerken. Bei hohem Stromverbrauch wurden Kraftwerke zugeschaltet, bei sinkender Nachfrage wieder vom Netz genommen. So ließ sich der schwankende Verbrauch relativ leicht ausgleichen.

Dieses System ändert sich grundlegend, wenn viele dezentrale Erzeuger äußerst unregelmäßig Strom einspeisen – wie es bei Photovoltaikanlagen und Windkonvertern der Fall ist. Hinzu kommt, dass kleinere Erzeuger im Gegensatz zu

mittleren bis größeren Kraftwerken den Strom auch direkt in die unteren Spannungsebenen wie das Niederspannungsnetz oder das Mittelspannungsnetz einspeisen. Je mehr Erzeuger Strom liefern, desto komplexer wird die Aufgabe, Stromangebot, Verteilung, Speicherung und Verbrauch zu steuern. Um Überlastungen zu verhindern, gibt es zwei grundlegende Möglichkeiten: Das Speichern von Strom und das zeitliche Verlagern des Verbrauchs. Beide Potenziale wurden bisher kaum genutzt. Sie verschaffen aber den Spielraum, der nötig ist, um den zunehmenden Anteil regenerativer Energien ins Netz zu integrieren. Hier geht es vor allem um ein kluges Kapazitätsmanagement.

In der Fraunhofer-Allianz Energie arbeiten die Institute daran, diese Prozesse voranzutreiben und deren Potenzial für Forscher, Netzbetreiber, Energieversorger und somit auch für den Verbraucher nutzbar zu machen. Zusammen mit den Spezialisten für Datensicherheit verfügt Fraunhofer damit über umfassendes Know-how für die Digitalisierung der Energienetze.

Nachdem es gelungen ist, die erneuerbaren Energien konkurrenzfähig zu machen, steht nun der nächste Schritt der Energiewende an: die Entwicklung intelligenter Stromnetze. © shutterstock



Die Energiewende kann nur gelingen, wenn die Stromnetze auf die Einspeisung erneuerbarer Energien ausgelegt sind.
© tiamic / iStockphoto



Photovoltaikanlagen und Windräder erzeugen Strom dezentral und fluktuierend. Um ihre Energie optimal in die Versorgung einzubinden, entwickeln Fraunhofer-Institute digitale Konzepte. © shutterstock

Die Energiewende wird transparent

Die kompletten elektrischen Energiedaten für Deutschland stellt das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE seit dem 1. Juli 2014 zeitnah und kostenlos zur Verfügung. »Wir wollen damit einen Beitrag zur Transparenz der Energiewende leisten«, so Institutsleiter Prof. Eicke Weber. Stromerzeugung aus allen konventionellen und erneuerbaren Quellen, Import und Export stehen in individuell gestaltbaren Grafiken bereit. »Wir stellen dazu aus mehreren neutralen Quellen alle Daten zusammen und aktualisieren sie stündlich«, berichtet Prof. Bruno Burger, der am ISE die Energy Charts konzipiert hat. Damit können sowohl Unternehmen als auch Verbraucher im Detail verfolgen, welche Auswirkungen die Energiewende auf Erzeugung und Verbrauch von Strom hat.

In einer umfangreichen Studie hat das ISE die Kosten der Energiewende bis zum Jahr 2050 prognostiziert: Geht man von einer Erhöhung der Preise für fossile Energieträger um jährlich drei Prozent aus, dann sind die Gesamtkosten für die Transformation des Energiesystems praktisch gleich wie die Kosten für einen Weiterbetrieb des heutigen Systems – und das bei einer Reduktion der energiebedingten CO₂-Emissionen um 85 Prozent. Das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES kommt in einer Studie zu dem Schluss, dass die Energiewende ein hochattraktives Geschäft ist. In rund 30 Jahren, wenn der Ausbau erneuerbarer Energien weitgehend beendet ist, werden die Energiekosten kontinuierlich absinken, lautet die Prognose. Um dieses Ziel zu erreichen, muss jetzt in das Stromnetz investiert werden.

Software für ein Gesamtsystem

Ein intelligentes Stromnetz muss sämtliche Akteure auf dem Strommarkt – Erzeuger, Speicher, Netzmanagement, Verbraucher – in ein Gesamtsystem integrieren. Voraussetzung dafür ist die informationstechnische Vernetzung auf einer einheitlichen Basis. Deshalb arbeiten Stadtwerke, Energiehändler und Netzbetreiber an der Digitalisierung ihrer Geschäftsprozesse: Mit der Softwarelösung EMS-EDM PROPHET®, entwickelt am Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung, Institutsteil Angewand-

te Systemtechnik IOSB-AST in Ilmenau, wird die gesamte Bandbreite energiewirtschaftlicher Aufgaben abgedeckt, zum Beispiel das Verwalten von Energiemassendaten in Bilanzkreisen, Bedarfsprognosen oder bei der Optimierung des Einsatzes von Kraftwerken. Das funktioniert nicht nur für Strom, sondern auch für andere Energieträger wie Gas oder Fernwärme.

Eine komplette Digitalisierung – manche sprechen auch von einem »Internet der Energie« – wäre erst erreicht, wenn nicht nur die großen Leitwarten, sondern auch jeder Verteilerkasten entsprechende Mess- und Übertragungselemente enthalten und jeder Verbraucher über einen intelligenten Stromzähler, einen Smart Meter, verfügen würde. Da man heute von diesem Zustand noch weit entfernt ist, entwickelten Forscherinnen und Forscher Simulationstools, mit denen man die Stromverteilung recht genau abschätzen kann. So haben ISE-Wissenschaftler die »NEMO Tool Suite« konzipiert. Dieses Werkzeug für die Planung von Stromnetzen integriert erneuerbare Energieanlagen optimal und berücksichtigt steuerbare Lasten und Speicher in Stromnetzen. Die NEMO Tool Suite wurde in Fallbeispielen an realen Verteilnetzen getestet, etwa an einem Netz mit Photovoltaik, Windanlagen, Wärmepumpen, E-Fahrzeugen und Blockheizkraftwerken in der dänischen Gemeinde Ringkøbing.

Ein Software-Werkzeug für die Analyse von Verteilernetzen ist OROP, entwickelt am IOSB-AST. »Damit können Netzkapazitäten für E-Fahrzeuge, stationäre Speicher und dezentrale Erzeuger wie Photovoltaik oder Blockheizkraftwerke in Verteilernetzen schnell und einfach berechnet werden«, erklärt Abteilungsleiter Dr. Peter Bretschneider. »So ist es möglich, schon heute den jeweils zukünftigen und absehbaren Kapazitätsbedarf im Netz gezielt und automatisiert zu berücksichtigen.«

Der optimale Mix für jeden Standort

Ziel intelligenter Stromnetze ist ein zeitlich und räumlich homogener Verbrauch. Probleme verursachen prinzipiell inhomogene Erzeuger wie Windkraft und Photovoltaik. Deshalb kommt es darauf an, sie optimal mit Speichern und Verbrauchsanpas-

sungen zu kombinieren. Stromleitungen sind teure Investitionen, die – einmal durchgesetzt – über Jahrzehnte bestehen bleiben. Deshalb müssen sie vorausschauend geplant werden. Sie sollen eine Netzstruktur aufweisen, die einerseits stabil und zukunftsfähig, andererseits aber auch flexibel genug ist, um nötige Änderungen und Erweiterungen zuzulassen. Für diesen Zweck hat das IWES zusammen mit der Abteilung Zukunftsenergien des Wiesbadener Projektentwicklers ABO Wind die Software OPTIMIX entwickelt, um schon im Vorgriff den besten Mix aus erneuerbaren Energien und Stromspeichern für einzelne Standorte oder Regionen zu ermitteln. Dabei werden sowohl Potenziale für alle erneuerbaren Energien als auch die dafür nötigen Speichertechnologien für den jeweiligen Standort betrachtet. Als Optimierungsziel sind entweder möglichst geringe CO₂-Emissionen wählbar oder niedrige Stromgestehungskosten. »Die Software kann ein Modell für einen stündlich genauen, lastganggerechten Mix aus erneuerbaren Energien für den jeweiligen Standort erstellen«, sagt Matthias Puchta, Projektleiter am IWES. »Sie hilft Kommunen oder Energieversorgern, den Ausbau der erneuerbaren Energien an den Bedarf und die Potenziale vor Ort anzupassen.«

Damit derartige Simulationen nicht auf tönernen Füßen stehen, sind immer wieder Tests der Komponenten nötig. Diesem Zweck dient das SmartEnergyLab des ISE. Dort kann man beliebige Hardware zur Energiewandlung und -speicherung auch in Kombination testen und für die Einbindung in das Smart Grid optimieren. Das Lab kann außerdem verteilte Komponenten in einem realen Verteilnetz bewirtschaften, unter Berücksichtigung auch Tausender kleiner und kleinster Einheiten. »Wir haben intelligente elektronische Agenten entwickelt, die lokale Speicherpotenziale erschließen und sie gebündelt auf der Verteilnetzebene zur Verfügung stellen«, erklärt Prof. Christof Wittwer, Leiter der Abteilung Intelligente Energiesysteme am ISE. »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.« Ein weiteres Projekt, in dem sich Partner aus Energieerzeugern, Netzbetreibern und Forschung zusammengeschlossen haben, ist Green Access, an dem sich auch das ISE beteiligt. Es hat zum Ziel, einen kostenoptimierten und effizienten Betrieb von intelligenten Verteilnetzen

zu ermöglichen. Sie sollen automatisiert, also nach dem Plug&Automate-Prinzip funktionieren und dabei helfen, ein zukunftsfähiges, stabiles und zuverlässiges Verteilnetz zu schaffen.

Speicher rücken bei zunehmendem Einsatz erneuerbarer Energien in eine Schlüsselrolle. Bisher sind es vor allem Pumpspeicherkraftwerke, die Lastspitzen abpuffern. Künftig werden Batteriespeicher oder die Umwandlung von Strom in Gas eine wachsende Rolle spielen. Überlegt wird auch, Elektroautos als Speicher zu nutzen. Das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT hat gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT, dem ISE und dem IOSB-AST im Forschungsprojekt »Der hybride Stadtspeicher« weitere Lösungen für vernetzte verteilte Speicherkomponenten entwickelt: in Ilmenau etwa eine passende Betriebsführung, die aus drei Systemkomponenten auf Gebäude-, Distrikt- und Netzebene besteht. Diese berechnet und regelt dann die entsprechenden Flexibilität für den virtuellen Gesamtspeicher.

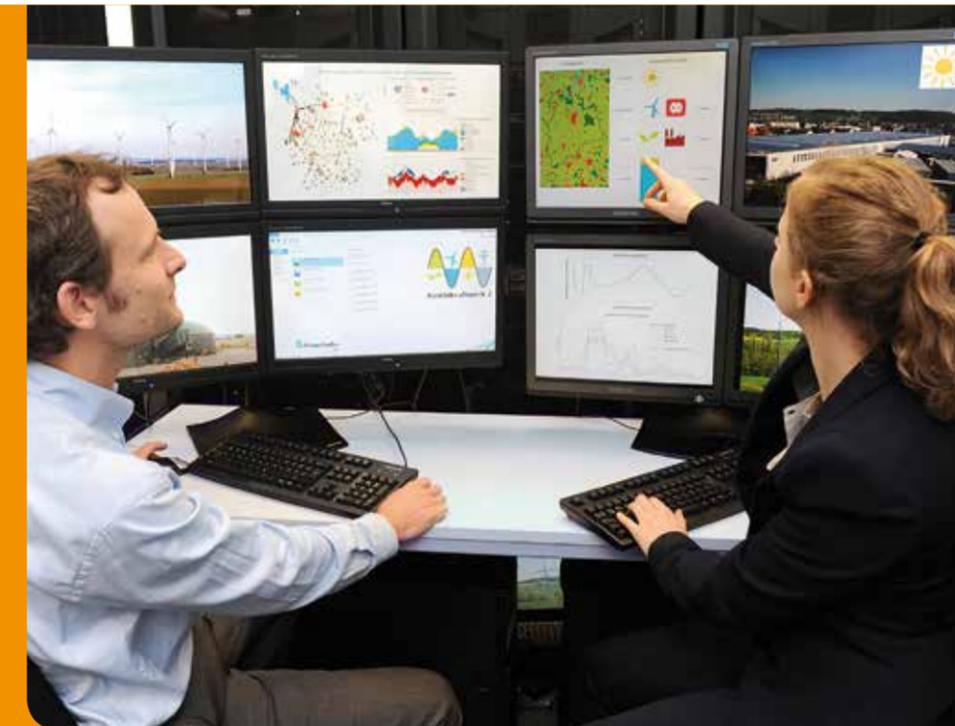
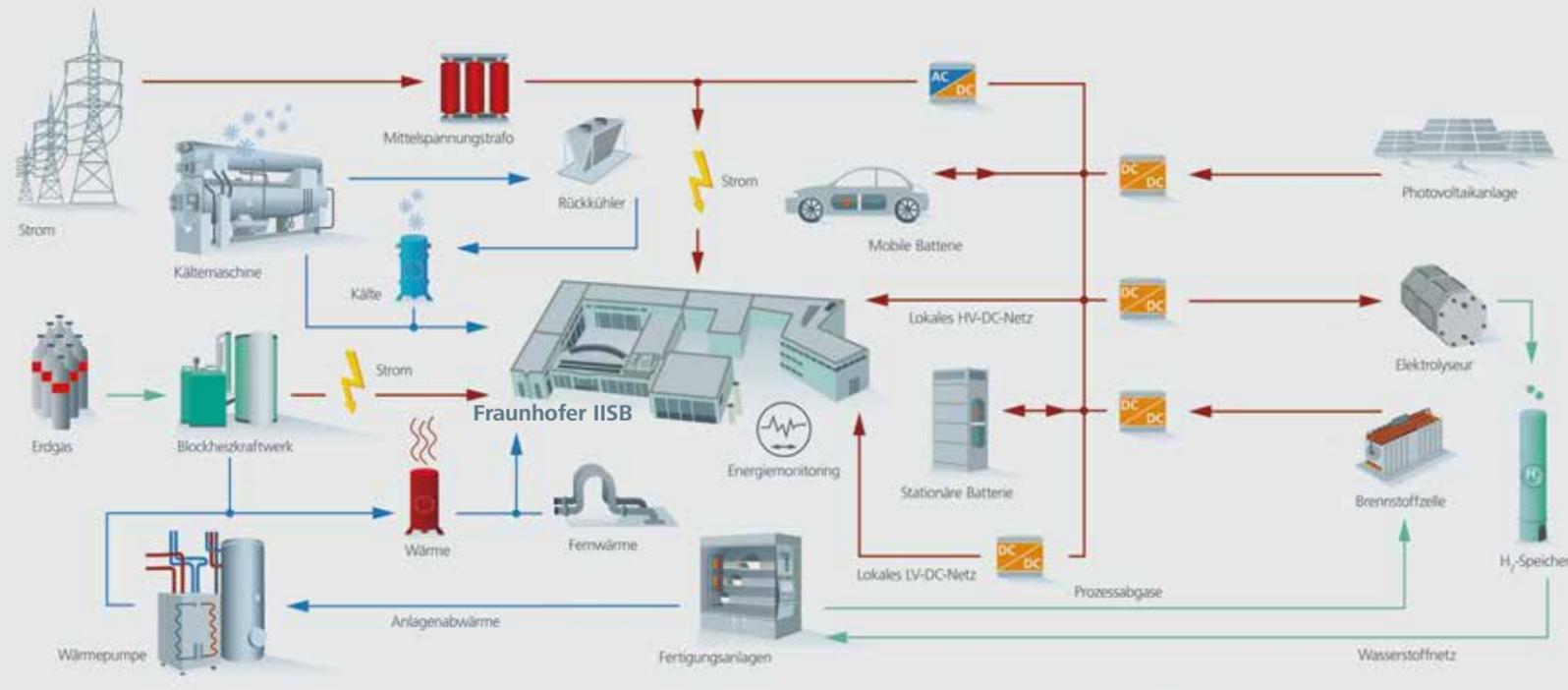
Schritte in die Praxis

Allmählich finden die Konzepte auch Eingang in die Praxis: Das Projekt »OpSim«, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie BMWi aufgelegt wurde, hat zum Ziel, eine Test- und Simulationsumgebung für Betriebsführungen und Aggregatoren im Smart Grid mit einem sehr hohen Anteil erneuerbarer Energien zu konzipieren. Mit dieser Umgebung wird es erstmalig möglich, verschiedene Entwicklungen zu kombinieren und in ihrem Gesamtzusammenspiel zu optimieren. Am IWES entstehen derartige Betriebsführungen bereits in mehreren Projekten.

Auf der Nordseeinsel Pellworm haben sich Wissenschaftler des IOSB-AST und des UMSICHT im Forschungsprojekt »SmartRegion Pellworm« an der Errichtung eines hybriden Speichersystems beteiligt. Dafür konzipierten sie ein spezielles Betriebsführungswerkzeug, das automatisiert die entsprechenden Fahrpläne berechnet, um zum Beispiel Regelenergie für Netzbetreiber oder einen möglichst hohen Eigenverbrauch von erneuerbaren Energien auf der Insel zu ermöglichen.

Ein lokales Energieversorgungsnetz für Unternehmen entwickelt das Fraunhofer IISB am Beispiel des eigenen Instituts. In das Netz lässt sich Energie aus den verschiedensten Quellen einspeisen, zum Beispiel aus Photovoltaikanlagen, Blockheizkraftwerken oder Wärmepumpen. Es kann sogar die Abwärme von Fertigungsanlagen genutzt werden.

Überschüssiger Strom wird in stationären Batterien gespeichert oder dient in einem Elektrolyseur zur Produktion von Wasserstoff. Auch die Elektroautos im Fuhrpark des Unternehmens können mit selbst erzeugtem Strom versorgt werden. © Fraunhofer IISB



Mit dem virtuellen Kombikraftwerk IWES.vpp lässt sich eine große Anzahl dezentraler Energieerzeuger in das Stromnetz integrieren. IWES.vpp ist ein modulares Echtzeitsystem und bei unterschiedlichen Unternehmen der Energiewirtschaft operativ im Einsatz. © Harry Soremski/ Fraunhofer IWES

Eine wichtige Rolle bei der praktischen Erprobung der neuen Netzstrukturen spielt das virtuelle Kombikraftwerk des IWES, das IWES.vpp. Es ist ein modulares Echtzeitsystem, das es erlaubt, erneuerbare Energieanlagen zu überwachen, zu steuern, zu aggregieren und nach unterschiedlichen Strategien zu optimieren. Es wurde schon in zahlreichen Forschungsprojekten zur Lösung aktueller energiewirtschaftlicher Fragestellungen weiterentwickelt und erfolgreich eingesetzt. Darüber hinaus ist das IWES.vpp bei Unternehmen der Energiewirtschaft operativ im Einsatz.

Um die Energieverbrauchsdaten von Gebäuden und ihre Interaktion mit den Versorgungsnetzen, insbesondere mit Nah- und Fernwärme sowie mit Mikro-Stromnetzen abzuschätzen, bietet das Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP Bewertungstools an und validiert diese im Test sowie anhand von Pilotprojekten. Hierbei steht insbesondere die Nutzung der Gebäudemasse im Fokus der Speicherkonzepte, aber auch die geschwisterliche Versorgung von Siedlungen. Eine beispielhafte Siedlung in Wuppertal zeigt die Anwendung auf Plusenergiegebäudegruppen. IBP-Mitarbeiter entwickeln ferner unterschiedliche Programme zur gesamtheitlichen Bewertung von Wohn- und Nichtwohngebäuden genauso wie zur energetischen Einschätzung von technischer Gebäudeausrüstung oder Sonnenschutzsystemen.

Sind die Energiedaten erst einmal ermittelt und digitalisiert, müssen sie zusammengeführt und visualisiert werden, damit man sie sinnvoll nutzen kann. So arbeiten das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen, das ISE in Freiburg und das IWES in Kassel gemeinsam mit Partnern aus der Industrie an OGEMA 2.0, einem offenen Energiema-

nagement-Gateway als Schnittstelle zwischen Smart Building und Smart Grid. Smart Building steht hier für Gebäude, die alle Informationen über ihren Ein- und Ausgang von Strom erfassen und melden, Smart Grid für das Verteilnetz, das diese Informationen integriert und für eine intelligente Steuerung nutzt. »Mit Energiemanagementsystemen, die auf OGEMA 2.0 beruhen, lassen sich Energieerzeuger, -speicher und -verbraucher gezielt steuern«, erläutert Peter Heusinger, Gruppenleiter am IIS. »Mit diesen ist es dann möglich, eigenproduzierte Energie in Ein- oder Mehrfamilienhäusern sinnvoll zu nutzen, beispielsweise überschüssige Energie zu speichern und später wieder abzurufen.«

Der Preis steuert den Verbrauch

Voraussetzung für die Anpassung des Verbrauchs sind zum einen dynamische Tarife, zum anderen Geräte, die zeitkritisch gesteuert werden können wie Wärmepumpen, Warmwasserspeicher, Waschmaschinen oder Geschirrspüler. Dann kann der Verbraucher die Zeiten des billigen Stroms nutzen, um seine Geräte einzuschalten. Ein intelligentes Netz, Smart Grid, ist erst mit einem flexiblen Strommarkt, Smart Market, wirkungsvoll. Ziel ist die optimale Steuerung des Verbrauchs durch den Preis. Für Unternehmen, die einen hohen Stromverbrauch haben, ist das heute schon ein probates Mittel, um die Kosten zu reduzieren. Viele Produktionsanlagen haben energiereiche Prozesse, die zeitlich verschoben werden können, ohne den Betrieb einzuschränken. Notwendig ist dazu eine genaue Erfassung der Energieflüsse im Unternehmen. Eine Ausgründung des ISE, die Enit Energy IT Systems, bietet ein System zum intelligenten Energiemanagement für die Industrie an, den »Enit Agent«. »Unser Produkt visualisiert

alle Daten des Energieverbrauchs pro Maschine und Zähler. Dadurch schaffen wir ein neues Verständnis für die Prozesse und Zusammenhänge in einem Unternehmen«, sagt Enit-CEO Hendrik Klosterkemper. So ermöglicht das System den Betrieben Einsparungen von fünf bis 20 Prozent ihrer Energiekosten. Es ist besonders für Firmen mit hohem Stromverbrauch interessant, etwa in der Kunststofffertigung, der Metallverarbeitung und in der Lebensmittelindustrie.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB untersuchen am Beispiel des eigenen Instituts, wie die Potenziale von Industrieanlagen ausgeschöpft werden können, um die Energiewende zu unterstützen. Sie arbeiten daran, wasserstoffreiche Industrieabgase energetisch zu verwerten, unterschiedliche elektrische Speicher in intelligente Subnetze zu integrieren und eine Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung mit Wärme- und Kältespeichern zu kombinieren.

Netzausfälle vermeiden

Was aber passiert, wenn das Netz trotz aller Vorsichtsmaßnahmen doch einmal zusammenbricht? Wie kann man es dann schnell wieder aufbauen? Forscher am IWES erarbeiten zu diesem Zweck im Projekt »NETZ:KRAFT« neue Konzepte für den Netzwiederaufbau (NWA) bei zukünftigen Kraftwerksstrukturen, die auch erneuerbare Energien einbeziehen. Neben der Weiterentwicklung bereits vorhandener NWA-Konzepte erforschen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler grundlegende Möglichkeiten, dezentrale Erzeugung in Versorgungsinseln der Netzbetreiber zur Verkürzung von Ausfallzeiten aktiv zu nutzen und damit die Resilienz der

Netze zu erhöhen. 20 Netzbetreiber, Hersteller und Forschungsinstitute des NETZ:KRAFT-Konsortiums erproben die neuen Konzepte in sechs Demonstrationsvorhaben. Um Netzausfälle zu vermeiden, ist es wichtig, möglichst zuverlässige Prognosen für den zeitlichen Verlauf der Einspeisung und des Verbrauchs zu besitzen. Außerdem helfen sie bei einer realistischen Preisgestaltung. Das ISE und der Netzbetreiber TransnetBW haben zu diesem Zweck ein Verfahren entwickelt, mit dem eine präzise Hochrechnung der Einspeiseleistung von PV-Anlagen möglich ist. Sie kombinieren dazu die Messwerte der Referenzanlagen mit Geoinformationsdaten und Angaben zu individuellen Anlageneigenschaften. Das entwickelte Hochrechnungsverfahren wurde exemplarisch auf eine Testregion von TransnetBW, die Landkreise Freiburg und Breisgau/Hochschwarzwald, mit rund 8400 PV-Anlagen angewandt und hat schon eine Verbesserung der bisherigen Vorhersagen um bis zu 20 Prozent ergeben. Das IWES wiederum hat zusammen mit dem Deutschen Wetterdienst DWD und drei Übertragungsnetzbetreibern die Prognoseplattform EWelINE entwickelt. Mit Hilfe modernster mathematischer Methoden ermitteln die Forscher passgenaue Vorhersagen für Photovoltaik und Windenergieanlagen.

Die Energiewende ist ein langfristiges Unternehmen. Der Umbau der Netze ist schwierig, ohne die Versorgungssicherheit zu gefährden. Viele kleine Schritte sind notwendig, um die Verteilernetze Stück für Stück zu modernisieren, umzubauen und für die Energiezukunft zu ertüchtigen. Damit ebnen die zahlreichen kleinen und großen Projekte den Weg zu einem umfassenden intelligenten Energieversorgungsnetz. Die Fraunhofer-Institute gehen voran und erproben mit Partnern tragfähige Wege in eine nachhaltige Energiezukunft. ■

Dass unsere nächsten Verwandten ausgeprägte Persönlichkeiten haben, steht bei genauerer Beobachtung außer Frage.
© MEV Verlag GmbH, Germany

Feldforschung im Zoo



An konventionellen Infotafeln wollen sich Zoobesucher meist nicht allzu lange aufhalten. Wie es spannender geht, zeigt der Zoo Leipzig: Dort können sich Besucherinnen und Besucher mit einem interaktiven Kamerasystem über einzelne Tiere informieren. Dank einer neuartigen Gesichtserkennungstechnologie von Fraunhofer tauchen sie in die Lebenswelt von Menschenaffen ein.

Text: Chris Löwer

So wie die Schimpansen, Bonobos, Gorillas und Orang-Utans in den Gehegen des Pongolands im Zoo Leipzig herumwuseln, sind sie für Laien aus der Entfernung schwierig auseinanderzuhalten. Dabei unterscheiden sich die Menschenaffen gewaltig voneinander. Der gut gebaute Schimpanse Lome zum Beispiel, am 11. August 2001 hier geboren, ist ein temperamentvoller Prachtkerl. Besondere Kennzeichen sind seine großen Knickohren, sein heller Bauch und die hellen Flecken über den Augen. Und ein

bisschen frech ist er auch: Wenn er nicht gerade mit seinem Bruder Lobo spielt, ärgert er seine treusorgenden Tanten. Solche Informationen können sich Besucher der Anlage mit einer neuartigen, von Fraunhofer-Forscherinnen und -Forschern entwickelten interaktiven Beobachtungsstation erschließen. Per Touchscreen steuern sie selbst die Kamera, folgen einzelnen Affen individuell und holen zudem spezielle Informationen zu den ausgewählten Tieren ein. Kern der Einrichtung ist die intelligente, vom

Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT in Ilmenau entworfene Gesichtserkennungstechnologie, die die Tiere im Gehege in Echtzeit automatisch identifiziert. »Die neuartige Edutainment-Station ermöglicht eine intensivere Form der Tierbeobachtung: Besucher erhalten mithilfe der Technik die Möglichkeit, einzelne Individuen beispielsweise in der Schimpansen-Gruppe automatisch zu erkennen und deren Aktivitäten zu verfolgen«, erklärt Projektleiter Dr. Alexander Loos vom IDMT. Besucher und Wissenschaftler können so Persönlichkeitsmerkmale vergleichen und dabei tiefere Einblicke in das komplexe Sozialverhalten der Tiere erhalten.

Die Technik basiert auf dem Forschungsprojekt SAISBECO, bei dem Forscher des IDMT gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS und dem Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie (MPI) Softwaremodule zur automatischen Gesichtsdetektion,

Anhand verschiedener individueller Merkmale erfolgt eine eindeutige Zuordnung jedes einzelnen Schimpansen. © Fraunhofer IDMT

Die Projektpartner

Die Tierbeobachtungsstation ist das Ergebnis der gemeinsamen Entwicklungsarbeit des Leipziger Zoos, des Max-Planck-Instituts für evolutionäre Anthropologie und der Fraunhofer-Institute IDMT und IIS. Gefördert wurde das einjährige Projekt von der Klaus Tschira Stiftung, Heidelberg.

Individuen- und Spezieserkennung bei Menschenaffen in Bildern und Videos entwickelt haben. »Die Softwarelösungen setzen Forscher des Max-Planck-Instituts bereits ein, um in Nationalparks aufgenommene Videos automatisch analysieren zu lassen. So können riesige Datenbestände effizient nach bestimmten Individuen durchsucht und Populationsgrößen geschätzt werden, was analog nicht möglich wäre«, erläutert Loos.

Weit effizienter arbeitet das System, für das am IDMT eine Videoerkennungsoftware mit Gesichtsmarkern der Affen trainiert wurde. Anhand verschiedener individueller Merkmale wie Faltenmuster unter den Augen, Fellfarbe oder charakteristische Flecken im Gesicht erfolgt eine eindeutige Zuordnung jedes einzelnen Schimpansen. »Die Erkennungstechnologie ist bis zu einem gewissen Winkel tolerant gegenüber der Gesichtspose. Beide Augen müssen jedoch als eine Art Positionsmarke für die Auswertung und Identifikation erkennbar sein«, sagt Loos. Das System musste zunächst auf die Affengruppe angeleitet werden. Hierfür genügte eine recht kurze Trainingsphase mit 20 bis 30 Bildern pro Individuum, wobei diese Bilder am Computer noch variiert wurden, um die Robustheit des Systems gegenüber verschiedenen Posen oder Lichtverhältnissen zu erhöhen. Die jeweiligen Gesichtsbilder der 17 Tiere im Gehege wurden von Experten des MPI mit Anmerkungen versehen. Den Rest erledigen echtzeitfähige Algorithmen, die für eine hohe Erkennungsgenauigkeit sorgen. Loos: »Die eigentliche Identifikation basiert auf dem Prinzip des maschinellen Lernens.«



Mit der Erkennungssoftware können alle Mitglieder der großen Schimpansengruppe live identifiziert werden.
© Zoo Leipzig

Gleichwohl fällt diese Anlernphase ungleich schwieriger als bei anderen Anwendungen aus: »Menschen würden kooperieren, direkt in die Kamera schauen, still halten, keine Grimassen schneiden. Bei Tieren ist das anders«, erklärt Loos. »Außerdem muss die Gesichtserkennung auch dann verlässlich sein, wenn die Gesichter zum Teil durch Spielzeug, Stricke oder Stöcke verdeckt sind.« Als hilfreich erwies sich, dass die Forscher die Daten in der Anlernphase augmentiert hatten – dabei wurden detektierte Augen- und Mundmarker leicht verändert und Helligkeitsunterschiede künstlich hinzugefügt.

»In einer Vielzahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen wurde bereits gezeigt, dass eine solche Data-Augmentation-Technik die Robustheit eines Erkennungssystems deutlich erhöhen kann«, berichtet der Projektleiter. Tatsächlich erreicht das System eine Treffergenauigkeit von über 90 Prozent. Vorsichtshalber werden dem Nutzer am Display noch zwei weitere mögliche Schimpansen angezeigt, sodass er selber entscheiden kann, ob das richtige Tier erkannt worden ist.

Nicht nur die Zoobesucher kommen jetzt der Lebenswelt der Affen näher und lernen viel über ihr Verhalten und Zusammenleben. Auch Forschende könnten davon profitieren, weil eine automatische Auswahl der Daten gespeichert und dem Max-Planck-Institut für wissenschaftliche Studien zur Verfügung gestellt werden kann. Loos glaubt, dass die Besucher zusätzlich motiviert das System nutzen, wissend, dass sie »damit einen wichtigen Beitrag zur Forschung leisten«.

Das System wird jetzt schon rege genutzt und arbeitet verlässlich. »Unsererseits ist das Projekt abgeschlossen. Die Station läuft und die Datenbank wird angepasst, sobald sich der Tierbestand verändert«, sagt Robert Liebecke, im Zoo Leipzig zuständig für die Bildungsarbeit. Derweil überlegen die Forscher, ob die neuartige Tierbeobachtungsstation weiteren zoologischen Gärten und für andere Tiere wie Zebras oder Giraffen angeboten werden kann. Auch in der Wissenschaft sieht Loos weitere Einsatzmöglichkeiten: »Das Forschungsfeld der visuellen Tierbiometrie ist stark im Kommen.« Die Fraunhofer-Forscher haben dafür ein wertvolles Werkzeug entwickelt. ■

Richtfunk mit Power

Immer größere Datenmengen schnell zu übertragen, ist die wichtigste Aufgabe moderner Kommunikationstechnik. Wo Kabel fehlen, könnte das in Zukunft der Richtfunk übernehmen. Mit einer neuen Technik werden bereits sechs Gigabit in der Sekunde bei einer Distanz von 37 Kilometern erreicht - zehn Mal mehr als der bisherige Weltrekord.

Text: Klaus Jacob



links: Sichtpeilung ausgehend vom Sender auf dem Uni-Center Köln zum Radom des Fraunhofer FHR in Wachtberg (als Kuppel am Horizont rechts unter dem Kreuz erkennbar)
© Jörg Eisenbeis, KIT

rechts: E-Band Sender mit Parabolantenne. Die darin verbauten integrierten Schaltungen weisen besonders große Leistungsfähigkeit auf.
© Jörg Eisenbeis, KIT

Internet, Smartphone, Industrie 4.0 – die Datenflut schwillt mit jedem Tag an, und kein Ende ist in Sicht. Um die vielen digitalen Informationen nutzen zu können, müssen sie zunächst weitergeleitet werden. Dafür haben sich Glasfasern bewährt. Doch diese Lösung ist nicht überall umsetzbar, etwa wenn es um die Verbindung eines erdnahen Satelliten mit einer Bodenstation geht. Man könnte dafür einen gerichteten Laserstrahl verwenden, mit dem sich große Datenmengen transportieren lassen, doch schon eine Wolke würde die Licht-Verbindung kappen. Eleganter ist der Datentransfer per Richtfunk, einer gezielten Punkt-zu-Punkt-Verbindung. Hier wünschen sich die Fachleute allerdings eine höhere Übertragungsrate, um große Datenmengen innerhalb kürzester Zeit zum schnell fliegenden Satelliten und zurück bringen zu können.

Weltrekord über 37 Kilometer

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) wandte sich deshalb an das Freiburger Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF sowie das Institut für Robuste Leistungshalbleitersysteme der Uni Stuttgart, das Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik des Karlsruher Instituts für Technologie

KIT und das Unternehmen RPG Radiometer Physics GmbH in Meckenheim. Nach fünf Jahren Forschung haben die Projektpartner nun ein Ergebnis vorgelegt, das dem Richtfunk ganz neue Möglichkeiten eröffnet, nicht nur in der Raumfahrt.

Die Forscherinnen und Forscher konnten den bisherigen Weltrekord um den Faktor 10 übertreffen. Über eine Distanz von 37 Kilometern erreichten sie eine Übertragungsrate von 6 Gbit pro Sekunde. Damit können sie in 10 Sekunden den gesamten Inhalt einer handelsüblichen DVD oder rund 20 000 Fotos übermitteln. Für ihren Rekord mussten die Forscher kein Ziel im Weltall anpeilen, das wäre zu teuer geworden. Sie haben stattdessen zwei Punkte auf der Erde miteinander verbunden. Das schmälert ihren Erfolg keineswegs. Im Gegenteil, denn der Feind der Funkwellen sind Wasserdampf und Sauerstoff. Die Atmosphäre dämpft die Signale und begrenzt die Reichweite. Beim Senden in den Weltraum müssen die Funksignale nur die relativ dünne Luftschicht durchqueren, oberhalb von rund 15 Kilometern stören kaum noch Moleküle.

Wer also 37 Kilometer am Boden schafft, kann problemlos einen Satelliten in 800 oder sogar

36 000 Kilometern Höhe erreichen. Schwierig beim Rekordversuch war, zwei weit entfernte Punkte zu finden, die in Sichtweite zueinander liegen – die Voraussetzung für Richtfunk. »Wir haben lange gesucht und viele Funkmasten angeschaut«, sagt Axel Tessmann, der das Projekt für das IAF leitete. In Nordrhein-Westfalen wurden sie schließlich fündig. Eine Station stellten sie auf das 45-stöckige Kölner Uni-Center, die andere auf den Wachtberg bei Bonn, wo das Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR ein Weltraumbeobachtungsradar unterhält. Die Entfernung zwischen beiden Punkten beträgt exakt 36,7 Kilometer.

Punkt-zu-Punkt-Verbindung

Sender und Empfänger sind handliche Kästen mit Parabolspiegeln von 50 Zentimeter Durchmesser. Die Experten des IAF haben die Elektronik entwickelt, das Herzstück der Funkübertragung. Dabei mussten sie mit den Tücken der Physik kämpfen. Denn eine hohe Datenrate lässt sich nur mit hochfrequenten Signalen erzielen, die aber von der Atmosphäre besonders stark gedämpft werden. Um trotzdem weite Strecken überwinden zu können, ist eine kräftige Sendeleistung nötig. Man muss die Wellen

mit viel Power losschicken. Doch das ist mit der herkömmlichen Siliziumtechnologie nicht möglich. Auch bei der Empfangsstation scheitert man mit der bisherigen Technologie. Damit lässt sich kein Super-Ohr bauen, das nötig ist, um die schwachen Signale, die nach vielen Kilometern ankommen, noch hören zu können.

Breites Anwendungsspektrum bis hin zum Mobilfunk

Die Freiburger IAF-Experten entschieden sich, Sender und Empfänger mit unterschiedlichen Technologien auszustatten – ein Novum. Um die breitbandigen Signale im Sender kräftig verstärken zu können, verwenden sie Galliumnitrid als Halbleiter. Mit diesem Material, das auch bei relativ hohen Spannungen nicht überhitzt, hat das Institut jahrzehntelange Erfahrung. Zusammen mit einer innovativen Transistortechnologie ermöglicht es eine relativ hohe Sendeleistung von bis zu einem Watt bei der gewählten Frequenz von 71 bis 76 Gigahertz, dem E-Band. Der Empfänger wird dagegen aus Indium-Gallium-Arsenid-Halbleiterschichten aufgebaut, die besonders rauscharm arbeiten. Selbst sehr schwache Signale gehen so nicht im Hintergrundrauschen unter. Der innovative

Richtfunk mit Millimeterwellen wurde zwar im Auftrag der DLR entwickelt, doch er bietet auch viele Anwendungsmöglichkeiten außerhalb der Raumfahrt.

Wie wichtig er für kommerzielle Unternehmen ist, zeigen die vielen Anfragen aus aller Welt, die fast täglich beim federführenden Institut der Uni Stuttgart eingehen. »Das Interesse ist gewaltig«, sagt Tessmann. Richtfunk ist immer dann sinnvoll, wenn leistungsfähige Kabel fehlen oder deren Verlegung zu teuer wäre. Tessmann denkt etwa an Unternehmen, die ihren Sitz auf dem Land haben und auf eine schnelle Internetverbindung angewiesen sind. Aber auch breite Flüsse oder andere Hindernisse lassen sich mit Richtfunk ohne große Investitionen überwinden. Sender und Empfänger können im Handumdrehen aufgestellt werden. Richtfunk könnte auch aushelfen, wenn eine Glasfaserleitung durch einen Erdbeben oder eine Baggerschaufel unterbrochen wurde.

Größter Nutznießer könnte die Mobilfunkbranche werden, die mit der anschwellenden Datenflut besonders schwer zu kämpfen hat. Schon heute geben viele Basisstationen ihre Daten per Richtfunk weiter – da kommt eine neue Tech-

nologie mit höherer Leistung wie gerufen. Aber auch bei der Verbindung zwischen Basisstation und Handy könnte die neue Technologie, in einer abgespeckten Version, zum Einsatz kommen. Denn Experten wollen künftig auch für diese Strecke Richtfunk einsetzen. Die Vorteile liegen auf der Hand: Bisher senden Basisstation und Handy breit in den Raum. Das ist, als würde man einen ganzen Raum ausleuchten, obwohl man nur das Schlüsselloch finden will. Eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung, technisch bereits möglich, würde viel Energie sparen. Hochfrequenz-Schaltkreise, made in Freiburg, könnten so zum Milliardensteller werden.

Aber zunächst haben die Forscher weiterhin den Weltraum im Visier. In einem Nachfolgeprojekt wollen sie ihre Technologie mit einem fliegenden Objekt testen. Auch hier kommt noch kein Satellit zum Einsatz, sondern ein Propellerflugzeug, das in wenigen Kilometern Höhe vorbeifliegt. Ein Satellit fliegt zwar wesentlich höher, doch er bleibt verlässlich auf seiner Bahn, während das Flugzeug in der unruhigen Lufthülle tanzt. Wenn die Datenübertragung dabei klappt, davon ist Tessmann überzeugt, kann auch bei einem Satelliten nichts mehr schiefgehen. ■

Gedruckte Grimassen

3D-Drucker erobern die Trickfilmbranche - dank einer Fraunhofer-Software. Sie erlaubt eine bisher nicht gekannte realistische Farbdarstellung der Gesichter.

Text: Bernd Müller

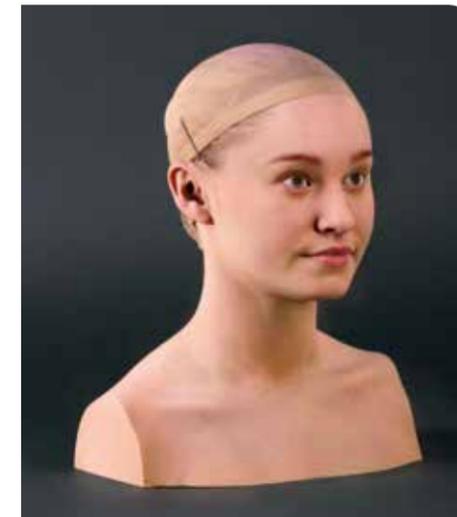


Figuren aus den bisherigen LAIKA-Filmen. © LAIKA

Shrek, Findet Nemo, Rapunzel – alle Animationsfilme werden heute im Computer hergestellt. Wirklich alle? Einige Filmstudios widersetzen sich dem Trend und bleiben der bewährten Stop-Motion-Technik treu, bei der kleine Figuren, zum Beispiel aus Knete, für jedes Teilbild leicht ver-

ändert aufgenommen und zu einer Filmsequenz zusammengesetzt werden, mit 24 Bildern pro Sekunde. Doch auch die Verfechter der Stop-Motion-Technik müssen mit der Zeit gehen – wie die Trickfilmfirma LAIKA in Portland, Oregon, die mit Filmen wie Coraline oder Die Boxtrolls Hits ge-

landet hat. LAIKA hat der Knetmasse abgeschworen und druckt ihre niedlichen Darsteller mit 3D-Druckern aus. Für jede Mundbewegung, jede Grimasse werden mehrere Teile aus Kunststoff gefertigt und mit kleinen Magneten im Kopf der Plastikfigur befestigt – für einen vollständigen Film



Verblüffend real: eine Frauenbüste, gedruckt mit Cuttlefish. © Fraunhofer IGD

sind das einige zehntausend Objekte. Für den Film Coraline nutzten die Filmer Polyjet-Drucker mit nur einem Material. Das hatte den Nachteil, dass die weißen Gesichter aufwändig bemalt werden mussten. Bei Paranorman, den Boxtrolls und dem neusten Film, Kubo – Der tapfere Samurai wurden bereits 3D-Farbdrucker eingesetzt. Doch deren Farbwiedergabe war von einem Ausdruck zum nächsten nicht konsistent. Deshalb wurde digital nachretuschiert.

Beim nächsten geplanten Film, dessen Titel und Handlung noch geheim gehalten werden, geht LAIKA neue Wege. Die Gesichter der Figuren kommen aus einem 3D-Drucker, der die gesamte Farbpalette und sogar sanfte Hauttöne beherrscht. Das ist neu und ein Riesenschritt nicht nur für die Filmindustrie, sondern für den 3D-Druck insgesamt. Bedanken können sich die Produzenten des Films bei Philipp Urban und seinem Team am Fraunhofer-Institut für Grafische Datenverarbeitung IGD in Darmstadt. Die Forscher haben einen Druckertreiber namens Cuttlefish (Tintenfisch) entwickelt, der erstmals Millionen realistische Farbtöne in dreidimensionale Objekte drucken kann. Wohlgemerkt: Die Grundfarben Cyan, Magenta, Gelb, Schwarz, Weiß und Transparent werden nicht einfach auf die Oberfläche gespritzt, jeder mikroskopisch kleine Punkt im Volumen des gedruckten Objekts kann durch die Mischung und Anordnung der Grundfarben eine beliebige Tönung annehmen.

Pixel für Pixel ein anderer Farbton

Einen Druckertreiber benötigt jeder Computernutzer, der ein Dokument ausdrucken möchte. Der Treiber sorgt dafür, dass der Drucker die Pixel der Buchstaben und Bilder aus dem Computer in exakt der richtigen Position und mit der richtigen Farbe als Tintentropfen oder Tonerstaub aufs Papier bringt. Nichts Anderes passiert beim 3D-Druck, allerdings in drei Dimensionen – und deshalb weit schwieriger zu beherrschen. Ein Problem vieler 3D-Drucker ist die Farbwiedergabe. Viele Objekte bestehen aus einem Material und damit aus einer Farbe, meistens einem Kunststoff, der von einer Spule zugeführt und im Druckkopf aufgeschmolzen wird. Für feine Farbabstufungen, etwa für Gesichter, sind solche Drucker ungeeignet. Dafür braucht es Geräte, die bis zu sechs unterschiedliche Materialien gleichzeitig verarbeiten. Deren Preise sind dann sechsstellig. Doch dieser Drucker allein garantiert noch keine gute Farbwiedergabe, diese erfolgt durch den Druckertreiber des IGD.

Zum ersten Kontakt zwischen LAIKA und dem IGD kam es, weil die Filmemacher mit ihren 3D-Druckern nicht mehr zufrieden waren und nach dem Dreh der Boxtrolls eine bessere Technologie suchten. »LAIKA war von unseren Probedruckern begeistert«, sagt Philipp Urban. Bis die Fraunhofer-Experten endgültig zum Zuge kamen, dauerte es etliche Monate. Das Team passte die Software an die Ansprüche von LAIKA an, Probedrucke wurden verschickt, Urban flog nach Portland an den Firmensitz von LAIKA. Ihm war bekannt, dass noch weitere Wettbewerber im Rennen waren, unter anderem Stratasys, dessen Drucker bei der neuen Produktion zum Einsatz kommen. Seit Februar 2016 nutzt LAIKA nun Lizenzen der Software an fünf Druckern von Stratasys zur Herstellung der kompletten Gesichter der Trickfilmhelden. »Was genau sie damit drucken, wissen wir nicht«, sagt Urban, »wir bekommen immer nur Schnipsel zu sehen, damit ja nicht zu viel über den Film an die Öffentlichkeit dringt.«

Urban ist seit zweieinhalb Jahren am IGD. Der Mathematiker hat vom Attract-Programm profitiert, mit dem die Fraunhofer-Gesellschaft Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler anwirbt. Die ausgewählten Attract-Kandidaten und -Kandidatinnen erhalten für fünf Jahre 2,5 Millionen Euro, um eine eigene Arbeitsgruppe aufzubauen. Ins Rollen kam der Antrag durch ein Gespräch zwischen Urban und dem IGD-Institutsleiter Prof. Dieter W. Fellner vor drei Jahren.

Fellner wünschte sich am Institut sämtliche Kompetenzen für eine Art 3D-Farb-Fax: Dabei scannt man ein dreidimensionales Objekt ein, überträgt die Daten an einen anderen Ort, visualisiert die Daten mit einer Software und druckt das Objekt mit einem 3D-Drucker aus. Das Know-how für Scannen und Visualisieren war am Institut vorhanden, nicht jedoch die Kompetenz für den 3D-Farbdruck.

Der 41-Jährige bringt langjährige Industrieerfahrung mit, unter anderem aus einer Firma, die Software für große Drucker, Plotter genannt, herstellt. Außerdem war er am Munsell Color Science Lab in den USA, wo er sich unter anderem mit Psychooptik beschäftigt hat. Dabei wird zum Beispiel erforscht, wie das Gehirn gedruckte Bilder verarbeitet und Informationen selektiert. In Urbans Team arbeiten mittlerweile fünf feste Mitarbeiter und fünf Hilfskräfte. Das 3D-Fax, wie es Prof. Fellner vorschwebt, hält Urban für ein realistisches Geschäftsmodell. Bald werde es Dienstleister geben, denen man seine Daten für den Druck schicken könne. Einfache Varianten funktionieren heute schon. Der Experte rechnet damit, dass in Zukunft auch zunehmend farbrealistische 3D-Drucke – sogar mit definierter Lichtdurchlässigkeit und definiertem Glanz – nachgefragt werden.

Neue Geschäftsmodelle für 3D-Druck

Mit der Filmindustrie will der Abteilungsleiter weiter kooperieren, insbesondere bei Realfilmen sieht er Chancen. Selbst bei Drehs mit echten Schauspielern oder Kulissen werden oft am Computer weitere Objekte oder Figuren ergänzt. Das ist aufwändig, besonders bei virtuellen Objekten, die lange im Bild zu sehen sind. Ihr Schatten muss sich realistisch verhalten, etwa wenn sich Darsteller durch die Szene bewegen. Mittlerweile ist es für Requisiteure billiger, solche Objekte auszudrucken und in die Szene zu stellen – aber eben nur, wenn diese gleich realistisch aus dem Drucker kommen. So wurde das Verfahren beispielsweise im Science-Fiction-Film Iron Man eingesetzt, um die Rüstung herzustellen. Sie musste jedoch noch lackiert werden. Das größte Potenzial für das Verfahren sieht Urban bei den Herstellern von 3D-Druckern oder bei Dienstleistern wie Shapeways. »Das Unternehmen stellt heute schon im Auftrag rund drei Millionen Teile pro Jahr her. Ein Geschäftsmodell könnte sein, dass wir unsere Software an diese Dienstleister lizenzieren.« ■



Mehr Schutz für den gläsernen Sportler

Dopingkontrollen sind notwendig, damit Wettkämpfe fair bleiben. Allerdings müssen Sportlerinnen und Sportler der Nationalen Anti Doping Agentur vorab für drei Monate einen Plan ihres Tagesablaufs vorlegen, mit dem sie zugleich sehr viele private Informationen preisgeben. Wie ihre Privatheit künftig besser geschützt werden kann, untersuchen nun IT-Experten.

Text: Tim Schröder

Im Spitzensport wird gedopt. Im Radsport, im Tennis, bei der Leichtathletik und bei Kraftsportarten, auch im Fußball. Kommt ein neuer Skandal ans Licht, ist die Aufregung groß, Forderungen nach strengeren Dopingkontrollen werden laut. Die meisten Sportler sind sich zwar der Notwendigkeit solcher Kontrollen bewusst, zugleich fordern viele von ihnen, das System der Dopingkontrolle zu verbessern. Das Problem: Spitzensportler müssen heute umfangreiche Angaben über ihren Alltag machen – und werden damit, was den Datenschutz betrifft, zu gläsernen Bürgern.

Als besondere Belastung empfinden viele, dass sie den Dopingkontrollbehörden permanent für drei Monate im Voraus mitteilen müssen, wo sie sich wann aufhalten werden. Dafür gibt es einen guten Grund: Die Dopingkontrollleute müssen wissen, wann und wo sie die Athleten antreffen können, um unangekündigte Dopingkontrollen durchzuführen. Doch damit sind die Sportler verpflichtet, ständig mitzuteilen, wann sie bei ihrem Partner oder zu Hause übernachten werden, auf welche Feier sie gehen, wann sie die Familie besuchen oder in welche Lokale sie einkehren werden. Eine solche Terminplanung ist nicht nur aufwendig. Sie gibt vor allem einen detaillierten und zum Teil sehr intimen Einblick in das Privatleben. Was im Einzelnen mit diesen Daten geschieht, wissen die Athletinnen und Athleten nur beschränkt. »Wenn man bedenkt, dass mein Aufenthaltsort nur für den Tag der Kontrolle relevant ist, muss man sich fragen, ob die beteiligten Kontrollinstanzen wirklich detaillierte Informationen für jeden Tag des Jahres vorliegen haben müssen«, sagt der deutsche Olympionike und Sprinter Jonas Plass. Jonas Plass will es besser machen. Er betreibt eine eigene IT- und Kommunikationsagentur und kam auf die Idee, das Dopingkontrollsystem zu verbessern. Zum einen sollen die privaten Daten besser geschützt, zum anderen soll den Sportlern die Dokumentation ihres Alltags erleichtert werden.

Plass stieß damit auf offene Ohren. Inzwischen hat sich ein Konsortium aus mehreren Firmen und Forschungsinstituten zusammengefunden,

das in einem Kooperationsprojekt eine sichere und leicht zu handhabende Unterstützung für Athleten entwickeln will. Koordiniert wird das Projekt mit dem Namen Paradise (Privacy-enhancing and Reliable Anti-Doping Integrated Service Environment) vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT in Sankt Augustin. Zentrales Element der neuen Technik ist ein Wearable mit GPS-Funktion, das die Sportler künftig am Körper tragen können. Noch steht nicht fest, wie das Gerät aussehen wird. Vorstellbar ist, dass die Sportler es wie eine Uhr am Handgelenk tragen. Mit dessen Hilfe kann der beauftragte und autorisierte Dopingkontrollleur die aktuelle Position des Athleten abfragen. Da es nicht notwendig ist, werden keine Bewegungsprofile erstellt und ermittelte Positionen nach erfolgreichem Abschluss der Kontrolle gelöscht. Das Gerät ist als Ergänzung zum bestehenden System gedacht. Es soll auf freiwilliger Basis genutzt werden. Wer es benutzen möchte, kann das tun, aber kein Athlet soll dazu verpflichtet sein.

Privatheit trotz Kontrollen

Marc Jentsch vom Fraunhofer FIT, der Paradise koordiniert, hat zusammen mit den Projektpartnern zunächst in Interviews nachgefragt, welche Anforderungen die Beteiligten – die Sportler, die Kontrolleure und die Behörden – an das Projekt stellen. »Die Kontrolleure stehen heute vor dem Problem, dass sie Sportler nicht immer antreffen«, sagt Jentsch. Zwar sind die Athleten verpflichtet, der Behörde Terminänderungen zum Beispiel per E-Mail oder SMS mitzuteilen. Doch nicht immer denken sie daran, vor allem bei spontanen Ereignissen. Stehen die Kontrolleure vor verschlossener Tür, ist das nicht nur ärgerlich, sondern kann auch für den Sportler Konsequenzen haben. Treffen die Kontrolleure ihn mehrmalig nicht an, kann die verpasste Kontrolle mit einer Strafe in Form einer Sperre geahndet werden. Eine Abfrage des Aufenthaltsortes wäre dank Paradise dagegen für alle Beteiligten praktikabel.

Völlig ersetzen kann diese Lösung das bisherige System aber nicht. Um die Dopingkontrollen planen zu können, brauchten die Kontrolleure einen gewissen Vorlauf. Zudem müssten sie wissen, wann eine Sportlerin oder ein Sportler für längere Zeit verreist ist. »Man wird weiterhin einen Plan benötigen, in dem der Sportler

Am Projekt Paradise sind folgende Partner beteiligt:

Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT, Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC, gekko Gesellschaft für Kommunikation und Kooperation mbH, Technische Universität Berlin Telekom Innovation Laboratories, Unabhängiges Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein und Unicon universal identity control GmbH.

beispielsweise mitteilt, wann er in welcher Stadt ist«, sagt Jentsch. »Auf detaillierte Aussagen darüber, wo ein Sportler die Nacht verbringt, wird man aber verzichten können.« Außerdem werde es nicht mehr nötig sein, einen Plan für volle drei Monate vorzulegen. In Kombination mit der GPS-Funktion dürfte für die Arbeit der Kontrolleure eine Vorlaufzeit von zwei bis vier Wochen ausreichend sein, meint Jentsch.

Derzeit arbeiten die Paradise-Partner an einer Methode, mit der sich die Zugriffe auf die Standortabfrage autorisieren lassen. »Nur die zuständigen Kontrolleure dürfen die Daten abrufen können«, sagt Jentsch. »Heute ist unklar, wer die Daten einzelner Sportler einsehen darf oder was mit den Daten im Detail geschieht.« Im Hinblick auf die Privatheit sei diese Situation bedenklich. Nicht zuletzt auch deshalb, weil über die Sportler ein detailliertes Nutzerprofil bekannt ist. »Dies ist besonders problematisch, da es sich bei den hinterlegten Informationen um besonders schützenswerte Daten handelt«, sagt Jonas Plass. »Mittel- oder unmittelbar ließen sich daraus Rückschlüsse auf Krankheiten, religiöse oder sexuelle Orientierung oder schlichtweg Gewohnheiten ableiten.«

Ziel des Paradise-Projektes ist es, einen Demonstrator zu entwickeln, zu dem neben dem Wearable sichere Datenverarbeitungssysteme und eine sichere Regelung der Zugriffsrechte gehören. Eine erste Version soll im Dezember 2016 fertig sein. »Wir sind gespannt, wie es danach weitergeht«, sagt Jentsch. Die Technik sei das eine. Sie müsse aber nicht nur funktionieren, sondern letztlich auch von den Antidopingbehörden in die Praxis umgesetzt werden. ■

Glanzvoller Abend für ausgezeichnete Fraunhofer-Forschung



Auf der als Labor inszenierten Bühne mit einem großen Tisch im Zentrum agierten die Darsteller mit Lichtprojektionen.



Das Colosseum Theater Essen: Die ehemalige Werkhalle der Essener Krupp Gussstahlfabrik beeindruckt mit ihrer ursprünglichen Stahlkonstruktion und dem Original-Glasdach.

Die Ruhrmetropole Essen war Gastgeber der diesjährigen Fraunhofer-Jahrestagung: Rund 700 geladene Gäste kamen in das Colosseum Theater Essen. Das denkmalgeschützte Gebäude bot einen beeindruckenden Rahmen für die außergewöhnliche Inszenierung, mit der Forscherinnen und Forscher für ihre herausragenden Leistungen ausgezeichnet wurden.

Text: Sibylle Gaßner, Fotos: Ines Eschezich/Fraunhofer

Die Fraunhofer-Jahrestagung 2016 im Colosseum Theater in Essen stand unter dem Motto »Der Mensch im Mittelpunkt«. Als prominente Gastrednerinnen wurden die Bundesministerin für Bildung und Forschung Prof. Johanna Wanka sowie die Nordrhein-Westfälische Ministerpräsidentin Hannelore Kraft erwartet.

Zunächst aber gehörte die Bühne einer kunstvollen Inszenierung: In einem Labor mit einem großen Tisch im Zentrum agierten Darsteller mit Lichtprojektionen. Die Szenen stellten dar, wie Menschen zusammenkommen und ihre Ideen austauschen. Der »Mensch im Mittelpunkt« sortierte, sammelte und bearbeitete die Themen. Raffinierte Projektionstechnik und

3D-Lichtinstallationen vermittelten den Eindruck einer Holographie.

Dann wurde der Abend offiziell von Fraunhofer-Präsident Prof. Reimund Neugebauer eröffnet: »In der wissenschaftlichen Arbeit spielt der Mensch eine ganz besondere Rolle. Forschung braucht Neugier, Forschung braucht Kreativität, und all das können nur Menschen aufbringen«, erläuterte er in seiner Begrüßungsrede das Motto der Veranstaltung.

Auch Bundesministerin Wanka betonte in ihrer Rede die Bedeutung des Menschen in der Forschung. »Wir brauchen den Innovationsgeist der Forschung – wie ich ihn bei Fraunhofer erlebe

– und die Investitionsbereitschaft der Wirtschaft. Erkenntnisse der Forschung müssen schnell in die Praxis transferiert werden und ausreichend Ausbildungs- und Arbeitsplätze geschaffen werden. Forschungspolitik gibt den Rahmen, in dem Wissenschaft mit viel Möglichkeitssinn arbeiten sollte. Denn Phantasie, Erfindungsgabe oder Vorstellungskraft sind die Fähigkeiten, die wir brauchen, um Fortschritt zu erreichen.«

Ministerpräsidentin Kraft stellte in ihrem Grußwort die Bedeutung der Fraunhofer-Institute und Forschungseinrichtungen für das Land Nordrhein-Westfalen in den Mittelpunkt. »Die drei neuen Fraunhofer-Leistungszentren werden sich jeweils mit den Zukunftsthemen Industrie

4.0, Energiewende und intelligente Logistik beschäftigen. Diese Leistungszentren sollen dazu beitragen, dass noch schneller marktreife Produkte entstehen.«

Erfindungen revolutionieren Märkte

Wie dies konkret gelingen kann, inszenierte die Preisverleihung eindrucksvoll. Nach den Reden verwandelte sich die Bühne wieder in ein virtuelles Labor. Videoeinspielungen verschafften den Zuschauern einen »Blick ins Labor« der prämierten Forscher.

Das erste preisgekrönte Projekt handelte von einer »Strahlentherapie nach Maß«. Gemeinsam

Bei Fraunhofer forschen Menschen für Menschen. Das wurde auch im Vortrag von Fraunhofer-Präsident Prof. Reimund Neugebauer deutlich.



mit einem Team aus Medizinern, Physikern und Informatikern hat Prof. Dr. Karl-Heinz Küfer vom Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM eine Alternativlösung für herkömmliche Strahlentherapiepläne entwickelt. Die interaktive und leicht zu bedienende Software verkürzt die Dauer der Strahlentherapieplanung. Die Jury betonte »die breite Einsetzbarkeit des Verfahrens zur Behandlung der Volkskrankheit Krebs sowie den internationalen Marktbezug« und verlieh dem Wissenschaftlerteam den mit 50 000 Euro dotierten Preis des Stifterverbands 2016.

Dann stand die Verleihung von drei Joseph-von-Fraunhofer-Preisen auf dem Programm, ebenfalls mit jeweils 50 000 Euro dotiert. Für die erste dieser begehrten Auszeichnungen verwandelte sich das Labor auf der Bühne in ein Hörfunkstudio, denn es ging um die Entwicklung von Digitalradio. Alexander Zink, Martin Speitel und Max Neuendorf nahmen stellvertretend für das gesamte Entwicklerteam am Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS den Preis und das Lob der Jury entgegen. Die am IIS entwickelten Technologien werden heute weltweit in nahezu allen digitalen Radiosystemen eingesetzt. Die Jury würdigte »die kontinuierliche Weiterentwicklung der Basistechnologie und das Besetzen von Standards in diesem Bereich. Über mehrere

Jahre hinweg konnte das IIS hier immer wieder Fortschritte und Durchbrüche erzielen«.

Laserstrahlen tauchten die Bühne in helles Licht, Projektionen kündigten an: Beim zweiten Joseph-von-Fraunhofer-Preis dreht sich alles um Optik und Beleuchtung. Innerhalb nur weniger Jahre entwickelten die Diplom-Physiker Dr. Peter Schreiber, Dr. Peter Dannberg und Marcel Sieler vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena einen außergewöhnlichen Arrayprojektor – nach dem Vorbild von Insektenaugen. Das lichtstarke Mikrooptik-Modul ist nicht größer als eine Ein-Cent-Münze und liefert dennoch ein helles und scharfes Bild. In der 7er-Reihe von BMW wird der Mini-Projektor seit Mitte 2015 eingesetzt und erzeugt entlang des Autos einen hellen, etwa vier Meter langen Lichtteppich, der den Boden und damit Hindernisse oder Unebenheiten ausleuchtet.

Der dritte Joseph-von-Fraunhofer-Preis ging an ein Wissenschaftlerteam, das mit seiner Erfindung die Produktion von Solarzellen revolutioniert hat. Um hocheffiziente PERC-Solarzellen in Serie herzustellen, entwickelten Dr. Jan Nekarda und Dr.-Ing. Ralf Preu vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE den Laser Fired Contact-Prozess. Die Jury begründet die Auszeichnung mit der Feststellung, dass »die Entwicklung

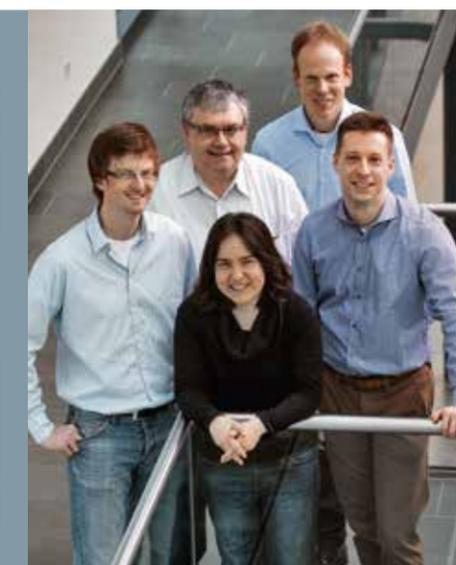
der Forscher dazu beiträgt, dass deutsche Unternehmen weiterhin im umkämpften Photovoltaik-Markt erfolgreich agieren können«.

»Menschen forschen für Menschen«

Für das anschließende Get Together bot das Foyer einen festlichen Rahmen, in dem sich der ganze Charme des denkmalgeschützten Gebäudes entfaltete, mit seiner ursprünglichen Stahlkonstruktion und dem Original-Glasdach. Noch lange wurde über die Preisträger-Highlights des Abends gesprochen, die eindrucksvoll verdeutlicht hatten, was Fraunhofer-Präsident Neugebauer in seiner Eröffnungsrede auf den Punkt gebracht hatte: »Wir sind auf den verschiedensten Technologiefeldern aktiv, wir konstruieren Maschinen, erfinden Software, fördern neue Energiequellen und medizinische Technologien – aber das übergeordnete Ziel ist stets das Wohl der Menschen in ihrem individuellen Umfeld: Sicherheit, Gesundheit, Mobilität, Kommunikation, Umweltschutz, Wohnen. Das ist es, was uns täglich von Neuem motiviert, und das ist es auch, was Fraunhofer schon seit Jahrzehnten so erfolgreich macht: Menschen forschen für Menschen.« ■

<http://s.fhg.de/jahrestagung2016>

Strahlentherapie nach Maß



Strahlentherapie ist eines der bedeutendsten Behandlungskonzepte gegen Krebs. Diese gut zu planen, ist jedoch eine hochkomplexe Aufgabe. Fraunhofer-Mathematikerinnen und -Mathematiker haben gemeinsam im Verbund mit Medizinphysikern und Ärzten den Planungsprozess verbessert.

Text: Martin Kern

Durch die Entwicklung einer interaktiven und leicht zu bedienenden Software tragen Dr. Philipp Süß, Prof. Dr. Karl-Heinz Küfer, Dr. Katrin Teichert, Dr. Michael Bortz sowie Dr. Alexander Scherrer zu verbesserten Heilungschancen von Krebspatienten bei (v.l.n.r.).
© shutterstock © Dirk Mahler / Fraunhofer

Als Prof. Karl-Heinz Küfer zum ersten Mal miterlebte, wie die Bestrahlung von Krebspatienten geplant wird, war er überrascht: »Die Prozesse, mit denen Ärzte und Physiker gemeinsam Strahlentherapiepläne erstellen, erinnerten an das Suchen von Gegenständen im Dunkeln, an ein Herantasten und wieder Verwerfen«, beschreibt es Küfer, Mathematiker am Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern. Er erkannte das Verbesserungspotenzial und machte sich mit Medizinern, Physikern und Informatikern daran, eine Alternativlösung zu entwickeln. Das Ergebnis war eine interaktive und leicht zu bedienende Software. Sie verkürzt die Dauer der Strahlentherapieplanung, macht das Finden einer guten Balance zwischen Therapiechance und eventuellen Nebenwirkungen leichter und trägt letztlich zu verbesserten Heilungschancen bei. In Deutschland erkranken jährlich rund 483 000 Menschen an Krebs. Gleichzeitig ist die Krankheit mit 222 000 Todesfällen die zweithäufigste Todesursache. Strahlentherapie kommt in über der Hälfte aller Krankheitsfälle zur Anwendung. Die Bestrahlung schädigt die Zell-DNA und beeinträchtigt so deren Teilung oder führt direkt zum Zelltod.

Der Weg zur berechenbaren Lösung

Das Ziel der Therapie ist es, Tumorzellen abzutöten, gesundes Gewebe aber zu schonen. Bisher hat der Mediziner seine Wünsche geäußert, der Strahlenphysiker überführte diese in einen

Therapieplan. War der Arzt nicht zufrieden, arbeitete der Physiker nach. Man näherte sich dem Optimum an. »Das Neue des mathematischen Ansatzes ist, dass man von Anfang an eine Lösungsvielfalt berechnet, aus der der Arzt eine für den Patienten bestmögliche auswählen kann«, erläutert Prof. Jürgen Debus, Radioonkologe am Universitätsklinikum Heidelberg. Er testete die entwickelte Software in der Klinik. Um den Prozess zu verbessern, betrachteten die Fraunhofer-Forscher Karl-Heinz Küfer, Dr. Michael Bortz, Dr. Alexander Scherrer, Dr. Philipp Süß und Dr. Katrin Teichert die Therapieplanung als mehrkriterielle Optimierungsaufgabe. Dabei muss ein ausgewogener Kompromiss zwischen etwa zehn bis fünfzehn teilweise gegenläufigen Planungszielen gefunden werden. »Hierfür gibt es ein besseres Konzept als die bisherige Versuchs- und-Verwerf-Strategie, nämlich das Prinzip der Pareto-Lösung«, betont Karl-Heinz Küfer. Dies ist eine Lösung, die nicht gleichzeitig für alle Kriterien besser werden kann. Wenn man ein Kriterium verbessert, muss sich ein anderes verschlechtern. Im Fall der Bestrahlung bedeutet dies etwa: Wird der Tumor mit höherer Dosis bestrahlt, wird auch das umliegende Gewebe stärker geschädigt.

Entwickelt wurde die Software unter Leitung des ITWM gemeinsam mit dem Deutschen Krebsforschungszentrum, dem Universitätsklinikum Heidelberg sowie dem Massachusetts General Hospital im Forschungsverbund der Harvard Medical School. »Die Tumorkontrolle funktio-

niert durch die neue Planungssystematik besser, da wir den Tumor mit einer höheren Dosis bestrahlen können. Die Wahrscheinlichkeit, dass er dauerhaft vernichtet wird, ist damit höher. Zudem schonen wir Normalgewebe, das wir früher unter Umständen gar nicht schonen konnten«, bestätigt Prof. Thomas Bortfeld, der die mehrkriterielle Optimierung 2011 gemeinsam mit dem Unternehmen RaySearch Laboratories im Massachusetts General Hospital in Boston erstmals klinisch zum Einsatz brachte.

Bis Ende 2015 hatte das Unternehmen RaySearch Laboratories das System an zirka 400 Planungsplätze in etwa 320 Kliniken verkauft. Durch zusätzliche Lizenzierung durch den Weltmarktführer Varian Medical Systems ab 2016 wird die Technologie künftig an über 20 000 Therapieplanungsplätzen weltweit verfügbar sein. Für die Entwicklung der interaktiven mehrkriteriellen Strahlentherapieplanung erhalten die Fraunhofer-Forscher Karl-Heinz Küfer, Michael Bortz, Alexander Scherrer, Philipp Süß und Katrin Teichert mit den Forschungspartnern Thomas Bortfeld, Jürgen Debus, Wolfgang Schlegel und Christian Thieke den Preis des Stifterverbands 2016. Die Jury betonte zudem »die breite Einsetzbarkeit des Verfahrens zur Behandlung der Volkskrankheit Krebs sowie den internationalen Marktbezug«. ■

Filme: www.fraunhofer.de/presse

Technologiewandel bei Solarzellen

Die Energiewende und damit das Ziel, mehr Strom aus erneuerbaren Energiequellen zu gewinnen, gilt als eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen der kommenden Jahrzehnte. Solartechnologie wird einen entscheidenden Anteil dazu beitragen.

Text: Martin Kern

Um hocheffiziente PERC-Solarzellen in Serie herzustellen, entwickelten Dr. Jan Nekarda und Dr.-Ing. Ralf Preu (v.l.n.r.) den Laser Fired Contact-Process.
© Dirk Mahler/Fraunhofer



»Die gesamte elektrische Energie, die jährlich durch Photovoltaik bereitgestellt wird, beträgt mehr als 250 Terawattstunden. Das entspricht etwa dem Ertrag von 30 Atomkraftwerken. Um mitzuhelfen, die internationalen Klimaziele zu erreichen, muss die jährlich neu installierte Photovoltaikleistung in den nächsten 15 Jahren verzehnfacht werden. Insgesamt muss Solartechnologie also immer effizienter und kostengünstiger werden, um diesen Markt gut bedienen zu können«, erklärt Dr.-Ing. Ralf Preu, Bereichsleiter Photovoltaik-Produktionstechnologie und Qualitätssicherung am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg. Mit der Entwicklung der Laser Fired Contact (LFC)-Technologie haben der Forscher und sein Kollege Dr. Jan Nekarda bereits einen Beitrag zum Klimaschutz geleistet. Effizientere Solarzellen können damit kostengünstig hergestellt werden. Solarzellen werden heute in der Regel mit einem flächigen metallischen Kontakt versehen, damit Strom aus der Zelle in die Elektrode fließen kann. Der Kontakt bedeckt dabei die gesamte Rückseite eines Siliziumwafers. Dies limitiert jedoch den Wirkungsgrad. Als leistungsfähigere Alternative ist seit 1989 die Passivated Emitter and Rear Cell-Technologie, kurz PERC, bekannt. Sie enthält im Vergleich zu konventionellen Zellen eine zusätzliche spiegelnde Schicht auf der Rückseite und Tausende elektrischer Kontaktstellen. Durch die Entwicklung des LFC-Prozesses ermöglichten die Fraunhofer-Forscher die erste industrielle Massenproduktion der PERC-Solarzelle.

Effizientere Solarzellen in Serie

Auf der Unterseite einer PERC-Solarzelle wird zwischen Kontaktschicht und Wafer eine sehr dünne nicht-leitende Schicht abgeschieden. Diese dient als Spiegel und reflektiert den Anteil des Sonnenlichts, der beim Durchdringen des Wafers nicht absorbiert wurde, in die Siliziumscheibe zurück. Da auch die Vorderseite das Licht zurückwirft, wird es im Siliziumwafer gefangen, und der Wirkungsgrad der Solarzelle steigt. Um den Strom aus dem Wafer ableiten zu können, sind viele kleine Öffnungen in der nicht-leitenden Schicht notwendig, durch welche ein Kontakt zwischen Elektrodenmetall und Siliziumwafer entsteht. Beim LFC-Verfahren wird jeder dieser etwa 100 000 Kontakte durch einen einzelnen Laserpuls erzeugt. »Die Schwierigkeit bestand darin, die Pulse so abzustimmen, dass einerseits der Kontakt vollständig ausgebildet ist, das Silizium aber nur minimal beeinträchtigt wird. Entscheidend dafür ist, dass das Laserlicht nur zwischen 50 und 2000 Nanosekunden einwirkt«, erklärt Dr. Jan Nekarda, Gruppenleiter am ISE.

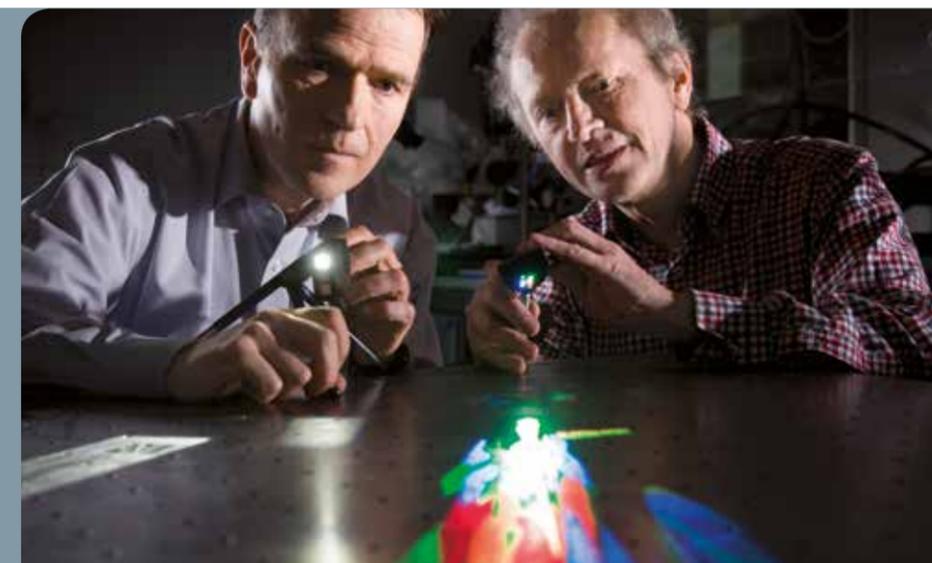
Durch ein neuartiges System die Laserstrahlen zu führen, können alle Kontakte in etwa einer Sekunde hergestellt werden. »Die so produzierten PERC-Solarzellen haben einen verbesserten Wirkungsgrad von zirka fünf Prozent relativ bei einem Solarzellenwirkungsgrad von heute etwa 20 Prozent. Im gesamten System konnten wir den Energieertrag um etwa sieben Prozent

steigern«, freut sich Ralf Preu. Da die meisten Kosten in der Photovoltaik flächenabhängig sind, besitzt der Wirkungsgrad eine enorme Bedeutung. »Braucht man derzeit 100 Quadratmeter Solarzellen, benötigt man in Zukunft nur noch 93 Quadratmeter, um die gleiche Strommenge zu erzeugen. Das bedeutet nicht nur weniger Silizium, sondern auch weniger Modul-Material, weniger Material in den Systemen, und man spart schlussendlich auch Planungskosten.«

Das Laserverfahren lässt sich einfach und kostengünstig in bestehende Produktionsprozesse integrieren. Hanwha Q Cells hat laut Unternehmensangaben seit der Produktionseinführung bereits 20 Millionen Zellen mit Hilfe der LFC-Technologie hergestellt. Weltweit haben Unternehmen die PERC-Technologie mittlerweile in die Massenfertigung überführt. »Allein im laufenden Jahr werden von Herstellern dazu Investitionen von mehr als 200 Millionen Euro getätigt. Damit ist die nächste Evolutionsstufe der Siliziumsolare Zelle endgültig etabliert«, so Ralf Preu. Als Wegbereiter dieses Wandels erhalten Ralf Preu und Jan Nekarda den Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2016. Die Jury begründet die Auszeichnung unter anderem mit der Feststellung, dass »die Entwicklung der Forscher dazu beiträgt, dass deutsche Unternehmen weiterhin im umkämpften Photovoltaik-Markt erfolgreich agieren können.« ■

Filme: www.fraunhofer.de/presse

Kleine Projektoren - große Leistung



In nur wenigen Jahren entwickelten Fraunhofer-Forscher einen Miniatur-Projektor von der Idee bis zum Serienprodukt.

Text: Martin Kern

Der von Peter Dannberg, Peter Schreiber (v.l.n.r.) und Marcel Sieler (nicht im Bild) entwickelte Arrayprojektor projiziert trotz seiner geringen Baugröße ein extrem helles Bild. © Dirk Mahler/Fraunhofer

Im Vergleich zu konventionellen Modellen, in denen ein Kanal ein Bild projiziert, liefert der LED-Arrayprojektor des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena ein helles und scharfes Bild, in dem sich Hunderte von Kanälen pixelgenau überlagern. »Unser Arrayprojektor kann zum einen scharfe und unverzerrte Bilder auf quasi jeder gewölbten oder geneigten Form darstellen. Zum anderen gelingt es uns, die typischen Skalierungsregeln klassischer Projektionssysteme neu zu definieren und so extrem kompakte Projektoren zu realisieren«, erklärt Dr. Peter Schreiber, zuständig für mikrooptische Beleuchtungssysteme am IOF.

Arrayprojektor erzeugt BMW-Lichtteppich

Diese Eigenschaften weckten besonders das Interesse der Automobilindustrie. Denn in modernen Autos ist mehr und mehr Technik und Elektronik verbaut. Einzelne Bauteile dürfen daher nur klein sein und wenig Energie verbrauchen. Dies gilt auch für die Beleuchtung im und am Fahrzeug. Der LED-Arrayprojektor liefert eine Lösung für diese Anforderungen. »Die technischen Vorzüge, besonders für den automobilen Einsatz, sind die geringe Größe und Robustheit der Mikrooptiken«, betont Marcel Sieler, ehemaliger Projektleiter am IOF. Sieler war mit dafür verantwortlich, den Projektor industriell umzusetzen.

In der 7er-Reihe von BMW wird er seit Mitte 2015 genutzt und erzeugt entlang des Autos einen hellen etwa vier Meter langen Lichtteppich, der den Boden und damit Hindernisse oder Unebenheiten ausleuchtet. »Damit wird erstmals weltweit ein komplexes Mikrooptik-Modul in einem Serienauto eingesetzt«, erklärt Dr. Peter Dannberg, der den Herstellungsprozess des Projektors entwickelte. Im BMW ist das Licht-Modul unterhalb der Tür verbaut und nicht wie bei anderen Herstellern in der Tür. Hierfür macht sich der Autobauer eine weitere Besonderheit der Fraunhofer-Entwicklung zunutze: »Mit einem Arrayprojektor sind helle und scharfe Bilder auch unter sehr kleinen Einstrahlwinkeln ohne geneigte optische Elemente möglich«, betont Peter Schreiber.

Das Beleuchtungssystem des IOF besteht aus einer Anordnung, englisch Array, vieler Mikroprojektoren. Jeder Projektor besteht aus einer Mikrolinse zur Beleuchtung und einer zweiten für die Projektion, dazwischen befindet sich ein Dia. Ein Arrayprojektor ordnet Hunderte solcher Mikroprojektoren gemeinsam an. »Die Arrayprojektion überlagert die Einzelbilder der mikrooptischen Projektoren so, dass sie sich zu einem hellen Gesamtbild auf dem Schirm überlagern, und sorgt gleichzeitig für eine gleichmäßige Ausleuchtung«, erklärt Sieler. Je mehr Mikroprojektoren im Array angeordnet sind, desto heller wird das projizierte Bild. Hierfür muss der Projektor somit ausschließlich in der Fläche wachsen.

Die Dicke von nur etwa drei Millimetern bleibt erhalten. Ein konventioneller Projektor müsste sein gesamtes Volumen vergrößern, um den Lichtfluss zu erhöhen.

Miniatur-Projektor in Datenbrillen und Messtechnik anwendbar

Auch für weitere Anwendungen sieht Peter Schreiber Potenzial: »Wir überlegen, wie der Arrayprojektor etwa in ultra-kompakten Datenbrillen oder als Spotlight mit spezieller Lichtverteilung eingesetzt werden kann. Ich sehe auch die Möglichkeit, effiziente und hochdynamische Lichtmuster in der Messtechnik zu generieren.«

Für die Entwicklung des LED-Arrayprojektors erhalten Dr. Peter Schreiber, Marcel Sieler und Dr. Peter Dannberg den diesjährigen Joseph-von-Fraunhofer-Preis. Die Jury begründet die Preisvergabe unter anderem mit der Entwicklung »eines weiteren Bausteins für den deutschen Automobilbau, um sich als Premium-Anbieter zu positionieren.« ■

Filme: www.fraunhofer.de/presse

Digitalradio für die Welt



Ein häufiges Missverständnis möchte Alexander Zink, Forscher am Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, ausräumen: »Digitalradio funktioniert wie UKW-Radio terrestrisch per Funk, allerdings mit besserer Qualität, mehr Vielfalt und neuartigen Zusatzangeboten. Es ist unabhängig vom Internet und damit kostenfrei von jedem zu empfangen.«

Text: Martin Kern

Um Digitalradio zum weltweiten Marktdurchbruch zu verhelfen, entwickelten Alexander Zink, Martin Speitel und Max Neuendorf Technologien für die gesamte Sendekette (v.l.n.r.). © Dirk Mahler/Fraunhofer

Gemeinsam mit Martin Speitel, Max Neuendorf und einem großen Team entwickelte Zink die notwendigen Basistechnologien sowie Sende- und Empfangssysteme für Digitalradio-Anwendungen. Diese Technologien werden heute weltweit in nahezu allen digitalen Radiosystemen eingesetzt.

Zahlreiche Vorteile für Radiohörer und Sender

Dabei bietet die neuartige Technologie sowohl für Radiohörer als auch für Produzenten und Radiosender wesentliche Vorteile, die nicht nur eine bessere Audioqualität betreffen. Durch den Datendienst Journaline etwa kann der Zuhörer Textinhalte wie Nachrichten, Wetter oder Stau- und Flughafeninformationen direkt auf seinem Radioempfänger gezielt nachlesen. »Auch im Zeitalter des Internets werden Radiosysteme immer das zuverlässigste Verbreitungsmedium für Nachrichten oder Notfall-Alarmierungen sein. Insbesondere in Ländern mit schlechter bis keiner Internetversorgung ermöglichen die neuen Systeme den kostenfreien und breitflächigen Zugang zu Information und Bildung«, betont Alexander Zink die politische Dimension der Fraunhofer-Entwicklung. Auch für die Rundfunkanstalten bietet Digitalradio Vorteile. Durch die effizientere Übertragung der Programme lässt sich einerseits Energie bei der Ausstrahlung und damit Geld sparen und andererseits eine größere Anzahl von Programmen aussenden. Von diesem Vorteil profitiert zum Beispiel der

öffentlich-rechtliche Sender Deutschlandradio seit mehreren Jahren. »Es gibt nicht ausreichend UKW-Frequenzen. Nur durch die digitale Verbreitung können wir die ganze Bundesrepublik abdecken«, betont Deutschlandradio-Intendant Dr. Willi Steul.

Technologien für die gesamte Sendekette

Die Wissenschaftler des IIS entwarfen Technologien und Komponenten entlang der gesamten Sendekette des Digitalradios. Dazu zählen sowohl neuartige Audiocodier-Verfahren als auch Server-Lösungen für die Codierung und Erstellung der Digitalradio-Sendesignale sowie Softwarekomponenten für Wiedergabegeräte. Die in MPEG standardisierten Audiocodern xHE-AAC und HE-AAC verarbeiten Daten intelligent, so dass sich die Menge drastisch verringert, während die Qualität erhalten bleibt. »Diese Codern bilden die Grundlage für die gute Klangqualität des Digitalradios. Bei der Entwicklung halfen uns die Erfahrungen mit mp3 und den Nachfolgeverfahren sehr«, sagt Max Neuendorf, Gruppenleiter des Audio- und Sprachcodierungs-Teams am IIS. Für den Empfang und die Wiedergabe von Digitalradio wurden neue Softwareanwendungen für Endgeräte entwickelt, »damit das Signal, das man über die Antenne in digitaler Form empfängt, wieder komplett zurückgerechnet wird in eine hörbare Form, so wie man es von jedem konventionellen Radio kennt. Dank

unserer flexiblen Lösung können Radio- und Chipsatz-Hersteller sehr einfach eine Vielzahl von Digitalradiostandards parallel unterstützen«, erläutert Martin Speitel, Projektleiter Software Defined Radio am IIS. Und auch für Rundfunkanstalten ließen sich die Wissenschaftler eine leicht zu bedienende Lösung einfallen: »Unsere Content Server-Technologie ist heute eine der am häufigsten eingesetzten Lösungen, die alle Einzelkomponenten wie Audiocodierung, Datendienste- und Signalisierungs-Management und die Multiplex-Erstellung in einem Gerät zusammenführt. Damit können Rundfunkveranstalter und Netzbetreiber die Digitalradio-Sendesignale extrem einfach konfigurieren und den gesamten Funktionsumfang des Digitalradios ausschöpfen«, erklärt Zink, der am IIS für die weltweite Standardisierung und Marktentwicklung des digitalen Radios verantwortlich ist.

Für die Entwicklung der Grundlagen des Digitalradios und die Weiterführung bis zum Marktdurchbruch erhalten Alexander Zink, Martin Speitel und Max Neuendorf stellvertretend für das gesamte Entwicklerteam den Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2016. Die Jury würdigt damit »die kontinuierliche Weiterentwicklung der Basistechnologie und das Besetzen von Standards in diesem Bereich. Über mehrere Jahre hinweg konnte das Fraunhofer IIS hier immer wieder Fortschritte und Durchbrüche erzielen.« ■

Filme: www.fraunhofer.de/presse

Das hohe funktionale Potenzial flexibler Elektronik

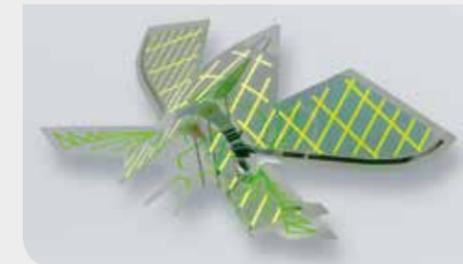
Ansprechpartnerinnen: Dr. Sandra Mehlhase, sandra.mehlhase@iap.fraunhofer.de, Ines Schedwill, ines.schedwill@fep.fraunhofer.de

Expertinnen und Experten der Fraunhofer-Institute für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP und für Angewandte Polymerforschung IAP bilden im »Insect Project« die Eigenschaften von Insekten technologisch nach.

So zielt die »Nachtfliege« ein leuchtendes Muster, für welches das Fraunhofer FEP OLEDs auf einem flexiblen Träger prozessierte und in einem zweiten Schritt durch einen Siebdruck grafisch veredelte. Durch einfaches Zusammenstecken mit einer weiteren Folie bildete sich der dreidimensionale Körper. Die geschwungene Form des Kopf- und

Flügelteils zeigt eindrucksvoll die Flexibilität der OLED. Zur elektrischen Kontaktierung sind extrem dünne Zuleitungen vorgesehen, die der Fliege gleichzeitig als Stützelement dienen. IAP-Forscher entwickelten im Projekt einen »Mondfalter«, einzigartig durch seine Faltung und Papierkaschierung. Durch das Papier leuchtet ein feines Muster wie Adern. Über das Insect Project wollen die Forschenden die Vorteile flexibler Elektronik kommunizieren und zu neuen Produktideen inspirieren. Das Projekt ist Teil der flex+ Open Innovation – gefördert durch das Programm »Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung BMBF.

Nachtfliege *Musca Noctua* mit transparenter Außenhaut, die metallisch glänzende anodische und kathodische Adern zeigt, dazu leuchtende OLED-Elemente. © Adrian Nießler / Pixelgarten



Industrie 4.0 erlaubt Blick in die Präzisionsblankpresse

Ansprechpartnerin: Susanne Krause M.A., susanne.krause@ipt.fraunhofer.de



Das Potenzial von Industrie 4.0 wird für die optische Industrie erschlossen. © Fraunhofer IPT

Produktionsabläufe der optischen Industrie sind bisher kaum digital erschlossen. Die Verknüpfung der Finite-Elemente-Simulationen der Prozesse und einer digitalen Prozess-Datenbank, entwickelt vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT, soll nun die Massenproduktion optischer Linsen optimieren. Basierend auf Echtzeitdaten ermöglicht dies erstmals den Blick in die Black Box der Präzisionsglaspresse. Diagramme der wichtigsten Prozessdaten zeigen schon während des laufenden Vorgangs, wo Kräfte wirken und wie sich die Temperatur in der Presse verändert.

Neu ist auch die Möglichkeit, alle Daten in einer gemeinsamen Datenbank systematisch zu erfassen und zu nutzen. Das schließt den Umformprozess ebenso ein wie den Werkzeugverschleiß und die Qualität der fertigen Optiken. Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und Bauteilqualität werden so schneller erkennbar. Diese Informationen können dann dazu dienen, Qualitätsmängel bereits während der Produktion festzustellen, zu eliminieren und Produktionszeiten zu verkürzen.



Hotelgebäude der Zukunft

Wie sieht das Hotelgebäude der Zukunft aus? Wie werden die Hotels der Zukunft geplant, gebaut und betrieben? Wie verändern sich Räume, deren Nutzung und Gestaltung?

Diese und weitere Fragen werden in der Studie »FutureHotel Building 2052. Visionen und Lösungen für das Hotelgebäude der Zukunft« untersucht. Sie bietet Investoren und Hoteliers sowie deren Planern und Beratern konkrete Hilfestellungen, um Entscheidungsprozesse zu erleichtern und eine langfristige Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.

FutureHotel Building 2052

Visionen und Lösungen für das Hotelgebäude der Zukunft
Vanessa Borkmann, Sascha Klein, Janina Lambertus

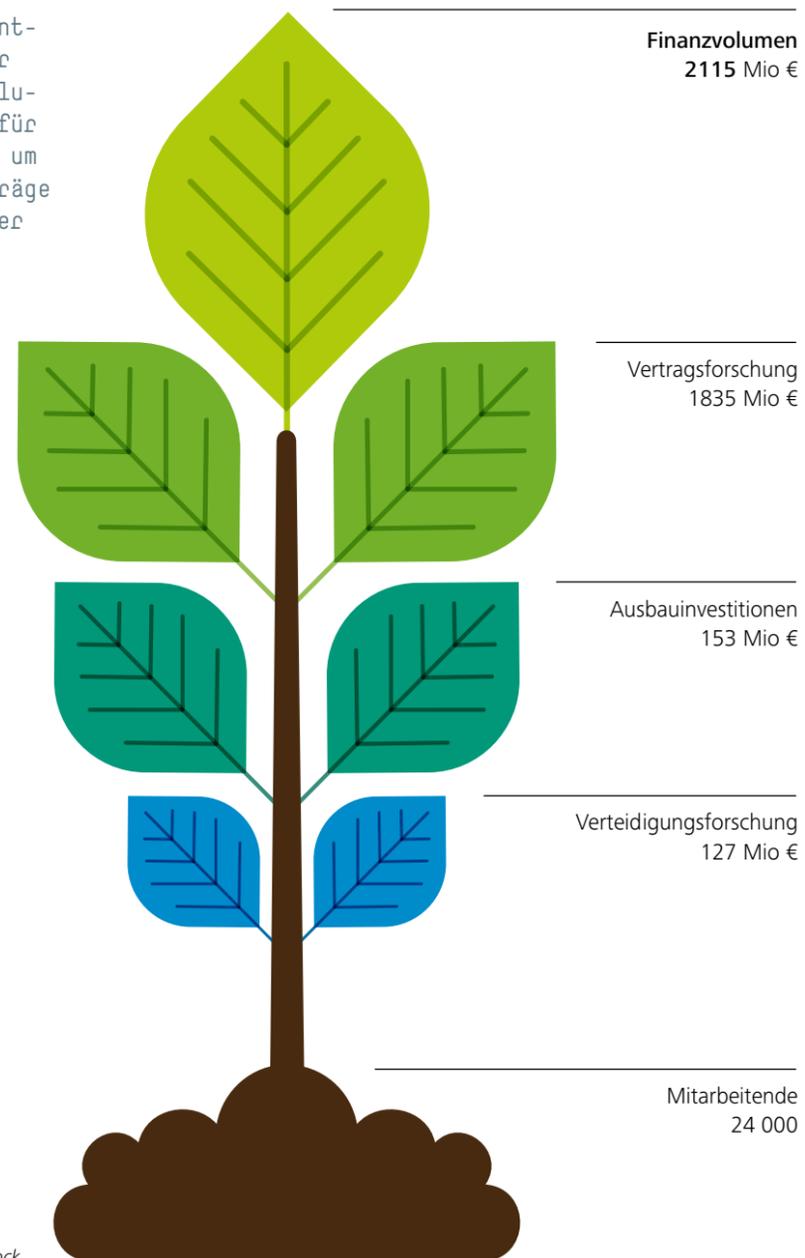
Hrsg.: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
2016, 144 S., zahlr. Abb. u. Tab., kartoniert

Fraunhofer Verlag
ISBN 978-3-8396-1004-6

Fraunhofer wächst kontinuierlich

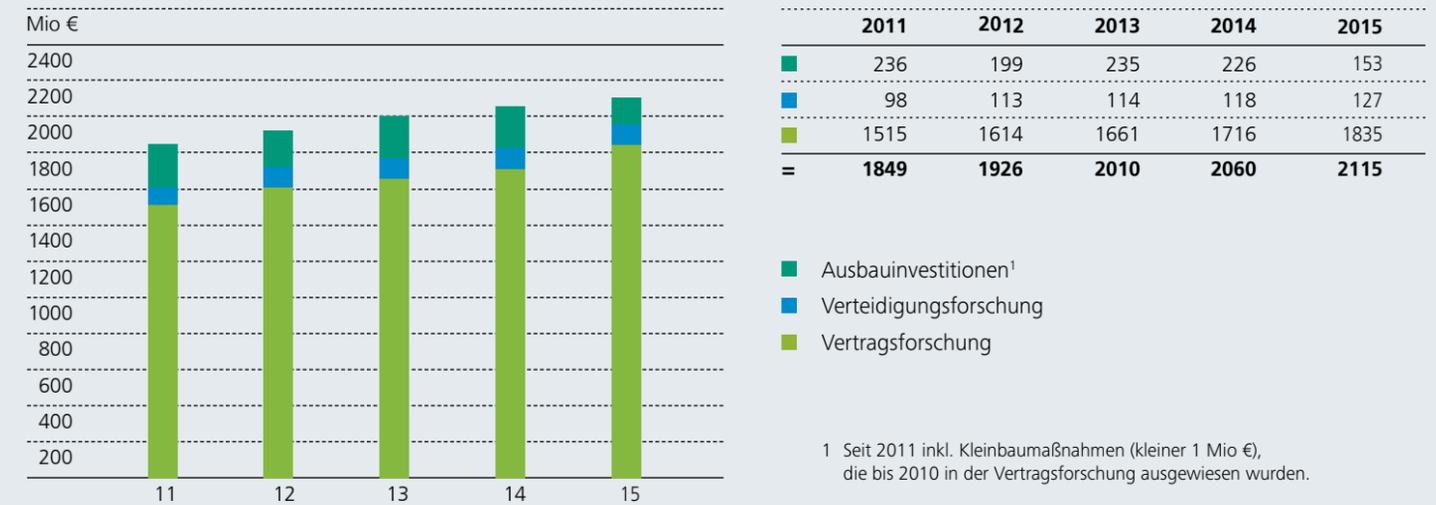
Bei der Jahrestagung in Essen veröffentlichte die Fraunhofer-Gesellschaft ihr Jahresergebnis für 2015: Das Finanzvolumen von Europas größter Organisation für anwendungsorientierte Forschung stieg um drei Prozent auf 2,115 Mrd €. Die Erträge aus der Industrie erhöhten sich um vier Prozent auf 641 Mio €.

Text: Tobias Steinhäuser



© iStock

Finanzvolumen der Fraunhofer-Gesellschaft 2011–2015



Die hohe Nachfrage von Wirtschaft und öffentlicher Hand nach Forschung und Entwicklung hält an. Davon profitiert die Fraunhofer-Gesellschaft. Ihr Finanzvolumen stieg 2015 gegenüber dem Vorjahr um drei Prozent auf 2,115 Mrd €.

Dabei entfielen 1,835 Mrd € auf die Vertragsforschung, 127 Mio € auf die Verteidigungsforschung und 153 Mio € auf die Ausbauinvestitionen. Die Zahl der Beschäftigten stieg im letzten Jahr um 1,3 Prozent auf knapp über 24 000.

»Alle Fraunhofer-Verbünde weisen eine ausgeglichene Entwicklung auf und haben so zum positiven Jahresergebnis 2015 beigetragen«, sagte Fraunhofer-Präsident Prof. Reimund Neugebauer bei der Bekanntgabe der Bilanz auf der Fraunhofer-Jahrestagung in Essen. »Damit haben sich die Institute hervorragend auf die 2016 startende Förderperiode des Pakts für Forschung und Innovation III eingestellt. Fraunhofer ist auch in Zukunft der Innovationspartner und Impulsgeber für Wissenschaft und Wirtschaft.«

Auftragsforschung für Industrie gestiegen

Über 70 Prozent der Vertragsforschung erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft durch Aufträge der Industrie und öffentlich finanzierte Forschungsprojekte. Diese Projekterträge sind um drei Prozent auf insgesamt 1,305 Mrd € gestiegen. Die Erträge aus der Industrie erhöhten sich dabei um vier Prozent auf 641 Mio €. Die Projektförderung von Bund und Ländern lag mit 441 Mio € auf Vorjahresniveau. Ebenso stabil blieb die Projektförderung der EU-Kommission mit 105 Mio €. Die sonstigen Erträge beliefen sich auf 118 Mio €. Aus der Grundfinanzierung von Bund und Ländern setzte

Fraunhofer rund 530 Mio € für die Vorlaufforschung ein. Die Verteidigungsforschung fasst die Forschungstätigkeiten von sieben Fraunhofer-Instituten im Forschungsfeld »Schutz und Sicherheit« zusammen. Der durch das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) finanzierte Haushalt erhöhte sich um acht Prozent auf 127 Mio €.

Fraunhofer investierte 2015 insgesamt 153 Mio € in Forschungsinfrastruktur, etwa ein Drittel weniger als im Vorjahr. Grund dafür ist der Übergang auf eine neue Förderperiode des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE): Während die Bauprojekte der auslaufenden Förderperiode 2015 bereits zum großen Teil abgeschlossen waren, befinden sich viele Bauprojekte der neuen Förderperiode noch im Planungsstatus.

Internationales Wachstum setzt sich fort

Die mit internationalen Partnern erwirtschafteten Auslandserträge stiegen um fünf Prozent auf 291 Mio € (ohne Lizenz-erträge). »Den größten Zuwachs verzeichneten Projekte mit Partnern aus der Schweiz und China«, berichtete Prof. Alfred Gossner, Vorstand Finanzen, Controlling, IT der Fraunhofer-Gesellschaft, in Essen.

506 Patente meldeten Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler im vergangenen Jahr an. Aus diesem Grund erhielt Fraunhofer 2015 zum dritten Mal in Folge die Auszeichnung »Top 100 Global Innovator« des Medienkonzerns Thomson Reuters – als einer von vier deutschen Vertretern. Einen neuen Höchstwert erreichten die Einnahmen aus Lizenzen mit 137 Mio €. ■

Neue Strategien gegen Tigermücken und Fruchtfliegen

Südamerika kämpft gegen Tigermücken, die Gelbfieber, Dengue-Fieber und das Zika-Virus übertragen. In Mitteleuropa rechnen Wein- und Obstbauern in diesem Jahr wieder mit massiven Ernteausschlägen durch Kirschessigfliegen. Da herkömmliche Methoden zunehmend versagen, entwickeln Forscherinnen und Forscher von Fraunhofer und der Justus-Liebig-Universität Gießen neue Strategien gegen Schadinsekten - frei von umweltschädlichen Giften und dazu noch artspezifisch.

Text: Christine Broll

Wenn Prof. Marc F. Schetelig Besucher durch seine Labors führt, öffnet er auch die Tür zur Klimakammer, in der bei 27 Grad Celsius und 80 Prozent Luftfeuchtigkeit Tausende von Tigermücken (*Aedes aegyptii*) in Netzkäfigen leben. »Die Weibchen füttern wir mit frischem Rinder- oder Schweineblut, das wir direkt vom Schlachter bekommen und auf die menschliche Körpertemperatur von 37 Grad erhitzen. Nur so ist gewährleistet, dass die Mücken Eier legen«, erklärt der Biologe. »Die Eier geben wir dann in Wasserschalen, wo die Larven schlüpfen und sich dann verpuppen.«

Schetelig ist Experte für die Sterile Insekten-Technik, kurz SIT, bei der durch die massenhafte Freisetzung steriler Männchen die Population von Schadinsekten dezimiert wird (siehe Kasten). Nachdem er auf diesem Gebiet mehrere Jahre in den USA geforscht hat, kam er 2013 ans Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und

angewandte Oekologie IME. Seine Forschungsgruppe gehört zu dem vom Land Hessen geförderten LOEWE Zentrum für Insektenbiotechnologie & Bioressourcen, an dem neben dem IME auch die Justus-Liebig-Universität Gießen und die Technische Hochschule Mittelhessen beteiligt sind. Dort entwickelt er Methoden, die die Effektivität der Sterilen Insekten-Technik steigern und einen Transfer der Technik auf weitere Schädlinge zulassen.

Genetische Schalter

Am weitesten gediehen sind seine Arbeiten mit der Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*), einer Fruchtfliegenart, die aus Südostasien stammt und sich weltweit ausbreitet. 2011 erreichte sie Deutschland, Österreich und die Schweiz. Die Weibchen ritzen mit ihrem Eiablageapparat kurz vor der Ernte reife Früchte an und legen ihre Eier in das Fruchtfleisch. Bereits am nächsten



Erwachsenes Männchen der Kirschessigfliege, *Drosophila suzukii*, mit den charakteristischen zwei schwarzen Punkten auf den Flügeln.
© Prof. Dr. Marc F. Schetelig

Sterile Insekten-Technik - Die Historie

Entwickelt wurde die SIT, die auch Sterile Männchentechnik genannt wird, in den späten 1930er-Jahren in den USA von Raymond C. Bushland und Edward F. Knipling zur Bekämpfung der Neuwelt-Schraubenwurmflye, die als Hautparasit Rinder, Schafe und auch den Menschen befällt. Dank SIT kommt dieser Schädling in den USA nicht mehr vor. In Sansibar gelang 1997 die Ausrottung der Tsetsefliege und damit der von ihr übertragenen Schlafkrankheit. Eines der weltweit größten, laufenden SIT-Programme gilt der Bekämpfung der Mittelmeer-Fruchtfliege, einem gefürchteten Schädling im Obst- und Gemüseanbau. Da die SIT ganz gezielt nur eine Insektenart bekämpft, ist sie schonend und umweltfreundlich.

Tag schlüpfen die Larven und beginnen, die Frucht von innen aufzufressen. Die Bauern sind hilflos, denn so kurz vor der Ernte dürfen sie ihre Kulturen in der Regel nicht mehr mit Insektiziden spritzen. Somit umgeht die Fliege auch wirksame Insektizide – und eine effektive Bekämpfungsstrategie ist nicht auf dem Markt.

Durch die kurzen Generationszeiten können sich die Fliegen rasant vermehren. Bereits 2014 sorgte die Kirschessigfliege in vielen Regionen Mitteleuropas für massive Ernteausschläge bei Kirschen, Himbeeren, Pflaumen und Trauben. Im Jahr 2015 kam es wegen des heißen, trockenen Sommers nicht zur befürchteten Massenvermehrung,

da die Fliegen gemäßigte Temperaturen und viel Feuchtigkeit brauchen. In diesem Jahr hat das regnerische Frühsommer-Wetter die Ausbreitung wieder begünstigt.

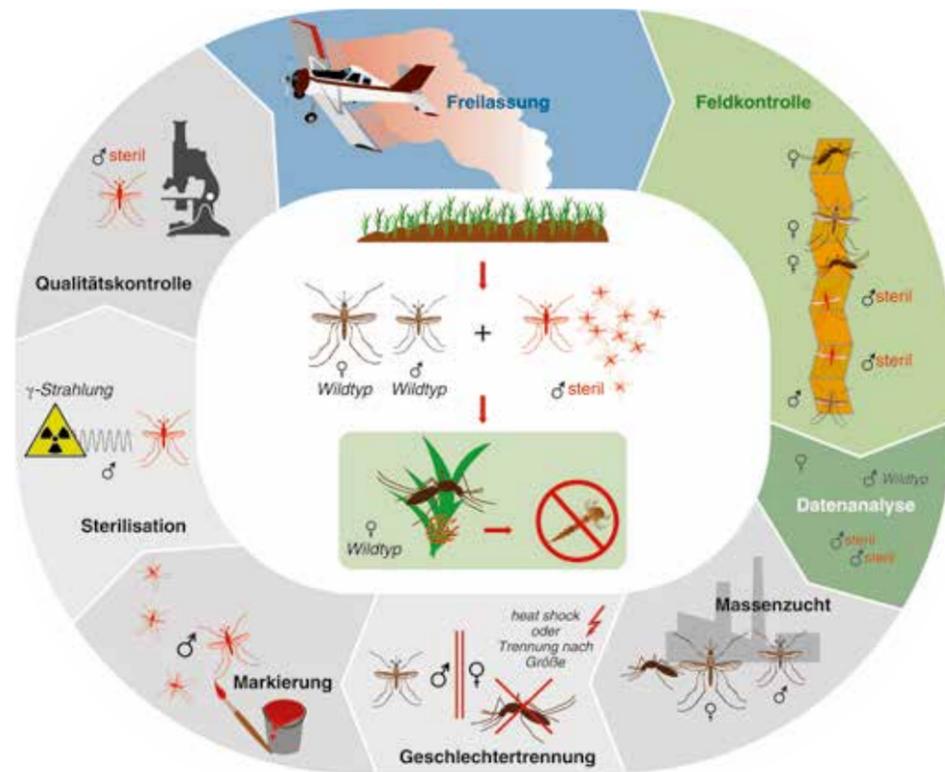
Die Kirschessigfliegen, die im Labor am IME gezüchtet werden, müssen auf saftige Früchte verzichten. Sie leben im Brutschrank in Plastikröhrchen auf einem breiigen Substrat. Mit gentechnischen Methoden sind sie auf ihren Einsatz in der SIT schon bestens vorbereitet.

Marc Schetelig hat ein genetisches System konstruiert, das bewirkt, dass die Nachkommen der Fliegen bereits im Embryonalstadium sterben.

Wenn sich männliche Fliegen, die dieses System tragen, mit den natürlich vorkommenden Weibchen paaren, schlüpfen aus den befruchteten Eiern keine Larven. Damit wird die Massenvermehrung gestoppt. Das genetische System enthält aber auch einen Schalter, mit dem sich das Programm ausschalten lässt. Dieser Schalter kann durch Füttern des Antibiotikums Tetracyclin umgelegt werden. Durch Tetracyclin-haltiges Futter ist somit die Zucht und Weitervermehrung des Fliegenstamms im Labor möglich. »Im Gegensatz zu den bisher verfügbaren Systemen benötigen wir für die erwachsenen Fliegen nur geringe Mengen des Antibiotikums. Bei der Aufzucht der Larven kommen wir ohne Tetracy-



Eine Schulklasse besichtigt die Moskitozucht von Prof. Schetelig in der Projektgruppe Bioressourcen des Fraunhofer IME in Gießen und beobachtet die Blutfütterung von *Aedes aegyptii* Weibchen.
© TECEImage

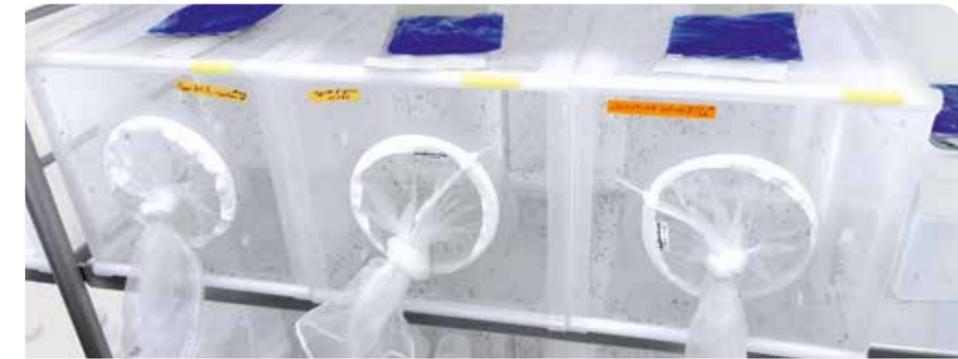


Sterile Insekten-Technik - Wie funktioniert's?

Ein riesiges Heer unfruchtbarer Insektenmännchen dient bei der Sterilen Insekten-Technik (SIT) als Waffe gegen die eigenen Artgenossen. Da die sterilen Männchen gegenüber ihren frei lebenden Geschlechts-genossen in massiver Überzahl sind, paaren sich die meisten Weibchen mit ihnen – bekommen danach aber keinen Nachwuchs. Hergestellt werden die unfruchtbaren Männchen in großen Anlagen, zum Beispiel in Guatemala oder in Spanien. Die Sterilisierung erfolgt klassischerweise durch radioaktive Bestrahlung. Von der Zuchtanlage geht es per Flugzeug ins Zielgebiet, wo Millionen von Tieren freigelassen werden.

© Erika Heil

zum Beispiel in Südamerika und ansatzweise in den USA. »Die Akzeptanz hängt entscheidend davon ab, wie groß die Bedrohung durch die Schädlinge ist«, meint der Forscher. »Wenn wir in Deutschland die gleichen Probleme mit dem Dengue-Fieber und dem Zika-Virus hätten wie in Brasilien, würden wir auch nach allen möglichen Lösungen suchen und diese evaluieren. Und da gehört die Sterile Insekten-Technik mit transgenen Mücken auf jeden Fall dazu.« ■



Die Tigermücken werden in Netzkäfigen gezüchtet.
© Dr. Irina Häcker (oben und links), Shutterstock (unten rechts)



klin aus. Somit gelangt kein Antibiotikum in die Umwelt«, sagt Schetelig.

Zur Erleichterung der Massenzucht verankert die Forschergruppe noch ein weiteres genetisches System im Erbgut. Es kann bewirken, dass alle Weibchen bereits im Embryonalstadium absterben. »Mit diesem Sexing-System können wir die Effektivität der Massenzucht deutlich steigern, da wir nur Männchen großziehen«, erklärt Marc Schetelig. Bei den meisten bisher üblichen Zuchtmethoden müssen die Weibchen vor der Massenfreisetzung teilweise manuell aussortiert werden. Um welche Mengen an Tieren es dabei geht, macht der Biologe an einem Beispiel deutlich: »Die weltweit größte Massenzuchtanlage in Guatemala stellt pro Woche vier Milliarden sterile Mittelmeerfruchtfliegen-Männchen her. Das sind rund 20 Tonnen Fliegen, die dann aus Flugzeugen freigelassen werden.«

Zurzeit evaluieren die Forscherinnen und Forscher, welche ihrer verschiedenen Drosophila-suzukii-Stämme am besten für die Massenzucht geeignet sind. Dabei arbeiten sie auch mit der

Internationalen Atomenergiebehörde IAEA zusammen. Die IAEA ist bereits seit über 60 Jahren in die Entwicklung der SIT involviert, da bei den klassischen Verfahren die Insektenmännchen durch radioaktive Strahlung sterilisiert werden.

Eindämmung von Dengue- und Zika-Virus als Ziel

Gleichzeitig implementiert das Team die bei der Kirschessigfliege entwickelten genetischen Systeme in Tigermücken, um sie mit der Sterilen Insekten-Technik bekämpfen zu können. Denn die Tigermücken können eine ganze Reihe gefährlicher Viren übertragen. Dazu gehören neben dem Dengue- und Zika-Virus auch das Gelbfieber-, Chikungunya- und Rifttal-Virus.

Das ursprünglich in den Tropen heimische Insekt breitet sich weltweit aus. In Italien hat sich eine verwandte Aedes-Art schon angesiedelt. Und es gibt bereits in der Nähe von Freiburg im Breisgau den ersten Nachweis von Tigermücken, die den deutschen Winter überstanden und dort sogar gebrütet haben.

Bei aller Hoffnung, die Schetelig in die neue Technologie setzt, hat er auch die Risiken der Freilassung transgener Insekten im Blick. In einem Projekt, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Emmy Noether-Programms gefördert wird, untersucht er zum Beispiel, wie stabil die fremden Gene in das Erbgut integriert sind und was passiert, wenn andere Tiere die genetisch veränderten Fliegen fressen. Dazu verfüttern die Wissenschaftler die Fliegen an Fische. Nach mehr als drei Jahren Testphase konnten sie keinen Transfer der genetischen Systeme auf die Fische nachweisen – auch nicht bei deren Nachkommen. Diese Ergebnisse bestätigen die Stabilität des genetischen Systems im Erbgut der Insekten, ist Schetelig überzeugt.

»Da wir die Männchen vor der Freilassung zusätzlich durch radioaktive Bestrahlung sterilisieren, wissen wir, dass sie sich nicht vermehren«, verdeutlicht der IME-Forscher. Mit einer großflächigen Anwendung der Technologie rechnet er am ehesten in Ländern, in denen bereits Regularien für die Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen bestehen, wie



Heute schon analysiert?

- Data Projekte schneller & besser realisieren? -

Mit professioneller Software!

Analytische Statistik- und Umfragerlösungen der asknet AG

- mit vielen Mehrwerten & Services zu Sonderkonditionen für Forschungseinrichtungen
- basierend auf der IBM SPSS Statistik- & Data Collection/UNICOM-Technologie
- zgl. kostenfreie Watson Analytics Professional SaaS-Lösung, kostenfreie Nutzung SPSS Research Community-Plattform, rabattierte Inhouse Schulungen, etc.

Kontaktieren Sie uns gerne:

Steffen Gruttke, Director New Sales Academics
Email: steffen.gruttke@asknet.de
Phone: +49 (0)721 96458-6352

Ab sofort bestellbar!

Über den mit IBM abgestimmten, neuen Rahmenvertrag für analytische Statistik- und Umfragerlösungen für Forschungseinrichtungen zu Sonderkonditionen

Weitere Infos und Inhalte für Sie unter:

<https://www.academic-center.de/Forschungsvertrag-Statistikprodukte>

Den Nanoteilchen auf der Spur

Bislang ist unklar, wie Nanomaterialien auf Menschen, Tiere und Pflanzen wirken. Die Teilchen sind so klein, dass es schwer ist, sie nachzuweisen. Die Partner im Projekt »NanoUmwelt« haben jetzt eine Methode entwickelt, die in Umweltproben schon Kleinstmengen aufspüren kann.

Text: Tobias Steinhäuser

Winzige Zwerge halten unsere Matratzen sauber, kitten Risse in unseren Zähnen, lassen das Ei in der Pfanne nicht anbrennen und machen unsere Lebensmittel haltbarer. Die Rede ist von Nanomaterialien. »Nano« kommt aus dem Griechischen und bedeutet Zwerg. Wenige Milliardenstel Meter klein sind die Partikel, die in einer Vielzahl von Konsumprodukten verarbeitet sind.

Bis heute ist jedoch weitgehend unbekannt, wie diese Materialien auf die Umwelt wirken und in welchen Mengen und Formen sie dort vorliegen. »Es gibt zwar zahlreiche Laborstudien, die den Effekt von Nanomaterialien auf menschliche und tierische Zellen untersucht haben. Bislang war es jedoch nicht möglich, die sehr kleinen Mengen in Umweltproben nachzuweisen«, sagt Dr. Yvonne Kohl vom Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT im saarländischen Sulzbach.

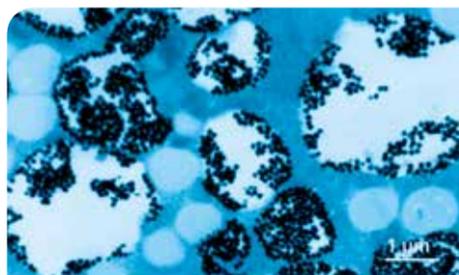
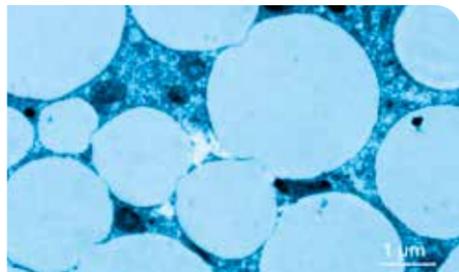
Interdisziplinäres Team

Genau das ist das Ziel des Projekts NanoUmwelt. Als ersten großen Meilenstein hat es das interdisziplinäre Team aus Öko- und Humantoxikologen, Physikern, Chemikern sowie Biologen geschafft, eine Methode zu entwickeln, die Nanomaterialien in unterschiedlichen Umweltproben wie Flusswasser, Tiergewebe oder menschlichem Urin und Blut in einem Konzentrationsbereich von Nanogramm pro Liter (ppb – parts per billion) nachweist. Das entspricht einem halben Zuckerwürfel im Wasservolumen von 1000 Sportschwimmbecken.

Der Ansatz basiert auf der Feldflussfraktionierung (FFF). Mit diesem Verfahren ist es möglich, Stoffgemische aus Flüssigkeiten und Partikeln in ihre Einzelteile aufzutrennen und dabei die festen Bestandteile nach ihrer Größe zu sortie-

ren. Das gelingt durch das Zusammenwirken eines kontrollierten Flüssigkeitsstroms und eines physikalischen Trennfelds, welches senkrecht auf eine fließende Suspension wirkt.

Nanomaterialien können über verschiedene Pfade, unter anderem über das Abwasser, in die Umwelt gelangen. Sie werden vermutlich über biologische Barrieren wie Lunge oder Darm von Mensch und Tier aufgenommen. Die Partner konnten in der ersten Phase von NanoUmwelt verschiedene Zellkulturmodelle für den Transport von Nanomaterialien über biologische Barrieren entwickeln. Im nächsten Schritt sollen mit der Methode Konzentrationen von Nanopartikeln in verschiedenen Umweltproben gemessen und die ermittelten Werte analysiert werden, um so das Verhalten der Nanomaterialien in der Umwelt und deren potenzielle Gefahr für Mensch, Tier und Umwelt besser abschätzen zu können. ■



Mikroskopische Aufnahme einer menschlichen Stammzelle, in eine Fettzelle differenziert: oben unbehandelt, unten mit Gold-Nanopartikeln. Die Teilchen reichern sich in den Fetttropfen der Zelle an. © Fraunhofer IBMT

NanoUmwelt

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF im Rahmen des NanoCare-Programms mit 1,8 Millionen Euro gefördert. Unter der Leitung der Postnova Analytics GmbH haben sich zehn Partner zusammengefunden: Fraunhofer-Institute für Biomedizinische Technik IBMT und für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME, Umweltbundesamt, Empa (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt), PlasmaChem GmbH, Senova Gesellschaft für Biowissenschaft und Technik mbH, Forschungszentrum für Medizintechnik und Biotechnologie Fzmb GmbH, Universitäten Trier und Frankfurt sowie Rheingüttestation Worms.

www.nanopartikel.info/projekte/laufende-projekte/nanoumwelt

© shutterstock

Intelligenter Monitor wacht auf Intensivstationen



Paul Chojecki, Wissenschaftler aus der Abteilung »Vision & Imaging Technology« am Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI, in Berlin.
© Fraunhofer HHI

Das Leitwarte-Projekt

Der Proxemic Monitor wird im Projekt »Leitwarte« entwickelt. Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie BMWi geförderte Verbundprojekt läuft noch bis Februar 2017. Die Partner: cubeoffice GmbH, G.punkt medical services Magdeburg, Dr. Hornecker Software-Entwicklung und IT-Dienstleistungen, Yacoub Automation GmbH, Universitätsklinikum Aachen, Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI.



Im Proxemic Monitor laufen alle Vitaldaten eines Patienten zusammen.
© Fraunhofer HHI

Auf Intensivstationen zählt jede Sekunde. Ärzte und Pfleger müssen in Notfällen rasch die richtigen Entscheidungen treffen. Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher haben im Projekt Leitwarte einen intelligenten Monitor entwickelt, der die Abläufe im sensibelsten Bereich eines Krankenhauses optimiert. Paul Chojecki erklärt, wie er funktioniert.

Interview: Tobias Steinhäuser

Was sind die besonderen Herausforderungen auf Intensivstationen?

Die Ärztinnen und Ärzte müssen aus einer Vielzahl von digitalen Anzeigen und Bildschirmen rasch die wichtigsten Informationen herausfiltern. Es ist nicht einfach, hier in hektischen Situationen den Überblick zu behalten.

Wie unterstützt Ihr intelligenter Monitor die Ärzte?

Er zeigt ihnen schnell das Wichtigste zu den Vitaldaten der Intensivpatienten an. Der Bildschirm hat Schnittstellen zu den medizinischen Geräten im Raum sowie zu den Informationssys-

temen im Krankenhaus und lässt sich mit Gesten und Sprachbefehlen steuern. Seine Grafik passt sich der Entfernung an, aus der man ihn betrachtet. Von der Tür aus sieht der Arzt die Daten entsprechend groß. Geht er näher ran, zeigt der Bildschirm Detailinformationen an.

Was sind weitere Vorteile?

Das System wertet die Daten der medizinischen Geräte anhand des intelligenten Alarmierungskonzepts des Projektpartners, des Universitätsklinikums Aachen, Sektion Medizintechnik, aus. Das vermeidet Fehlalarme. Ein großer Vorteil liegt in der Gestensteuerung: Arzt, Krankenschwester oder Pfleger müssen die Geräte nicht

direkt berühren. Das Übertragen von Erregern ist in Krankenhäusern und insbesondere auf Intensivstationen immer noch ein Problem. Manchmal wird die obligatorische Händedesinfektion vergessen – und so werden Viren sowie Bakterien von Zimmer zu Zimmer geschleppt.

Welche Technologie steckt in Ihrer Innovation?

Drei verschiedene 3D-Kameras und ein Mikrofon tasten den Raum vor dem Monitor ab. Unsere Software analysiert anhand der Videodaten, ob sich Personen im Raum befinden, wie weit diese vom Bildschirm entfernt sind und welche Bewegungen sie machen. Abhängig von der Entfernung der Nutzer verändern sich Anzeige und Funktionalität des Monitors. Das Programm erfasst berührungslos Abstände sowie Bewegungen der Nutzer, interpretiert sie und wandelt sie in Befehle für gängige Betriebssysteme um. Die Benutzeroberfläche ist webbasiert programmiert und damit auch für mobile Monitore wie Tablets geeignet. ■

Schaufenster für die Rotorblattfertigung



Austauschbare Prozessköpfe machen das Fertigungsportal so flexibel: Hier leistet ein Fräskopf die Grobarbeit.
© Harry Zier/Fraunhofer IWES

Rotorblätter messen heute mehr als 80 Meter und sind bis zu 35 Tonnen schwer. © shutterstock



Im BladeMaker-Demonstrationszentrum können bis zu acht Prozessschritte an einem Fertigungsplatz maschinell erfolgen. Aus den aufgestapelten Blöcken entsteht eine Rotorblatt-Bauform. © Harry Zier/Fraunhofer IWES

Bisher werden die Rotorblätter für Windenergieanlagen weitgehend per Hand hergestellt. Im neuen Fertigungszentrum BladeMaker testen Forscherinnen und Forscher innovative Produktionsverfahren.

Text: Frank Grotelüschen

Ruckartig, aber rhythmisch bewegt sich der Roboterarm über den Leichtbau-Kunststoff und fräst entlang der Portalschiene eine sachte Rundung hinein. Parallel dazu macht sich ein zweiter Arm am anderen Ende des langen Werkstücks zu schaffen. Im Projekt »BladeMaker« untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik die effiziente und kostengünstige Fertigung von Rotorblättern.

Das Ziel: die Fertigungskosten um zehn Prozent reduzieren – bei einem Stückpreis von derzeit rund 400 000 Euro eine beträchtliche Summe. »Wir rechnen damit, dass wir solche Techniken in zwei bis fünf Jahren in den Werkshallen sehen werden«, so IWES-Projektleiter Roman Braun. »Das könnte erheblich dazu beitragen, dass die europäische Rotorblattfertigung auch in Zukunft konkurrenzfähig bleibt.« Zwar hat sich die Windenergiebranche mittlerweile zu einem ausgewachsenen Industriezweig entwickelt, doch die Produktion der hauptsächlich aus glasfaserverstärktem Kunststoff bestehenden Rotorblätter erfolgt bislang noch weitgehend manuell – vom Zuschnitt der Faserplatten und ihrer Positionierung in der Bauform über das Aufbringen des Kunstharzes bis zum abschließenden Schleifen und Lackieren. »In einem großen Rotorblatt stecken rund 1000 Stunden Handarbeit«, erläutert Niels Ludwig, technischer Leiter des Rotorblattherstellers Sinoi. Die größten Blätter messen heute mehr als 80 Meter und sind bis zu 35 Tonnen schwer – wobei der Trend sogar zu noch größeren Komponenten geht.

Acht Fertigungsschritte, ein Arbeitsplatz

Um auszuloten, inwieweit sich die Herstellung industrieller organisieren lässt, hat das IWES in einer ehemaligen Werfthalle in Bremerhaven das BladeMaker-Fertigungszentrum aufgebaut. Dessen Kernstück: ein Portalsystem mit zwei Brücken, die auf Schienen hin- und herfahren. An jeder Portalbrücke ist ein Prozesskopf

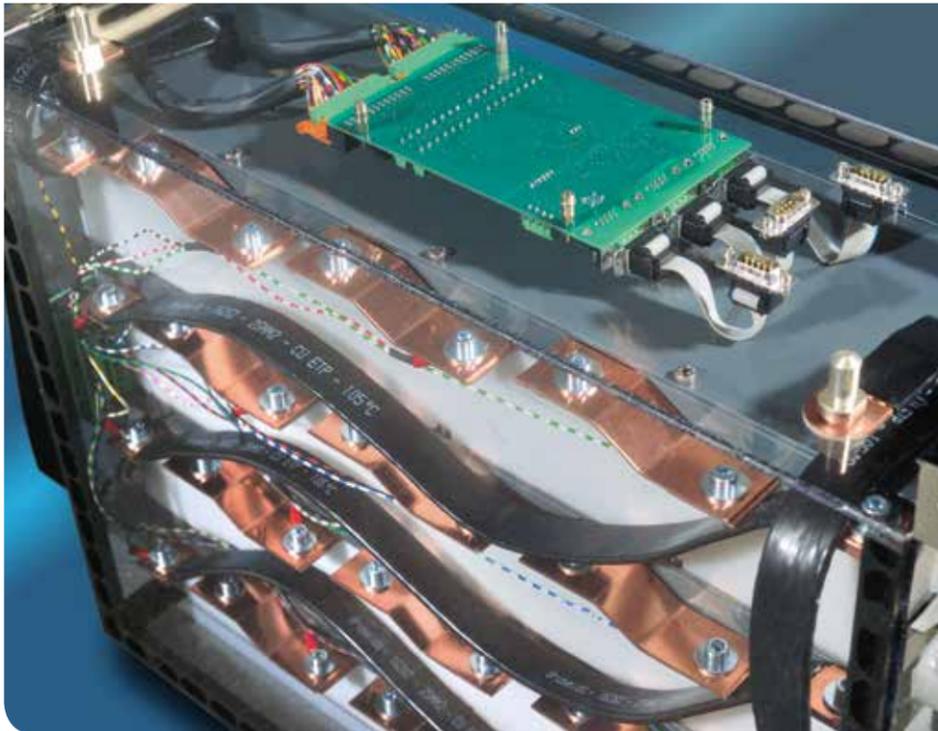
befestigt, den eine ausgefeilte Mechanik in jede gewünschte Position bringen kann. Der L-förmige Aufbau der beiden Portalsysteme bietet zwei entscheidende Vorteile: einfaches Be- und Entladen von der Seite ist möglich, und die Leichtbauportale vereinen die Genauigkeit einer Fräsmaschine mit einer Tragfähigkeit bis zu 400 Kilogramm. »Insgesamt beherrscht die Anlage acht verschiedene Fertigungsschritte, die bislang in der Industrie manuell erledigt werden«, erklärt Braun. »Mit all diesen Funktionen kann sie den Menschen dabei unterstützen, Rotorblätter herzustellen, und zwar schnell, präzise und in konstanter Qualität.«

Geringe Stückzahl pro Rotorblattdesign

Was im Automobilbau längst Realität ist, hält aufgrund der geringen Stückzahlen pro Fertigungseinheit, der Maße und des hohen Gewichts der Blätter bisher erst zögerlich Einzug in die Windenergie. Denn auch die Randbedingungen für die Fertigung müssen stimmen: Im Projekt BladeMaker werden daher auch das Blattdesign für diese Produktionsbedingungen optimiert, neue Materialien eingesetzt und innovative Technologien ausgetestet.

2017 wollen die Fachleute ein 18 Meter langes Rotorblattsegment auf dem Portalsystem herstellen – Nagelprobe für das System und zugleich Abschluss des Verbundforschungsprojekts. »Außerdem bieten wir der Industrie die Möglichkeit, hier in Bremerhaven mit eigenen Materialien und eigener Produktionsausrüstung zu experimentieren.« An BladeMaker beteiligen sich insgesamt 16 Kooperationspartner, darunter Siemens, BASF und der Hersteller Sinoi. »Wir sehen die Einrichtung als Spielfeld, auf dem wir neue Ideen ausprobieren können, um sie dann auf unsere Produktion zu übertragen«, so Niels Ludwig. »Unter anderem wollen wir testen, wie man die Glasfaserplatten automatisiert in die Form legen kann und wie sich das Rotorblatt automatisch von Klebstoffresten befreien lässt.« ■

Batterien - der Schlüssel zur Elektromobilität



Mit dem Verfahren zum Laserstrahlschweißen mit örtlicher Leistungsmodulation hat das Fraunhofer ILT einen serientauglichen Prozess für den Aufbau von Batteriepacks entwickelt.
© Fraunhofer ILT, Aachen



Kontaktierung von Batteriezellen Typ 18650 mittels Laserbonden. © Fraunhofer ILT

Batterien sind eine große Herausforderung für die Forschung. Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler arbeiten an neuen Technologien für Akkus made in Germany.

Text: Monika Weiner

Fraunhofer-Allianz Batterien

20 Fraunhofer-Institute entwickeln zusammen neue technische Lösungen für Herstellung, Management und Recycling von Batterien und Akkumulatoren:

- Fraunhofer-Institut für
- Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut EMI
 - Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP
 - Chemische Technologie ICT
 - Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM
 - Integrierte Schaltungen IIS
 - Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB
 - Keramische Technologien und Systeme IKTS
 - Lasertechnik ILT
 - Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS
 - Produktionstechnik und Automatisierung IPA
 - Silicatforschung ISC
 - Solare Energiesysteme ISE
 - System- und Innovationsforschung ISI
 - Siliziumtechnologie ISIT
 - Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
 - Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI
 - Windenergie und Energiesystemtechnik IWES
 - Werkstoffmechanik IWM
 - Werkstoff- und Strahltechnik IWS
 - Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

Mobil sein, ohne die Umwelt zu belasten? Elektroautos machen's möglich. Sie sind leise, erzeugen keine klimaschädlichen Abgase und verbrauchen – wenn sie mit Strom aus regenerativen Quellen betankt werden – keine fossilen Rohstoffe. Eine weltweite Umstellung aller Fahrzeuge auf Elektroantrieb würde der Menschheit daher nicht nur saubere Luft beschermen, sondern auch helfen, den Klimawandel zu stoppen und Öl- sowie Gasvorräte zu schonen. Klingt traumhaft. Aber ist ein kompletter Umstieg überhaupt durchführbar? Und wenn ja: Wie lange würde er dauern?

Forscherinnen und Forscher vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI in Karlsruhe sind diesen Fragen auf den Grund gegangen. Ergebnis: Eine global elektrifizierte Mobilität lässt sich durchaus erreichen und das sogar relativ bald. Zwischen 2030 und 2050 könnte eine vollständige Umstellung bei Pkw auf E-Motoren gelingen. Unabdingbare Vor-

aussetzung sind aber neue, leistungsfähige und preisgünstige Stromspeicher: Die Energiedichte der Batterien und damit auch die Reichweite der Fahrzeuge müssten steigen, die Ladezeiten verkürzt werden. Mit den derzeit gängigen Lithium-Ionen-Akkus lässt sich dieses Ziel nur erreichen, wenn die Technik deutliche Fortschritte macht, so das Fazit der Studie. Parallel arbeitet Fraunhofer mit Wirtschaftspartnern daran, dass alternative Technologien wie Lithium-Schwefel- oder Feststoffbatterien in naher Zukunft im großen Maßstab zur Verfügung stehen.

Im Moment führt allerdings kein Weg an Lithium-Ionen-Akkus vorbei, und die müssen deutlich leistungsfähiger werden. Die Zeit drängt: Bis 2020 sollen nach dem Willen der Bundesregierung eine Million Pkw mit Elektromotoren auf Deutschlands Straßen unterwegs sein. »Die Qualität der Batterien entscheidet über den Erfolg der Elektromobilität. Dies ist eine große Herausforderung für die Forschung«,

erklärt Dr. Kai-Christian Möller, Stellvertretender Sprecher der Fraunhofer-Allianz Batterien.

Von der Massenware zum Qualitätsprodukt

Noch sind Lithium-Ionen-Akkus billige Massenware. Milliarden davon werden in Japan, Korea oder China produziert und vor allem in Handys, Laptops und Tablets eingebaut. Lithium-Ionen-Akkus made in Germany – gibt es nicht. Deutschland ist nicht konkurrenzfähig. Bisher zumindest. Doch das kann sich ändern – dank der zunehmenden Nachfrage nach hochwertigen Akkus für Elektroautos. Vertreter führender deutscher Automobilbauer, Zulieferfirmen und Forschungseinrichtungen, die in der »Nationalen Plattform Elektromobilität« zusammenarbeiten, prognostizieren in den nächsten zehn Jahren eine Verdoppelung des Bedarfs an Energiespeichern für Elektrofahrzeuge. Ein Land wie Deutschland, in dem viele Maschinen- und

AcademiaNet

exzellente Wissenschaftlerinnen im Blick

Das Projekt

AcademiaNet ist eine Datenbank mit Profilen von über 2.100 exzellenter Forscherinnen aus allen Fachdisziplinen.

Unser Ziel

Frauen sind in wissenschaftlichen Führungspositionen unterrepräsentiert. Wir wollen Ihnen mit unserem Rechercheportal die Besetzung von Führungspositionen und Gremien mit Wissenschaftlerinnen erleichtern.

Die Partner

Robert Bosch Stiftung
nature Spektrum
der Wissenschaft

Sie wollen mehr erfahren?

www.academia-net.de



Elektrodenherstellung im Beschichtungstechnikum des Fraunhofer ISIT.
© Fraunhofer ISIT



Anlagenbauer sowie exzellente Forschungseinrichtungen beheimatet sind, habe durchaus eine Chance, sich einen Marktanteil zu sichern.

Doch wie macht man Billiganbietern aus Fernost Konkurrenz? Die Mitglieder der »Nationalen Plattform Elektromobilität«, zu denen auch Fraunhofer-Institute gehören, haben eine Roadmap erarbeitet: Zunächst soll die Industrie einen neuen Anlauf starten, die Zellproduktion in Deutschland voranzutreiben. Im Jahre 2020, wenn die Nachfrage an Elektroautos steigt, könnte dann die nächste Generation von leistungsfähigen, schnell aufladbaren und langlebigen Batterien marktreif sein. Um die technischen Voraussetzungen für den großen Sprint zu schaffen, analysieren Fraunhofer-Forscher die verschiedenen Produktionsschritte von der Elektrode über die einzelne Zelle bis hin zum fertigen Modul und entwickeln neue Lösungen, welche die Herstellung schneller, kostengünstiger und ressourcenschonender machen. »Keine

leichte Aufgabe, denn es gibt mehr als hundert verschiedene Parameter, die sich auf die Haltbarkeit und Leistungsfähigkeit auswirken«, erklärt Möller.

Beispiel Elektrodenherstellung: Die leitfähigen Folien werden großtechnisch hergestellt. Dabei läuft die hauchdünne Kupfer- oder Aluminiumfolie mit 20 bis 50 Metern pro Minute zuerst durch eine Beschichtungsanlage und anschließend durch eine Trocknungskammer, in der das Lösungsmittel verdunstet. Winzige Details – etwa die Geschwindigkeit des Förderbands oder die Temperaturverteilung in der Kammer – entscheiden über die Qualität der Beschichtung, der fertigen Elektrode und letztendlich des Akkus. In einem Forschungsprojekt haben Expertinnen und Experten vom Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT und des Fraunhofer-Instituts für Keramische Technologien und Systeme IKTS jetzt untersucht, wie sich der Trocknungsvorgang optimieren lässt: Statt die beschichtete Folie durch

beheizte Durchlauföfen zu schicken, setzen die Ingenieure energieeffiziente Dioden- und Faserlaser ein. Damit kommt der Trocknungsprozess etwa mit der Hälfte der sonst beim Durchlauföfen notwendigen Energie aus. Auch das Zuschneiden der Elektroden lässt sich deutlich beschleunigen. Forscher vom Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS haben ein Verfahren entwickelt, das sich direkt in den Fertigungsprozess integrieren lässt: Sobald die beschichtete Folie aus der Trocknungskammer herausläuft, schneidet ein Laser berührungslos die gewünschte Elektrodengeometrie heraus.

Dies kann so schnell erfolgen, dass selbst für große Zellformate Prozesszeiten von unter einer Sekunde pro Zuschnitt möglich sind – und das bei laufendem Förderband. Der Laser schneidet ohne jeden Werkzeugverschleiß und erreicht bei jeder einzelnen Elektrode eine sehr gute Schnittkantenqualität.

Im nächsten Prozessschritt werden Elektrodenstapel aufgewickelt und ihre Stromabnehmer verschweißt. Das komplette Paket wird dann zusammen mit der Elektrolytflüssigkeit in Hüllen verpackt und verschlossen. Die fertigen Zellen lassen sich nun zu kleinen Modulen oder auch großen Packs zusammenschweißen. Die Verbindungen müssen sehr stabil sein, wenn die Akkus in Elektroautos eingesetzt werden sollen, die auch mal über einen Feldweg holpern. Die Ingenieure am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT können die Kupferkontakte mit Laserlicht energiesparend verbinden. Dies sichert eine hohe Qualität der Kontakte, spart Zeit und schon die Akkus, weil die hitzeempfindlichen Zellen nicht erwärmt werden.

Damit der fertige Akku optimale Leistung erbringt, brauchen die Zellen eine elektronische Überwachung und Steuerung. Ein kleines und leichtes Batterie-Management-System, das die Experten am Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB in einem EU-Projekt entwickelt haben, sorgt dafür, dass alle Zellen immer optimal geladen und Spannungen nicht über- oder unterschritten werden. Außerdem schützt das Management-System vor Überhitzung und gleicht aus, wenn eine Zelle schwach wird. »Die verschiedenen Forschungsaktivitäten der Institute schaffen die Basis für eine hochqualitative Fertigung von Lithium-Ionen-Akkumulatoren, die von der Industrie in den nächsten Jahrzehnten benötigt werden«, resümiert Möller. ■



Im Grenzbereich der Physik

Am Fraunhofer IOF in Jena werden Spiegelschichten mit atomarer Präzision hergestellt. © Jan-Peter Kasper/Fraunhofer IOF

Mit jeder neuen Chipgeneration steigt die Integrationsdichte elektronischer Schaltkreise. Um noch kleinere Schaltungsstrukturen auf den Chipwafern zu erzeugen, untersuchen zwei Fraunhofer-Institute Optiken und Strahlquellen für Lithographieverfahren mit Lichtwellen im extremen ultravioletten Bereich.

Text: Andreas Beuthner

Bei der Herstellung elektronischer Schaltkreise geht es darum, entweder mehr Transistoren auf einem Chip unterzubringen oder gleich viele Schalteinheiten auf einer kleineren Chipfläche zu packen. Dahinter steckt in vielerlei Hinsicht eine erstaunliche Entwicklung. Indem sie die Strukturgrößen und Abstände der Transistoren auf den Siliziumwafern immer weiter verkleinern und damit mehr Funktionen je Quadratmillimeter Chipfläche zur Verfügung stellen konnte, war es der Halbleiterindustrie bislang immer gelungen, etwa alle zwei Jahre die Computerleistung ihrer Speicherchips und Mikroprozessoren zu verdoppeln. Aktueller Stand in der Serienfertigung der großen Chiphersteller: Über acht Milliarden Transistoren, die mit herkömmlicher Fotolithographie in einem 14-Nanometer-Prozess – ein Nanometer (nm) ist ein Millionstel Millimeter – auf einem fingernagelgroßen Siliziumplättchen aufgebracht werden.

Doch es geht noch kleiner. Um den nächsten Miniaturisierungsschritt in der Chipfertigung zu erreichen, sind neue Belichtungsmaschinen –

Waferstepper – mit einer neuartigen Optik für kürzere Wellenlängen nötig. Während bislang die genannten Strukturgrößen von etwa 14 nm bei der etablierten Belichtung mit 193 nm Wellenlänge als Maximum galten, erreichen Strahlungsquellen auf Basis der Extrem-Ultraviolett-Lithografie (EUVL) neue Dimensionen. »Wir arbeiten mit extrem kurzwelligem Licht an der Grenze zur Röntgenstrahlung«, sagt Dr. Klaus Bergmann, Gruppenleiter EUV-Technik am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen.

Wenige Atome dicke Schaltungsstrukturen

EUV-Stepper der ersten Generation sind bereits aus den Testlabors der Halbleiterindustrie in die kommerzielle Anwendung umgezogen. Dabei handelt es sich um Geräte, deren EUV-Licht eine Wellenlänge von 13,5 nm besitzt. Die Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler öffnen die Türen aber bereits für den nächsten Schritt: die Technologie für Strahlung

von etwa 6,7 nm Wellenlänge. Die Umsetzung dieser Technologie erfordert völlig neue Ansätze, sowohl für die Quellen als auch für die Optiken: »Das Ziel sind Schaltungsstrukturen mit der Dicke von wenigen Atomen«, betont Prof. Dr. Norbert Kaiser, Abteilungsleiter Optische Schichten am Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF.

Entsprechend groß sind die Herausforderungen bei extrem kurzwelligen Strahlungsquellen. Das Licht lässt sich nicht mehr mit Linsen bündeln, sondern benötigt hauchdünne und äußerst präzise verarbeitete Spiegeloptiken, um das Schaltungsdesign auf den Fotolack des Wafers zu werfen. Eine weitere Hürde ist die geringe Reflektionsfähigkeit der EUV-Reflektoren. Ein Schwerpunkt am IOF in Jena liegt daher darin, den Gesamtwirkungsgrad der aus mehreren Präzisionsspiegeln bestehenden EUV-Belichtungssysteme zu erhöhen. Daher entwickeln die IOF-Experten zurzeit spezielle Spiegelsysteme aus Lanthan- und Borverbindungen, die einen noch höheren Wirkungsgrad in Aussicht stellen. ■

Sensoren für heiße Einsätze

Elektronische Sensoren dringen in immer mehr Lebensbereiche vor. Unter der Haut messen sie den Blutzuckergehalt, auf fernen Kometen die Bodenfeuchtigkeit. Doch überall dort, wo es heißer als 150 Grad Celsius ist, versagten sie bisher. Ein Fraunhofer-Team entwickelte im Projekt »HOT 300« mikroelektronische Bauteile, die bei bis zu 300 Grad zuverlässig arbeiten - und damit in Bohrköpfen, Motoren und bei Industrieprozessen Daten sammeln können.

Text: Christine Broll



Leckströme zu unterdrücken. Die Schäden, die durch die unterschiedliche thermische Ausdehnung der Materialien entstehen, konnten durch verschiedene Maßnahmen vermieden werden. Am Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM erprobte ein Team zum Beispiel neue Verfahren zur Metallisierung von Vorder- und Rückseiten von Wafern und neue Verbindungstechniken von Chip, Substrat und Umhüllung. Statt des herkömmlichen Lots oder Klebers wurden neue Verbindungsverfahren eingesetzt sowie die zugehörigen Designregeln und Modelle verifiziert.

Hitzestabiles Gehäuse

Einen wichtigen Beitrag zur Hitzestabilität leistet das Gehäuse aus Polymerkeramik, das am Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS entwickelt wurde. Es ist wesentlich stabiler als die üblichen Gehäuse aus einfachem schwarzem Kunststoff. Begleitet wurde der gesamte Entwicklungsprozess durch umfangreiche Messungen am Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS. Hier wurden Fehleranalysen gemacht und

Zuverlässigkeitsmodelle aufgestellt. Nach drei Jahren intensiver Arbeit waren die beiden im Projekt entwickelten Demonstratoren bei 300 Grad einsatzbereit: ein Analog-Digital-Wandler, der analoge Sensorsignale in digitale Werte überträgt, und ein kapazitiver Sensor, der je nach Auslegung entweder Ultraschall detektiert oder Druck misst.

Überwältigende Resonanz

Vom großen Interesse der Industrie ist Projektleiter Holger Vogt begeistert: »Über 60 Industrievertreter kamen zum Abschlusstreffen des Projekts nach Duisburg, die meisten aus dem Bereich Automotive«, berichtet er. Und auch in der Scientific Community konnte sich Fraunhofer mit HOT 300 einen Namen machen. »Wir sind zur HiTEC 2016, der weltgrößten Konferenz für Hochtemperaturelektronik, in die USA eingeladen worden«, ergänzt Vogt. Dort stellte Holger Kappert, Leiter des Geschäftsbereichs Hochtemperaturelektronik am IMS, im Mai das Projekt vor. Zurzeit laufen vielversprechende Gespräche für weitere Projekte. Der Roboter im Technikum des ENAS wird noch viele neu entwickelte Bauteile in den heißen Ofen schieben müssen. ■

Behutsam öffnet sich die Tür der Minus-40-Grad-Box, während der Roboterarm das Magazin mit den Leiterplatten ergreift und in die Box stellt. Zwanzig Minuten müssen die mikroelektronischen Bauteile in der eisigen Kälte ausharren, ehe sie vom Roboter in den Heizofen bei 450 Grad Celsius verfrachtet werden. Nach 20 Minuten in glühender Hitze geht es wieder zurück in die Kälte. Und das 500 Mal, insgesamt 13 Tage lang.

Die Bedingungen, unter denen Sensoren am Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS in Chemnitz getestet werden, sind extrem. »Herkömmliche Sensoren wären nach dieser Behandlung zerstört«, erklärt Ralf Döring, Projektverantwortlicher am Micro Material Center des ENAS. Da sich die verschiedenen Materialien des Bauteils in der Hitze unterschiedlich ausdehnen, bekommt das Gehäuse Risse, Feuchtigkeit dringt ein, und schließlich korrodiert die Elektronik.

Auch konventionelle Halbleiterchips würden bei hohen Temperaturen nicht mehr richtig funktionieren. Denn sobald sie erhitzt werden, entstehen im Silizium Leckströme. Ab 190 Grad werden diese so stark, dass sie die Signalströme überlagern.

Für Bohrköpfe und Motoren

Schon lange wünschen sich Anwender aus der Industrie Mikrochips, die sich auch in heißen Umgebungen einsetzen lassen. »Der Anstoß zum Projekt HOT 300 kam von Industriefirmen, die Bohrköpfe für die Erdölexploration und für geothermische Untersuchungen herstellen«, berichtet Projektleiter Prof. Holger Vogt vom Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS in Duisburg. »Um die Bohrköpfe zu steuern und bereits während der Bohrung Messungen zu machen, sollen sie mit Elektronik ausgestattet werden.«

Prinzipiell ist die Hochtemperaturelektronik überall dort gefragt, wo es heiß hergeht, zum Beispiel bei der Überwachung und Steuerung von Industrieprozessen. Ein großer Markt wäre die motornaher Elektronik in Kraftfahrzeugen. Als zukünftigen Anwendungsbereich sieht Prof. Vogt die Leistungselektronik, mit der auf kleinstem Raum hohe elektrische Leistung geschaltet wird – zum Beispiel, wenn der im niedrigen Voltbereich liegende Solarstrom auf höhere Voltzahlen umgespannt werden muss.

Neue Produktionsprozesse

Um Bauteile zu kreieren, die der Hitze trotzen, arbeiteten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von fünf Fraunhofer-Instituten eng zusammen. Eine große Herausforderung war es, die Leckströme in den Chips zu vermeiden. Eine Arbeitsgruppe des IMS konzipierte dazu einen neuen Produktionsprozess für die Halbleiter. Dadurch gelang es, die temperaturgetriebenen

Für den Qualitätstest transportiert ein Roboter die mikroelektronischen Bauteile von der Kältebox in den Heizofen und wieder zurück – insgesamt 500 Mal. © Fraunhofer ENAS

Die neuen Chips trotzen Temperaturen von bis zu 300 Grad. © Fraunhofer IMS

Der einfachste Weg, Daten zu analysieren und präsentieren!

SIGMAPLOT
Exact Graphs and Data Analysis

www.systat.de/FM.html

Neu!
Version 13

Kostenlose Demo-CD
anfordern unter:
kontakt@systat.de

(Bitte FM0816 angeben)

Einsatzkräfte der Polizei entschärfen eine Kofferbombe. © Landeskriminalamt Nordrhein-Westfalen



Das Projekt »USBV-Inspektor« im Überblick

Projektziele

- Schnelle Aufklärung
- Minimieren des Risikos für die Einsatzkräfte
- 3D-Visualisierung des Tatorts, der Gepäckform, des Gepäckinhalts
- Forensische Fähigkeiten verbessern
- Belastbare digitale Beweissicherung

Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR, Wachtberg
- Leibniz Universität Hannover
- Landeskriminalamt Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
- Hentschel System GmbH, Hannover
- ELP GmbH, Wuppertal

Assoziierte Partner

- Bundeskriminalamt, Wiesbaden
- Bundespolizei Entschärfungsdienst Düsseldorf

Fördersumme

2 Millionen Euro, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF

Ferngelenkter Roboter untersucht Kofferbomben

Immer wieder werden an Flughäfen und Bahnhöfen herrenlose Gepäckstücke entdeckt. Ein Fall für die Sicherheitskräfte, die von mutmaßlichen Bomben ausgehen müssen. Es gilt, die potenzielle Bedrohungslage schnell einzuschätzen, die möglichen Gefahren abzuwehren und Beweise für das Strafverfahren zu sichern. Ein ferngesteuertes Sensorsystem unterstützt die Polizei künftig bei ihren Einsätzen. Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher entwickeln diese Sensor-Suite in Zusammenarbeit mit Industriepartnern und Kriminalämtern.

Text: Britta Widmann

Wer an öffentlichen Plätzen, Flughäfen oder Bahnhöfen sein Gepäck vergisst, verursacht einen Großeinsatz der Polizei. Allein herumstehende Koffer, Taschen oder Rucksäcke sorgen immer wieder für Bombenalarm. Zwar erweisen sich die meisten der verwaisten Gepäckstücke als harmlos. Doch zunächst müssen die Einsatzkräfte von einer möglichen Gefahr ausgehen und prüfen, ob es sich um eine unkonventionelle Spreng- und Brandvorrichtung (USBV) handelt – sprich um ein explosionsgefährliches Objekt. Dabei müssen sie das Gepäck aus nächster Nähe untersuchen. Ein System, das eine rasche Einschätzung der Gefahrensituation ermöglicht und zudem den Gepäckinhalt, die Gepäckform sowie die Umgebung dreidimensional erfasst, würde die Arbeit der Spezialisten deutlich erleichtern, die Aufklärung beschleunigen und das Risiko für die Einsatzkräfte minimieren.

Seit November 2014 entwickeln Forschende des Fraunhofer-Instituts für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR in Wachtberg ein solches

System gemeinsam mit dem Landeskriminalamt Nordrhein-Westfalen, der Leibniz Universität Hannover, der ELP GmbH und der Hentschel System GmbH. Das Bundeskriminalamt Wiesbaden und die Bundespolizei begleiten das Vorhaben als zusätzliche Expertisengeber. Das Projekt »USBV-Inspektor« wird innerhalb des Programms »Forschung für zivile Sicherheit« vom Bundesministerium für Bildung und Forschung mit zwei Millionen Euro gefördert.

Sicherheitskräfte müssen nicht in den Gefahrenbereich

Bei dem intelligenten Einsatzhelfer handelt es sich um eine multimodale Sensor-Suite. Diese besteht aus einem Millimeterwellenscanner, einer hochauflösenden digitalen Kamera und einer 3D-Umgebungserfassung. Die Bestandteile sind in einem Gehäuse integriert und auf einer Roboterplattform montiert. Der Roboter wird von den Entschärfern aus sicherer Entfernung gesteuert. Die schwenkbaren 3D-Sensoren vermessen den Tatort dreidimensional, die digitale Kamera liefert hochaufgelöste Bilder für die spätere optische Beweissicherung. Der Millimeterwellenscanner durchleuchtet die Gefahrenquelle und bildet das Innere ab. Ein auf dem Roboter integrierter Embedded-PC sammelt die Daten und sendet sie an die Ermittler, wo sie am Rechner per Sensordatenfusion zusammengeführt werden.

»Mit bisherigen Verfahren lassen sich Kofferbomben nicht dreidimensional darstellen, eine

räumliche Zuordnung des Inhalts ist nicht oder nur bedingt möglich. Mit der Sensor-Suite können wir das Innere eines Gepäckstücks dreidimensional visualisieren und feststellen, aus welchen Teilen die Bombe besteht und wie diese im Gepäck angeordnet sind«, erläutert Dr. Reinhold Herschel, Teamleiter am FHR und Koordinator des Projekts. Somit können die Sprengstoffexpertinnen und -experten die Bedrohungslage schnell beurteilen und haben zudem künftig die Möglichkeit, so viele Hinweise wie möglich zur Bombe zu erhalten. Bislang waren die Spezialisten oftmals gezwungen, die Kofferbomben zu zerstören, was die Ermittlung der Täter erschwert. Weitere Vorzüge des berührungslosen Detektionssystems: Es ist leicht, kompakt und plattformunabhängig, lässt sich daher auf beliebige Roboter montieren.

Die Forscher vom FHR entwickeln im Projekt den Millimeterwellenscanner, auch als Radarsensor bezeichnet, für die schnelle Aufklärung. Er erlaubt eine sehr hohe Tiefenaufklärung. »Bei dem Radar wenden wir das SAR-Prinzip an, kurz für Synthetic Aperture Radar. Bei diesem Verfahren wird der Sensor über eine Trajektorie, eine Art Wegstrecke, bewegt – also beispielsweise von links nach rechts vor dem Koffer, und die so generierte Dopplerinformation für die Bilderzeugung benutzt«, erklärt Herschel. Neben dem Sensor erforschen der Experte und sein Team zudem, wie die optimale Trajektorie zum Vermessen des Objekts ermittelt werden kann. Dies hängt von der Form des Gepäckstücks oder



Untersuchung einer verdächtigen Weste auf Sprengstoff. © Bundeswehr / Bienert

Behälters ab, seiner Position in der Umgebung sowie der Position des Roboters.

Ein Demonstrator des Radarsensors wurde im April 2016 fertiggestellt. Umfangreiche Praxistests der ferngesteuerten Sensor-Suite starten Mitte 2017. 2019 soll die multimodale Sensor-Suite auf den Markt kommen. ■



Sensortechnik zur Sprengstoff-Detektion

Kommt es bei einem Terroranschlag oder Industrieunfall zu einer Explosion, muss das Gelände gesichert und auf weitere potenzielle Sprengsätze oder Gefahrstoffe untersucht werden. Die Rettungskräfte vor Ort erhalten hierbei künftig technische Unterstützung: Forscherinnen und Forscher vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF haben eine bildgebende laserbasierte Sensortechnik entwickelt, die es

Das mobile Sensorsystem des Fraunhofer IAF zur Stand-off-Detektion von Gefahrstoffen aus sicherem Abstand ist bereit für den Feldtest. © Fraunhofer IAF

den Fachleuten ermöglicht, Sprengstoff zuverlässig und schnell zu detektieren – aus sicherem Abstand und ohne den Gefährdungsbereich zu betreten. Ihre Lösung basiert auf einem Quantenkaskadenlaser, der im infraroten Bereich die charakteristischen Absorptionslinien chemischer Stoffe prüft. Anhand dieses Fingerabdrucks kann das Sensorsystem die Stoffe innerhalb kürzester Zeit aus der Distanz exakt identifizieren.

Dieses Stand-off-Detektionssystem entwickelten die IAF-Experten im Rahmen des von der Europäischen Union geförderten Forschungsprojekts »HYPERION«, in dem das Fraunhofer IAF mit elf weiteren Forschungsorganisationen unter der Koordination der Swedish Defence Research Agency FOI zusammenarbeitete.

Philipp Wrycza: der stolze Entwickler mit seiner ballförmigen Drohne.
© Fraunhofer IML



Rollendes Flugobjekt

Sie rollt, wenn sie kann, und fliegt nur, wenn sie muss. Die ballförmige Drohne kann kleine Lasten transportieren und gefahrlos mit Menschen im selben Bereich arbeiten.

Text: Janine van Ackeren

Größere Fabriken oder Industriebetriebe ähneln aus logistischer Sicht einem Ameisenhaufen – zumindest mag Außenstehenden dies so erscheinen. Zahlreiche Güter müssen von A nach B gekarrt, ins Regallager verfrachtet oder für die Auslieferung bereitgestellt werden. Was kleine und leichte Güter wie Proben, Dokumente oder

Verbrauchsmaterialien angeht, setzen viele Firmen auf das über 160 Jahre alte Verfahren der Rohrpost: Druckluft schießt einen Behälter samt Gütern durch ein Rohrsystem, in dem die Weichen vorab passend gestellt werden. Die Krux daran: Das Rohrsystem muss luftdicht abgeschlossen sein, bietet nur eine beschränkte Wegeauswahl und kann nur jeweils ein Gut pro Strecke transportieren. Und jeder Transport, der in die Höhe geht, etwa in ein Regallager, ist kostspielig, da eine aufwändige Infrastruktur benötigt wird. Die wohl gängigste Methode ist daher nach wie vor der Transport durch Personen. Alternativ setzen einige Firmen bereits Drohnen ein. Bislang muss jedoch auch hier ein Mitarbeiter den Steuerknüppel in der Hand halten. Zwar könnten sie selbständig ihren Weg suchen, allerdings dürften sie dann aus Sicherheitsgründen nur in menschenleeren Bereichen umherschwirren. Zudem sind die Flugroboter wahre Energiefresser, der Akku muss daher häufig gewechselt werden – und zwar manuell.

Bin:Go, die rollende Drohne

Forschende vom Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund haben nun eine praktikable Alternative geschaffen. »Unsere Drohne Bin:Go bewegt sich vorwiegend rollend fort«, erläutert Philipp Wrycza, Projektleiter am IML. »Sie fliegt nur dort, wo Hindernisse oder Höhenunterschiede zu überwinden sind. Durch die rollende Fortbewegung braucht Bin:Go etwa 80 bis 85 Prozent weniger Energie als ausschließlich fliegende Modelle.« Und das, obwohl ihr Prototyp aus dem 3D-Drucker momentan je nach eingebautem Akku noch 2,5 bis 3 Kilogramm auf die Waage bringt. Im Gegensatz zu anderen Drohnen kann Bin:Go gefahrlos mit Menschen im selben Bereich arbeiten, da sie sich in Gegenwart von Personen nur rollend fortbewegt. Auf diese Weise darf sie die Industriehallen sogar verlassen und sich über das Außengelände in eine andere Halle begeben – anders als Flugroboter, die bislang nur innerhalb geschlossener Räume erlaubt sind oder von einem Piloten gesteuert werden müssen. »Wir haben somit eine Drohne entwickelt, die sich auf Außengeländen im gesetzlichen Rahmen bewegt«, freut sich Wrycza.

Doch wie schafft Bin:Go es, sowohl rollen als auch fliegen zu können? »Vereinfacht gesagt haben wir eine Drohne in einen runden Draht-

käfig gesteckt«, erläutert Wrycza. Sie ist in dem Drahtkäfig über eine kardanische Aufhängung befestigt, also über zwei Ringe, die ineinander um 90 Grad gedreht sind. Eine solche Befestigung kennt man aus Vergnügungsparks von Karussells, in denen die Insassen in alle Richtungen überschlagen werden. »Auch die Drohne kann sich in alle Richtungen frei bewegen und sogar auf der Stelle drehen, sie hat also keinen Wendekreis wie beispielsweise ein Auto«, erklärt Wrycza. Als Antriebssystem fürs Rollen sowie fürs Fliegen dienen sechs Rotoren.

Der Hauptentwicklungsschwerpunkt lag in der Konstruktion – schließlich darf der Käfig sich nicht allzu negativ auf die Aerodynamik auswirken. Auch die Softwaresteuerung hatte es in sich. Denn wenn der fliegende Ball rollt, bewegt er sich auch dann noch vorwärts, wenn die Rotoren stillstehen. Dieses Bewegungsverhalten war bei der Programmierung der Steuerungssoftware zu berücksichtigen. Ebenso wie andere fliegende Transporthelfer wird Bin:Go manuell beladen: Über zwei Klappen kann die bis zu 700 Gramm schwere Fracht in einen Behälter im Inneren des Käfigs gelegt werden. Ihr Ziel findet Bin:Go autark. Für lange Strecken ist es auch denkbar, Bin:Go in Anlehnung an die Rohrpost über ein Rohrsystem laufen zu lassen. Dann könnte sie sich schneller bewegen als in der freien Halle und sich dennoch am Zielort außerhalb der Röhre selbstständig ihren Weg suchen. Im Gegensatz zur Rohrpost könnten zahlreiche rollende Drohnen gleichzeitig durch das Rohrsystem laufen, mechanische Weichen wären überflüssig und auch die Druckluft wäre passé.

Selbstständig Fracht aufnehmen und tanken

Autonome Flugroboter suchen Weg und Ziel selbstständig. Beim Beladen jedoch brauchen sie üblicherweise menschliche Hilfe. Zwar setzen einige Unternehmen bereits auf eine maschinelle Beladung – allerdings ist dieses System aufwendig und treibt die Kosten in die Höhe. Auch schränkt es die Flexibilität ein, da die Transporthelfer ihre Fracht nur dort an Bord nehmen können, wo das sperrige Beladesystem steht. Erste Ansätze, wie Drohnen ihre Ladung selbst aufnehmen können, stecken noch in den Kinderschuhen. Viele Modelle klemmen ihre Fracht einfach ein. Dies verschlingt jedoch während des

gesamten Flugs Energie und bringt sicherheitstechnische Probleme.

Anders funktioniert eine Greiftechnik, die die Forscher am IML entwickelt haben. »Unser Greifmechanismus braucht während der Festhaltephase keinerlei Energie«, sagt Martin Fiedler, Wissenschaftler am IML. »Zudem kann er sich nicht versehentlich lösen – die Fracht kann also nicht herunterfallen.« Möglich macht es ein zylinderförmiger Hohlraum in der Drohne. Soll sie ein Gut greifen, so landet sie auf einem entsprechenden, ebenfalls zylindrischen Adapter. Dieser Adapter kann entweder über ein dünnes strapazierfähiges Band oder eine Schlaufe direkt am Gut befestigt sein oder sich direkt an einer Transportbox befinden, in der das Gut liegt.

Hat sich die Drohne über den Adapter gestülpt, schließt sich der Mechanismus, der einer Fotoblende ähnelt. Bei dieser verbindet ein außenlaufender Ring mehrere Lamellen so miteinander, dass sie den Ring um den Adapter zuziehen. Da der Adapter nach oben hin dicker wird, kann er nicht herausrutschen.

Eine kleine Industriekamera sowie eine Bildauswertesoftware verleihen dem Fluggerät Augen. Über sie erkennt es die Übergabe-Zone, die lediglich durch eine Zahl auf dem Boden markiert wird und sich dementsprechend einfach verlegen lässt. »Da wir das Greifsystem beliebig skalieren können, sind wir unabhängig von Form und Größe des Guts. Wie groß die Güter sein können, hängt lediglich von der Drohne ab«, weiß Fiedler. Vor eineinhalb Jahren haben die Forscher das Patent für ihre Entwicklung eingereicht. Im Laufe des nächsten Jahres wollen sie Prototypen des Greifmechanismus bei mehreren Herstellern fertigen lassen. Ende 2017, so hoffen sie, wird er marktreif sein.

Langfristig soll der Greifmechanismus auch einen weiteren Wunsch der Industrie erfüllen: Über den Adapter könnte sich die rollende Drohne selbstständig aufladen, ähnlich wie Staubsauger-Roboter dies tun. Liegt kein Auftrag vor, fliegt sie zurück zu einer Basisstation und koppelt hier an einen Adapter an, der geometrisch ebenso aufgebaut ist wie der Transportadapter. Dort kann sie sich aufladen. Auf diese Weise hätten die fliegenden Assistenten gleich zwei große Schritte in Richtung autarkes Arbeiten gemacht. ■

Carbonfasern zur Fertigung von Faserverbundkunststoffen

In der Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV in Augsburg entstehen mittels Pultrusionstechnologie endlosfaserverstärkte Kunststoffprofile. Bei dem kontinuierlichen Strangziehverfahren werden Carbonfasern in einem Harzbad mit dem Matrixwerkstoff getränkt und anschließend durch das beheizte, formgebende Werkzeug gezogen. Dort entsteht in einem Prozessschritt durch Aushärten der Matrix der faserverstärkte Kunststoff und damit auch das Bauteil.

Foto: Bernd Müller/Fraunhofer



Dreieinhalb Meter lang, knapp einen Meter breit, die Bordwand einen halben Meter hoch: Was auf den ersten Blick an ein knallgelbes Schlauchboot erinnert, ist ein hoch spezialisiertes Unterwasserfahrzeug. © indigo(c)2015

DEDAVE erkundet die Tiefsee



Auf dem Meeresboden gibt es noch viele weiße Flecken. DEDAVE, ein kleines und leichtes unbemanntes Tiefseefahrzeug, soll diese unerforschte Welt erschließen. Schon bald wird das Gefährt in Serie gebaut: von der Firma Aronnax Maritime Technologies, einer Fraunhofer-Ausgründung.

Text: Hellmuth Nordwig



Ein Elektromotor treibt DEDAVE über zwei Propeller am Heck an. © indigo(c)2015

Aronnax – Fans von Jules Verne kennen diesen Namen. Der französische Professor ist die Hauptfigur im Roman »20 000 Meilen unter dem Meer«. So tief taucht der sagenhafte Kapitän Nemo mit seinem Unterseeboot Nautilus. »Mich hat dieses Buch schon immer fasziniert«, schwärmt Dr. Gunnar Brink, der das Strategiemangement am Fraunhofer-Institut für Optik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB in Karlsruhe leitet. Dort und im Institutsteil Angewandte Systemtechnik AST in Ilmenau haben Forscherinnen und Forscher ein Tiefseefahrzeug entwickelt, das die Vision von Jules Verne aus dem Jahr 1870 ins 21. Jahrhundert katapultiert. Einen entscheidenden Unterschied gibt es allerdings: Menschen sind nicht an Bord; das Vehikel erforscht den Meeresgrund autonom. Inzwischen ist die Entwicklung des Gefährts so weit vorangeschritten, dass die Vermarktung in greifbare Nähe rückt. Die Ausgründung der Firma Aronnax Maritime Technologies wird aktuell vorbereitet. Sie ist das jüngste in einer Reihe von mehr als 200 Start-up-Unternehmen, die bei Fraunhofer entwickelte Produkte herstellen und auf den Markt bringen. Geschäftsführer ist Philipp Remy, ein erfahrener Unternehmensgründer. Ein Lizenzvertrag sichert der Firma exklusiven Zugriff auf Patente, Software und das sorgfältig dokumentierte Know-how in Form qualitätsgesicherter Dokumente – und nicht zuletzt auf die Marke DEDAVE. Dieses »Deep Diving Autonomous Underwater Vehicle for Exploration« soll schon bald in Serie gefertigt werden.

Die Tiefsee ist weitgehend unerforscht

Sein Ziel ist der Meeresgrund in bis zu 6000 Metern Tiefe. Eine dunkle und kalte Welt – und weitgehend unbekannt. Fast zwei Drittel der Erdoberfläche liegen tiefer als 1000 Meter unter dem Meeresspiegel. »Doch davon sind nur fünf Prozent kartiert«, hebt Gunnar Brink hervor. Denn der Einsatz von autonomen Unterwasserfahrzeugen ist bisher extrem teuer. Das gilt nicht nur für die Vehikel selbst, die oft Einzelstücke sind, sondern vor allem für die Mutterschiffe, von denen aus sie in die Tiefe gelassen werden. »Einige Zehntausend Euro pro Tag ist die übliche Schiffsmiete«, weiß der IOSB-Experte. Zu viel, um den Meeresboden flächendeckend zu erkunden, vor allem nach Lagerstätten von Öl, Gas und wertvollen Mineralien. Am Grund

der Tiefsee verlaufen auch zahlreiche Pipelines und mehr als 800 000 Kilometer Seekabel rund um den Globus. Und deren Betreiber suchen ebenfalls schon lange nach einer Möglichkeit, ihre Netze mit weniger Aufwand zu inspizieren als heute.

Diese Lücke schließt DEDAVE. Auf den ersten Blick erinnert das Fahrzeug an ein knallgelbes Schlauchboot: dreieinhalb Meter lang, knapp einen Meter breit, die Bordwand einen halben Meter hoch. Natürlich besteht das Tiefseefahrzeug nicht aus Gummi. Es basiert auf einem leichten und zugleich extrem festen Titanrahmen, an welchem ein Großteil der Bauteile befestigt ist. Außerdem sind an dem Rahmen mehrere gelbe Teile aus einem Schaum befestigt, der leichter als Wasser ist. Er besteht aus Polymeren und vielen kleinen hohlen Glaskügelchen. Ein schweres Druckgehäuse braucht das Fahrzeug nicht, denn es wird während des Tauchgangs einfach mit Wasser gefüllt. In einem Druckprüf-Teststand am Ilmenauer Institutsteil des IOSB haben die Ingenieure gezeigt, dass die verwendeten Materialien bis 900 bar standhalten, was sogar 9000 Metern Meerestiefe entspricht. Sicher ist sicher: Jede Schraube, jedes Kabel muss dem enormen Druck in der Tiefsee zuverlässig standhalten.

Ein Elektromotor treibt DEDAVE über zwei Propeller am Heck an, zwei Heckrudder halten es auf dem zuvor einprogrammierten Kurs. Tauchklappen lassen das Vehikel in die gewünschte Tiefe sinken. Lithium-Polymer-Batterien liefern 18 Stunden lang Energie für die Fahrt. Das Batteriemangement, die Fahrzeugsteuerung und alle weiteren elektronischen Komponenten sind über einen einzigen schlanken Kabelstrang, ein sogenanntes CAN-Bus-System, miteinander verbunden. In der Bordelektronik von Autos ist das längst Standard, bei Unterwasserfahrzeugen haben die Fraunhofer-Forscher damit jedoch Neuland betreten. Durch seine übersichtliche Struktur hilft der CAN-Bus, Kabelsalat zu vermeiden. Und er ermöglicht es, Komponenten problemlos auszutauschen.

Fotos vom Meeresgrund

Um den Meeresboden zu erkunden, hat das Gefährt in der aktuellen Version zwei Sensoren an Bord: Ein mehrstrahliges akustisches Lot (Reson

Seabat® T20-S) zeichnet das Höhenprofil des Gebiets unter dem Tiefseefahrzeug auf, und ein interferometrisches »Synthetic-Aperture«-Sonar (Kraken AquaPix® MINSAS) sorgt für die detailgetreue Abbildung aller Strukturen und Objekte auf dem Meeresgrund. Während der Mission sind alle elektronischen Komponenten mit einem Gel druckdicht versiegelt. Zurück an Bord des Mutterschiffs können Batterie und Datenspeicher rasch ausgetauscht werden. So ist DEDAVE sofort wieder einsatzbereit für den nächsten Tauchgang – das spart Kosten. Um das Gefährt sicher aussetzen und bergen zu können, haben die Fraunhofer-Forscher ein Kransystem entwickelt. Wind und Wellen sind dabei eine größere Herausforderung als das Gewicht: Einschließlich der Nutzlast wiegt DEDAVE nur 750 Kilogramm. So leichte autonome Unterwasserfahrzeuge gab es bisher für die Tiefsee nicht, und auch nicht so kleine: »In einen Standardcontainer passen gleich vier solcher Gefährte«, berichtet Projektleiter Prof. Thomas Rauschenbach vom IOSB, »und wenn sie gleichzeitig arbeiten, spart das Zeit und damit Geld.« Ein Prototyp wurde im Frühjahr 2016 vor Gran Canaria erfolgreich getestet.

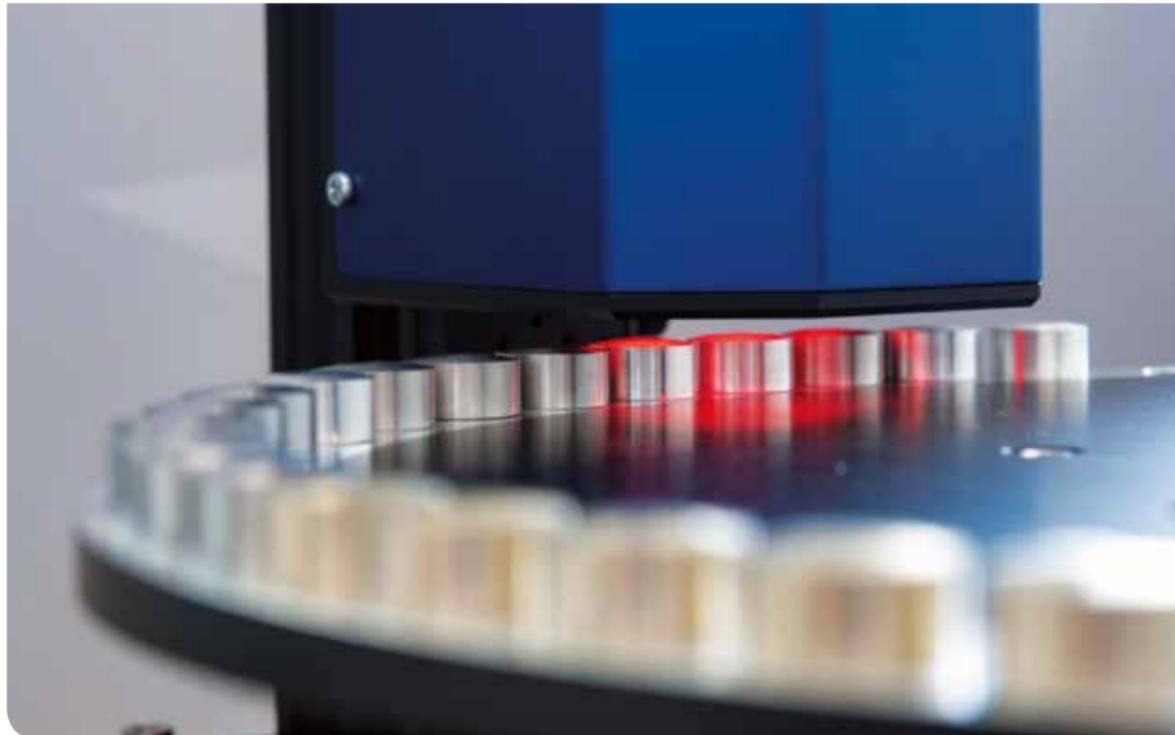
Nun übernimmt die Ausgründung Aronnax den Stab von der Fraunhofer-Gesellschaft. Das Start-up wird DEDAVE noch weiter entwickeln und, sobald die Finanzierung gesichert ist, mit der Produktion beginnen. Der Markt für Tiefsee-Erkundung ist bisher noch nicht richtig entwickelt. Geschäftsführer Philipp Remy rechnet damit, dass sie zunächst einige Exemplare pro Jahr bauen werden. Käufer müssen einschließlich der Nutzlast einen niedrigen einstelligen Millionenbetrag investieren, das ist aber deutlich weniger als bei konkurrierenden Systemen. Gunnar Brink ist sicher, dass der Bedarf rasch steigen wird, wenn das Unterwasserfahrzeug erst einmal zeigt, was es wirklich kann. »Deshalb werden wir uns um den Shell Ocean Discovery Prize bewerben«, sagt er, einen der renommierten »XPrize« zu innovativen Zukunftsthemen. Eine der Aufgaben: In der Tiefsee muss eine Fläche so groß wie der Bodensee innerhalb von 16 Stunden kartiert und fotografiert werden. Dafür werden die Experten zwölf Exemplare einer kleineren und kompakteren Version von DEDAVE bauen, die auch Fotos von der unbekanntesten Welt auf dem Meeresgrund machen kann. ■

Jedes Massenbauteil ein Unikat

Wenn mehrere Produkte oder Maschinen eines Herstellers versagen, liegt das manchmal nur an einer kleinen Komponente. Mit einer neuen Methode, die jedes Bauteil in Windeseile an seiner Oberfläche erkennt, lässt sich jetzt nachvollziehen, in welcher Charge der Fehler aufgetreten ist.

Text: Tim Schröder

Auch preiswerte Massenbauteile sind Einzelstücke: Allein anhand vorhandener Oberflächenstrukturen lassen sich Bauteile eindeutig identifizieren.
© Fraunhofer IPM



Die Rückverfolgung über die gesamte Wertschöpfungskette ist Voraussetzung für eine echte Prozessoptimierung. Dies gilt auch für Massenbauteile. © Mira, fotolia.com

Mit »Track4Quality« wird jede noch so kleine Komponente eindeutig identifiziert. © kernel, fotolia.com



Ein neues Auto hat seinen Reiz. Es glänzt, riecht neu und hat meist einige Extras mehr als das alte. Es ist zu vermuten, dass die meisten Autobesitzer hoch erfreut sind, wenn sie die ersten Kilometer mit dem Neuen fahren. Doch manchmal ist die Freude schnell dahin. Dann, wenn ein Brief des Herstellers ins Haus flattert: »In der neuen Fahrzeugserie sind Fehler aufgetreten, bitte bringen Sie Ihr Fahrzeug baldmöglichst in die Werkstatt.« Rückrufaktion. Ein Blick auf die Internetseiten der deutschen Automobilclubs verrät, dass Rückrufaktionen durchaus häufig auftreten. Allein für die Monate April und Mai 2016 waren dort zehn aktuelle Rückrufe gelistet: »Stecker am Sicherungsträger der Zentralelektrik löst sich ab« oder »Rissbildung in den Hochdruck-Kraftstoff-Leitungen« lauteten die Fehlermeldungen.

Für den Kunden ist eine solche Rückrufaktion vor allem lästig. Für den Autohersteller bedeutet sie einen erheblichen Image-Schaden. Hinzu kommen die hohen Kosten, denn mitunter müssen mehrere Tausend Fahrzeuge repariert oder entsprechend viele Bauteile ausgetauscht werden. Und das, obwohl die potenziell fehlerhaften Bauteile meist gar nicht in allen Fahrzeugen eines Typs eingebaut sind. Oftmals ist nur ein Teil der Autos betroffen, was daran liegt, dass in vielen Fällen nur eine Charge des Bauteils fehlerhaft war oder der Fehler nur bei einem von mehreren Zulieferern aufgetreten ist. Bislang lässt sich jedoch kaum zurückverfolgen, wo die Ursache für einen Defekt liegt. Brechen zum Beispiel an einem bestimmten Fahrzeugteil bei mehreren Autos kleine Stellfedern, dann kennt man zwar den Fehler. Warum sich der Fehler gehäuft hat, bleibt aber unklar. Die Konsequenz: Alle Autos müssen in die Werkstatt.

Für die Hersteller wäre es ein enormer Gewinn, wenn sie die Historie eines defekten Bauteils bis zu ihrem Ursprung zurückverfolgen könnten; wenn sie damit nachvollziehen könnten, welche Produktion betroffen ist. Genau das wird künftig dank eines neuen Verfahrens zur Rückverfolgbarkeit von Produktionsfehlern möglich sein, das vom Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM in Freiburg im Breisgau zusammen mit mehreren Kooperationspartnern im

Projekt »Track4Quality« entwickelt worden ist. Das Besondere an dem Verfahren ist, dass sich damit selbst die Historie von kleinen Massenbauteilen wie zum Beispiel Federn, elektrischen Bauteilen oder Kontakten zurückverfolgen lässt.

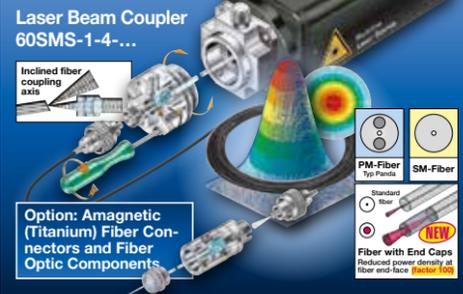
Das Prinzip der neuen Methode besteht darin, dass jede noch so kleine Komponente, selbst wenn sie in 10 000er-Stückzahl gefertigt wird, eindeutig identifiziert wird. Der Clou dieses Verfahrens ist, dass die Bauteile dafür nicht individuell markiert werden müssen. Zum einen wäre das viel zu aufwendig, zum anderen könnten solche Markierungen stören. Die IPM-Entwicklerinnen und -Entwickler nutzen statt einer Markierung deshalb etwas, das ohnehin schon da ist: die individuelle Oberflächenstruktur eines jeden Bauteils. Betrachtet man nämlich ein Bauteil unter einer hochauflösenden Kamera, dann wird deutlich, dass jedes Werkstück individuelle Merkmale wie zum Beispiel Mikrostrukturen besitzt. Diese sind so einmalig wie der Fingerabdruck des Menschen. »Bei Track4Quality setzen wir dafür eine handelsübliche hochauflösende Industriekamera ein«, sagt Andreas Hofmann vom Fraunhofer IPM. »Das ist völlig ausreichend, um die Mikrostrukturen einzulesen.«

Vor allem bei Bauteilen, die in Massen gefertigt werden, ist es wichtig, die Datenmenge pro Stück möglichst gering zu halten, um eine schnelle Rückverfolgbarkeit im Produktionstakt zu ermöglichen. Insofern wäre es nicht sinnvoll, hochaufgelöste, mehrere Megabyte große Bilder der Bauteiloberfläche zu speichern. »Wir haben deshalb einen Algorithmus entwickelt, der die Oberflächenmerkmale aus dem Bild in einen Zahlencode umrechnet, der nur etwa ein Kilobyte groß ist«, sagt Hofmann. Diese Zahlencodes werden in einer Datenbank des Herstellers gespeichert und stehen dort für einen schnellen Datenabgleich zur Verfügung.

Häufen sich bei einem Produkt die Fehler an einer bestimmten Komponente, wird es künftig interessant. Man wird die schadhafte Bauteile mit dem Kamerasystem aufnehmen und die Oberflächeneigenschaften mit den im System gespeicherten Daten abgleichen können. Dank Track4Quality lässt sich dann im Handumdrehen feststellen, wann und wo ein Bauteil

Fiber Optic Components and Fiber Coupled Laser Sources

polarization maintaining for wavelengths 370 - 1700 nm

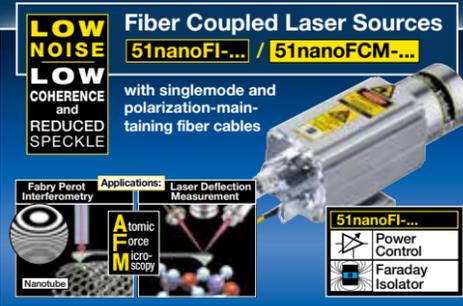


Fiber Port Clusters for

Postcard-sized replacement of a 1m² breadboard setup.



Measurement System



Schäfer+Kirchhoff GmbH

info@SukHamburg.de www.SuKHamburg.com

Schäfer+Kirchhoff develop and manufacture laser sources, line scan camera systems and fiber optic products for worldwide distribution and use.



gefertigt wurde. Da die Oberflächeninformation als schlanker Zahlencode im System hinterlegt ist, kann die Identifikationsnummer des schadhaften Bauteils in Sekundenschnelle mit den in der Datenbank gespeicherten Codes abgeglichen werden. Auf diese Weise lässt sich die exakte Herkunft sehr schnell und zuverlässig erkennen. Hofmann: »Stellt sich heraus, dass tatsächlich nur eine Charge mit 100 defekten Bauteilen betroffen ist, müssen Hersteller künftig nicht mehr Tausende von Produkten zurückrufen, sondern nur noch die entsprechenden 100.« In anderen Fällen kann Track4Quality dabei helfen, Fehler in der Produktion zu erkennen.

Keine Kosten durch aufwendige Marker

Gegenüber herkömmlichen Verfahren, bei denen Bauteile durch Barcodes oder andere Merkmale markiert werden, hat das bei Track4Quality verwendete Verfahren einen überzeugenden Vorteil: Der Markierungsschritt entfällt, weil keine Kennung aufgebracht werden muss. Das spart in der Produktion einen Fertigungsschritt und Kosten für die Marker. Damit lassen sich die Bauteile ganz nebenbei mit der Kamera aufnehmen, die nur einen wenige Quadratmillimeter kleinen Bereich der Oberfläche benötigt, um den Identifikationscode zu generieren. Damit das Kamerasystem weiß, welchen Ausschnitt der Oberfläche es beim ersten Mal eingescannt hat, orientiert es sich an charakteristischen Merkmalen, Ecken oder Vertiefungen.

Weil sich das Erscheinungsbild der Oberfläche mit der Belichtung oder dem Kamerawinkel ändert, muss ein Bauteil bei der ersten Aufnahme und später beim Abgleich des Fingerabdrucks unter denselben Bedingungen aufgenommen werden. »Wir haben deshalb einen standardisierten Kameraaufbau entwickelt, der beim Kunden individuell an die Produktionsbedingungen angepasst werden kann«, sagt Hofmann. Ein Vorteil: Dieses Kamerasystem kann in jedem beliebigen Prozessschritt in der Produktionskette installiert werden, womit eine vollständige Rückverfolgbarkeit jeder Komponente eines Bauteils möglich ist. »Da wir kostengünstige, handelsübliche Technik einsetzen, kann ein Unternehmen das System später nicht nur im Stammwerk, sondern auch in Niederlassungen in anderen Ländern einsetzen.« Damit wird man Produktionsfehlern direkt vor Ort auf den Grund gehen können. ■

Track4Quality

Zu den Partnern des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF geförderten Projekts Track4Quality gehören neben dem Fraunhofer IPM, das die Projektkoordination innehat, Hahn-Schickard (Stuttgart), die Otto Klumpp GmbH (Balingen), die Seuffer GmbH & Co KG (Calw), die Georg Fischer Automobilguss GmbH (Singen) und als assoziierter Partner die SensoPart Industriesensorik GmbH (Wieden).

Sichere Adrenalinkick

Hält sie oder hält sie nicht? Ein Team von Darmstädter Fraunhofer-Ingenieurinnen und -Ingenieuren prüft die Belastung von Achterbahnen - wie beim spektakulären X-Train in Ningbo in China.

Text: Bernd Müller

Wer auf einer Achterbahn wie dieser den Nervenkitzel sucht, muss sich auf die Technik verlassen können. © shutterstock



Freier Fall, spektakuläre Loopings, 85 Kilometer pro Stunde schnell: Der X-Train ist Nervenkitzel pur. Seit dem vergangenen Jahr dreht der Mega-Coaster im Vergnügungspark Romon U-Park in der chinesischen Hafenstadt Ningbo seine Runden. Dass Menschen und Material die 50 Sekunden lange Fahrt unbeschadet überstehen, ist unter anderem ein Verdienst des Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt. Das Team Betriebsmessungen hat für den Achterbahn-Hersteller Maurer in München die mechanische Beanspruchung während der Fahrt gemessen, direkt vor Ort in China. Maurer wollte wissen, ob die Messungen der Belastung mit den Berechnungen übereinstimmen und ob es bei künftigen ähnlichen Achterbahnen Spielraum für Material- und Gewichtersparnis gibt – bei gleichbleibend hoher Sicherheit.

Mehr als dreifache Erdbeschleunigung

Die gibt es: »Alle Messungen waren deutlich im grünen Bereich«, sagt Johannes Käsgen. Das Material werde beim X-Train eher gering belastet, versichert der Gruppenleiter des LBF-Teams. Dennoch seien solche Untersuchungen

für den Hersteller wichtig. Achterbahnen wie in Ningbo seien Unikate und die Erfahrungen zur Materialausnutzung nicht so groß wie etwa bei Autos, die millionenfach produziert würden. Die Kräfte, die während der rasanten Fahrt auf die Wagen, die hier Rikschas genannt werden, einwirken, liegen mit mehr als der dreifachen Erdbeschleunigung am oberen erlaubten Limit. Wie hoch sie genau ist und wie sich das Material dabei verhält, messen die Fraunhofer-Ingenieure mit Dehnungsmessstreifen. 54 der wenige Millimeter großen Folien platzieren sie an neuralgischen Stellen in den Rikschas, insbesondere an den Fahrwerken und an Schweißnähten, wo erfahrungsgemäß zuerst Risse im Stahl entstehen. Ein Computer, der zwischen den Sitzen platziert ist, liest jeden Sensor während der Fahrt 5000-mal pro Sekunde aus. Auf den Sitzen nehmen während der Prüffahrten wassergefüllte Puppen Platz, jede 80 Kilogramm schwer. Wieder am Boden stecken die Tester einen Monitor an den Rechner und prüfen, ob die Messung erfolgreich war. »Abends im Hotel schauen wir uns die Daten genauer an, insbesondere die Stellen, wo die Dehnung der Messstreifen und damit die Kräfte Spitzenwerte erreicht haben«, so Käsgen. Bevor Maurer eine Achterbahn baut, haben die Konstrukteure bereits die Belastungen in auf-

wendigen Simulationen berechnet. Das reicht aber nicht. Denn die Simulation ist nur so gut wie die Lastannahmen, die man als Anfangsbedingungen vorgibt. Auch lassen sich bestimmte Bauteile wie Gummilager nur schlecht simulieren. »Man braucht immer die Messung, um die Aussagekraft der Simulation zu überprüfen«, sagt Käsgen.

Sein Team ist auf schwierige Prüfungen während des laufenden Betriebs spezialisiert. Von der Sensorplanung mit dem Kunden bis zur Installation an der Achterbahn vergehen mehrere Monate, die eigentliche Messung dauert dann nur noch einen Tag. Dafür ist viel Know-how gefragt. Denn die Wagen des X-Train werden mit einem 3000 Kilowatt starken Linearmotor in die Höhe katapultiert, am Ende der Fahrt wird ein Teil der Energie zurückgewonnen und für die nächste Fahrt gespeichert. Dabei entstehen starke elektromagnetische Felder, die die schwachen Signale aus den Sensoren stören und die Messdaten verfälschen können. Das vermeiden die Darmstädter Fraunhofer-Experten durch geschickte Platzierung der Sensoren und durch Herausfiltern von Störungen. Johannes Käsgen: »Das ist unser Handwerk, und das beherrschen nur wenige außer uns.« ■

Wassercheck für Privathaushalte

Wer unsicher ist, ob das Wasser, das aus seinem Hahn kommt, auch wirklich sauber ist, kann die Wasserqualität nun umfassend testen lassen. Den Wassercheck hat Fraunhofer gemeinsam mit der Firma AQA entwickelt.

Text: Monika Offenberger



Sauberes Trinkwasser: Der Wassercheck deckt Verunreinigungen durch Leitungen und Armaturen auf.
© shutterstock

Ein Glas Wasser gefällig? Dann sind Sie hierzulande in den meisten Haushalten gut bedient. Denn unser wichtigstes Lebensmittel wird von den öffentlichen Versorgern stets in höchster Qualität bereitgestellt – so will es die deutsche Trinkwasserverordnung. Trotzdem kommt es vor, dass das wertvolle Nass nicht den gesetzlichen Anforderungen entspricht. Dann nämlich, wenn es auf dem Weg zwischen Wasserwerk und Wasserhahn verunreinigt wird. Oder wenn es dem eigenen Hausbrunnen entspringt und somit keiner Qualitätskontrolle unterliegt. Dies belegt eine aktuelle Studie am Beispiel von Nickelverunreinigungen: Fast jede zehnte der 1500 getesteten Wasserproben überschreitet den vom Gesetzgeber festgelegten Grenzwert.

Immer mehr besorgte Bürgerinnen und Bürger wollen sich Gewissheit über den Zustand ihres Trinkwassers verschaffen. Für sie hat das Stuttgarter Fraunhofer-Institut für Grenzflächen und Bioverfahrenstechnik IGB gemeinsam mit dem österreichischen Unternehmen AQA – Aqua Quality Austria – ein umfassendes Testpaket entwickelt: den Wassercheck.

Analyse von Schadstoffen und Mikroorganismen

»Das Besondere an unserem Wassercheck ist die Kombination von biologischen und physikalisch-chemischen Analysen. Das sind zwei sehr unter-

schiedliche Fertigkeiten, die nur in wenigen Laboren gemeinsam angeboten werden«, betont IGB-Forscherin Priv.-Doz. Dr. Susanne M. Bailer. Zunächst wird jede Wasserprobe auf gesundheitsrelevante Keime untersucht. Mit feinporigen Filtern lassen sich die Mikroben abfangen. »Die setzen wir auf ein selektives Nährmedium. Da vermehren sie sich und können dann im Lichtmikroskop bestimmt werden«, erklärt Susanne Bailer: »Wir verzichten ganz bewusst auf Genanalysen und andere molekularbiologische Methoden, denn die unterscheiden nicht zwischen totem und lebendem Material. Nur der klassische Ansatz zeigt uns, ob vitale Bakterien im Wasser sind – und genau das wollen wir ja wissen.« Im Fokus stehen Keime, die für den Verbraucher gefährlich oder belastend sind, namentlich Enterokokken sowie Escherichia coli und Pseudomonas aeruginosa. »Diese Bakterien können Durchfall oder andere Krankheiten verursachen und haben deshalb nichts im Trinkwasser zu suchen«, so Bailer.

Den bakteriologischen Untersuchungen folgt eine Reihe physikalisch-chemischer Analysen, die im Labor der Lebensmittelchemikerin Gabriele Beck-Schwadorf durchgeführt werden. Besonders Wert legen die Fraunhofer-Forscherinnen auf das Aufspüren von Metallen und Spurenelementen. Aluminium, Blei, Cadmium, Chrom, Eisen, Kupfer, Lithium, Mangan, Molybdän, Nickel und Zink werden quantitativ bestimmt und mit

den gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerten verglichen. Denn gerade in älteren Häusern kann es zu Kontaminationen durch Metalle kommen: So wurden noch bis 1973 gelegentlich bleihaltige Rohre verwendet, und bestimmte Armaturen können Nickel oder Chrom absondern. In Regionen mit intensiver Landwirtschaft gelangen oft große Mengen Nitrat ins Grundwasser – und damit auch in jene Haushalte, die sich über eigene Brunnen versorgen. Deshalb analysiert das Fraunhofer-Team auch die Anionen Chlorid, Fluorid, Nitrat, Phosphat und Sulfat sowie die Kationen Magnesium, Natrium, Kalium und Kalzium. Darüber hinaus werden Geruch, Trübung, Wasserhärte und der Gehalt an Hydrogencarbonat dokumentiert.

Während die Wissenschaftlerinnen des Fraunhofer-Instituts die aufwendigen Analysen vornehmen, liegen Marketing und Vertrieb des Wasserchecks im deutschsprachigen Raum bei der AQA GmbH mit Sitz in Wien. Die Kunden können die bakteriologischen Untersuchungen oder die physikalisch-chemischen Analysen sowohl separat als auch kombiniert in Anspruch nehmen. Ein attraktiver Service richtet sich an Familien mit Kindern, erklärt Susanne Bailer: »Wir bieten zusätzlich einen Test, der speziell auf Babys abgestimmt ist.« Denn die Kleinen sind besonders empfindlich – und sollten daher nur Wasser von bester Qualität zu trinken bekommen. ■

Neues Fraunhofer-Leitbild

In unserer zunehmend dynamischen Welt verändern sich Lebensgewohnheiten und Bedürfnisse rasant. Fraunhofer entwickelt hierfür innovative Technologien und Lösungen. Mit ihrem neuen Leitbild stellen die Mitarbeitenden der Fraunhofer-Gesellschaft die Weichen für eine erfolgreiche Zukunft. Es definiert, wofür die Mitarbeitenden eintreten, wohin sie wollen und an welchen Werten und Prinzipien sie sich orientieren, um gemeinsam aktuelle und künftige Herausforderungen zu meistern. Ein intensives halbes Jahr dauerte der partizipatorische Prozess zur Leitbildentwicklung. Das Ergebnis der vielen konstruktiven Diskussionen sind – neben einer erstmals formulierten Vision und einer aktualisierten Mission – sechs Handlungs-Leitsätze.

<http://s.fhg.de/leitbild>



Das neue Leitbild der Fraunhofer-Gesellschaft.
© Fraunhofer

Initiative Chefsache

Die Initiative Chefsache ist seit einem Jahr aktiv, um ein ausgewogenes Verhältnis von Frauen und Männern in Führungspositionen in Deutschland zu erreichen. Ihre Mitglieder sind Führungskräfte aus Wirtschaft, Wissenschaft, Sozialwirtschaft, öffentlichem Sektor und Medien, die sich der Chancengleichheit von Frauen und Männern persönlich verpflichtet fühlen. Sie haben sich auch zum Ziel gesetzt, mit tief verankerten Rollenbildern aufzuräumen – und darüber aufzuklären, wie unbewusste Denkmuster unsere täglichen Entscheidungen beeinflussen.

2015 startete die Initiative mit elf Mitgliedsorganisationen und der Intention, ein Umdenken in Arbeitswelt und Gesellschaft zu unterstützen sowie diesen Wandel mit konkreten Inhalten zu gestalten. Mittlerweile zählt die Initiative 14 Mitglieder und hat sich als starkes Netzwerk etabliert, das sowohl den internen Austausch zwischen den Mitgliedsorganisationen als auch den regelmäßigen Dialog mit externen Experten und weiteren Organisationen pflegt. Schirmherrin ist Bundeskanzlerin Angela Merkel.

Beim ersten Jahrestreffen zog die Initiative Zwischenbilanz, gab einen Ausblick auf die zukünftige Arbeit und stellte das deutschlandweit erste und frei verfügbare Online-Training vor, das unbewusste Denkmuster und Vorannahmen, englisch Unconscious Bias, aufdeckt. Das Online-Training vermittelt unter dem Titel »Fair entscheiden« konkrete Hinweise zum Abbau von Vorurteilen. ■

www.initiative-chefsache.de

Internationale Fachmesse
Ideen · Erfindungen · Neuheiten

In Kombination mit:
iENA
2016
27.-30. Oktober
MESSE NÜRNBERG

START
MESSE
Gründung
Finanzierung
Nachfolge
Franchising
29.+30.10.
MESSE NÜRNBERG



- **Neue Ideen für den Markt.** Die iENA 2016 Nürnberg ist der internationale Markt für Ideen, Erfindungen und Neuheiten.
- **Wichtig für alle,** die Erfindungen und Neuheiten verwerten und Top-Kontakte zu Erfindern suchen.
- **Innovationseminar** (Teilnahme im iENA-Eintritt enthalten)
Freitag, 28. Oktober 2016
10.30 - 12.30 Uhr - „Von der Idee zur Innovation“
13.30 - 15.00 Uhr - „Grundlagen des Innovationsmanagements“
- **iENA-START-Symposium** (Teilnahme im iENA-Eintritt enthalten)
Samstag, 29. Oktober 2016
10.00 - 12.30 Uhr - „Mit der Idee zum Erfolg - Erfinden und zum Unternehmer werden“

• **Fachberatung und Information**
Messe Nürnberg · Halle 12

In Kooperation mit:
PSI
IFIA
INTERNATIONAL FEDERATION OF INVENTORS' ASSOCIATIONS
Consumenta

Veranstalter/Organisation
AFAG Messen und Ausstellungen GmbH
☎ 09 11-9 88 33-570 · iena@afag.de · www.iena.de



Unterzeichnung des MoU: Prof. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, und Paul de Krom, CEO und Vorstandsvorsitzender der TNO (vorne, v.l.n.r.); Ihre Majestät Königin Máxima und Seine Majestät König Willem-Alexander der Niederlande (stehend, rechts). © Deutsches Museum

Angewandte Forschung grenzübergreifend stärken

Industrie 4.0 ist für die Wirtschaft in den Niederlanden wie in Deutschland zentrales Thema. Die Digitalisierung bricht die Strukturen der angestammten Branchen auf und verändert traditionelle Geschäftsmodelle. Die Niederländische Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung, kurz TNO, und die Fraunhofer-Gesellschaft haben es sich zur Aufgabe gemacht, die Wirtschaft bei diesem Wandel zu unterstützen.

Um dieses Vorhaben grenzübergreifend besser umzusetzen, unterzeichneten Prof. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-

Gesellschaft, und Paul de Krom, CEO und Vorstandsvorsitzender der TNO, in München ein Memorandum of Understanding MoU. Das Dokument wurde im Rahmen des Besuchs von König Willem-Alexander und Königin Máxima der Niederlande in München im Beisein des Paares signiert. Ziel der Vereinbarung ist es, gemeinsam mit Unternehmen mehr innovative Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle zu entwickeln und die Effizienz industrieller Prozessabläufe zu erhöhen. Hierfür werden TNO und Fraunhofer den wissenschaftlichen Austausch und ihre Zusammenarbeit vertiefen und ausbauen.



Wissenschaft und Kunst: Schwebende Objekte aus maritimen High-Tech-Materialien. © Matthias Heyde/Fraunhofer

Unsere Meere und Ozeane

Auf der Veranstaltung »Wissenschaft und Kunst im Dialog« im Fraunhofer-Forum Berlin stellten Vertreter beider Disziplinen die Weltmeere in den Mittelpunkt. Zum Auftakt des Wissenschaftsjahrs »Meere und Ozeane« beleuchtete Prof. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, wie Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler

Technologien entwickeln, um dieses sensible Ökosystem zu erkunden, zu schützen und nachhaltig zu nutzen. Prof. Ralf B. Wehrspohn, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS, und Prof. Charli Kruse, Leiter der Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie EMB, stellten hierzu aktuelle Projekte aus ihren Instituten vor.

Personalien

Der Dachverband europäischer Organisationen für Forschung und Technologie, EARTO, wählte **Frank Treppe** im April zum neuen Präsidenten. Der Fraunhofer-Direktor für Unternehmensstrategie und Internationales war bereits seit Oktober 2014 Vizepräsident der EARTO. Er folgt Maria Khorsand nach, frühere Vorstandsvorsitzende des SP Technical Research Institute of Sweden. Vizepräsident der EARTO ist nun Antti Vasara, CEO von VTT Ltd.

Die Internationale Gesellschaft für Optik und Photonik SPIE ernannte **Dr. Andreas Erdmann**, Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB, zum Fellow. Der Gruppenleiter für Lithographie und Optik in der Abteilung Simulation lieferte bedeutende Beiträge zur Lithographiesimulation und zur Entwicklung entsprechender Programme.

Für sein jahrzehntelanges Wirken als Wissenschaftler und Hochschullehrer erhielt **Prof. Dr. Michael Schenk**, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, das vom Bundespräsidenten Joachim Gauck verliehene Verdienstkreuz am Bande. Dr. Reiner Haseloff, Ministerpräsident des Landes Sachsen-Anhalt, überreichte ihm die Auszeichnung. Mit dieser Anerkennung werden seine Verdienste als Hochschullehrer und Institutsleiter bei der Förderung und Betreuung junger Ingenieure, des technischen Nachwuchses und der Stärkung des Mittelstands gewürdigt. Der mit 10 000 Euro dotierte Preis der Deutschen Land-

wirtschaft ging in der Kategorie Wissenschaft an **Björn Schwarz**, Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS. Im Förderprojekt des Bundeswirtschaftsministeriums EFFIGEST entwickelte Schwarz ein kombiniertes mechanisch-chemisches Verfahren zur Aufbereitung von Stroh für die Herstellung von Biogaspellets. Dies erlaubt eine Steigerung der Biogasausbeute von bis zu 40 Prozent.

Prof. Matthew Smith vom Institut für Informatik 4 an der Universität Bonn und vom Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE in Bonn und Wachtberg wurde mit dem ERC Starting Grant ausgezeichnet. Über einen Zeitraum von fünf Jahren erhält er 1,5 Millionen Euro Forschungsförderung vom Europäischen Forschungsrat. Smith beschäftigt sich mit der Bedienbarkeit von IT-Sicherheit. Die Technik soll sich dem Menschen anpassen und dadurch Fehler vermeiden.

Das Projekt DIAMONDS gewann beim EUREKA Innovation Award 2016 in der Kategorie »Wertschöpfung«. Beim Pitch der drei Finalisten in Stockholm setzte sich ein internationales Konsortium mit 21 Partnern unter Leitung von **Prof. Dr. Ina Schieferdecker**, Fraunhofer-Institut für offene Kommunikationssysteme FOKUS, ebenfalls durch: In mehreren Industriefallstudien wurden effiziente und automatisierte Sicherheitstestmethoden mit industrieller Relevanz für sicherheitskritische Systeme in verschiedenen Domänen wie Banken, Transport oder Telekommunikation ausgewertet.

Fraunhofer auf Messen

Oktober

19.–26. Oktober
K – Führende Messe für die Kunststoff- und Kautschukindustrie
Messe Düsseldorf
www.k-online.de

20. Oktober
Fraunhofer-Tag der Cybersicherheit
Fraunhofer-Forum, SpreePalais Berlin
www.iuk.fraunhofer.de/cybersicherheit

November

08.–10. November
VISION
Weltleitmesse für Bildverarbeitung
Messe Stuttgart
www.messe-stuttgart.de/vision

08.–11. November
Electronica
Messe München
www.electronica.de

14.–17. November
Compamed
Messe Düsseldorf
www.compamed.de

14.–17. November
Medica
Messe Düsseldorf
www.medica.de

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

Impressum

Fraunhofer-Magazin »weiter.vorn«:
Zeitschrift für Forschung, Technik und Innovation. Das Magazin der Fraunhofer-Gesellschaft erscheint dreimal 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 1205-1301
publikationen@fraunhofer.de

Redaktion:
Klaudia Kunze (V.i.S.d.P.),
Marion Horn, Franziska Kopold (Chefredaktion)
Sibylle Gaßner, Martin Kern, Tobias Steinhäuser,
Britta Widmann,
Larissa Hummel (Bild und Produktion)

Redaktionelle Mitarbeit:
Janine van Ackeren, Andreas Beuthner, Christine Broll, Frank Grotelüsch, Klaus Jacob, Chris Löwer, Bernd Müller, Hellmuth Nordwig, Monika Offenberger, Brigitte Röthlein, Tim Schröder, Monika Weiner, Antonia Brunet

Graphische Konzeption: BUTTER, Düsseldorf
Layout + Litho: Vierthaler & Braun, München
Titelbild: shutterstock
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

Bezugspreis im Mitgliedspreis enthalten.
© Fraunhofer-Gesellschaft, München 2016

ClimatePartner
klimaneutral
www.fsc.org
Druck | ID 53170-1511-1005



Fraunhofer

Spin-offs

Energie aus Reststoffen
und Abfällen

Der nachhaltige Umgang mit natürlichen Ressourcen ist ein wichtiger Beitrag zur Erhaltung der Lebensgrundlagen des Menschen. Wie aber können natürliche Ressourcen besser genutzt werden? Ein Weg besteht darin, Abfälle und Reststoffe weiter zu verwerten, statt sie gleich auf die Deponie zu bringen. Durch ein neues Verfahren können so organische Abfälle und Biomasserückstände verwertet werden, um Energie zu erzeugen. Das spart nicht nur wertvolle Rohstoffe, sondern reduziert auch den kostspieligen Entsorgungsaufwand.

Das neue Verfahren eignet sich für Gemüseausschuss von Handelsmärkten, Bioabfälle aus Haushalten oder Klärschlamm aus der kommunalen Entsorgung. Ziel ist es, die darin enthaltene Energie zurückzugewinnen. »Durch thermo-katalytische Umwandlung entstehen aus Biomasserückständen, die auch Problemstoffe enthalten können, wiederverwendbares Gas, Öl oder Kohle«, sagt der Geschäftsführer der Susteen Technologies GmbH, Thorsten Hornung. Das Unternehmen ist ein Spin-off des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT Institutsteil Sulzbach-Rosenberg, das die Verfahrens- und Anlagentechnik zur Einsatzreife gebracht hat. Die Anlagentechnik steht kurz vor dem Serienstart.

Ein wesentlicher Pluspunkt ist die Flexibilität des Verfahrens. Nicht nur organische Haushaltsabfälle lassen sich in Energierohstoffe umwandeln, auch in Gewerbebetrieben sieht Hornung ein interessantes Einsatzfeld: »Wir können uns flexibel in bestehende Produktionsabläufe eingliedern und beispielsweise kunststoffhaltige Produktionsabfälle im Betrieb verarbeiten und direkt Strom und Wärme für den Produktionsprozess bereitstellen.«

Thorsten Hornung
www.susteen-tech.com

Susteen
Technologies
sustainable efficient energy

Strom und Wärme
aus einer Box

Häuser kosteneffizient und klimaschonend mit Strom und Wärme zu versorgen – das ist eine der wichtigsten Zukunftsaufgaben. Mit oxidkeramischen Brennstoffzellen lässt sich das in einem einzigen Gerät realisieren: Hochtemperatur-Brennstoffzellen benötigen lediglich Erd- oder Flüssiggas, um ausreichend Strom und Wärme im Haus zur Verfügung zu stellen. Sie sind wartungsarm und verfügen über einen hohen elektrischen Wirkungsgrad. Auf Basis der Forschungsergebnisse des Fraunhofer-Instituts für Keramische Technologien und Systeme IKTS entwickelt und fertigt die Ceragen GmbH keramische Generatoren. »Die Multilayer-Brennstoffzellentechnologie bietet die niedrigsten Kosten der Stromerzeugung bei kleinen Leistungen ab 100 Watt«, unterstreicht Oliver Freitag, Geschäftsführer von Ceragen. Das Fraunhofer-Spin-off fokussiert sich auf die Vermarktung von Brennstoffzellen als kleine Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen für Privathaushalte und als netzferne Stromversorgung für industrielle Anwendungen. Eine Dauerleistung von einigen Hundert Watt reicht beispielsweise aus, um die Hälfte des jährlichen Strombedarfs und den kompletten Warmwasserbedarf eines Vier-Personen-Haushalts abzudecken.

Die oxidkeramische Brennstoffzelle – Solid Oxide Fuel Cell SOFC – arbeitet bei Betriebstemperaturen bis etwa 1000 Grad Celsius. Eine patentierte Multilayer-Technologie aus dünnen Stahlblech- und Zirkonoxid-Plättchen sorgt bei diesen SOFC-Brennstoffzellen für einen stabilen und wartungsarmen Betrieb mit hoher Lebensdauer – ein entscheidender Pluspunkt für den wirtschaftlichen Einsatz. Die Material- und Herstellungskosten schneiden im Vergleich mit herkömmlichen SOFC-Anlagen deutlich günstiger ab. Die gute Startposition verdankt das Unternehmen nicht nur einer einfachen Automatisierbarkeit der Herstellung der Bauteile zu wettbewerbsfähigen Kosten, sondern auch einer steigenden Nachfrage nach robusten und preiswerten Mini-Kraftwerken.

Oliver Freitag
www.ceragen.org

CERAGEN
POWER OUT OF THE BOX

Technology
Review2016
INNOVATORS
SUMMIT02. – 03. 11. 2016
OBERHAUSEN
www.heise-events.de/
tr_energy2016

ENERGY

DER TRENDKONGRESS FÜR DIE ENERGIEWIRTSCHAFT

Drei Megatrends treiben die Entwicklung: Dezentralisierung, Dekarbonisierung, Digitalisierung. Auf dem „Innovators Summit – Energy“ erfahren Sie, was das für Ihre Strategie bedeutet.

- IT Security – Sicherheit im Smart Grid
- Dezentralisierung – Lernen von den neuen Playern im Energiesektor
- Von Big Data zu Smart Data – neue Geschäftsmodelle bei strengem Datenschutz
- Lastmanagement – Zukunftsmodelle oder Übergangslösungen
- Energie 2030 – Welche Technologien erwarten uns

Tauschen Sie sich aus mit führenden Branchenvertretern, renommierten Wissenschaftlern und Start-ups. Zusätzlich zu Panelvorträgen vertiefen wir Themen in Roundtables und Sie haben ausreichend Zeit zum Netzwerken.

AUSZUG AUS DEM PROGRAMM:



**Cross Energy Management:
Das Projekt Carbon2Chem, wirtschaftliche Wasserstoff-Elektrolyse und großskalige Redox-Flow-Batterien.**

Dr. Reinhold Achatz,
Leiter Corporate Technology
thyssenkrupp



Integrated Energy: Wie digitale Vernetzung von Strom, Wärme, Mobilität, industrieller Fertigung über die Zukunft der Energiewende entscheidet.

Andreas Kuhlmann,
Vorsitzender der Geschäftsführung
Deutsche Energie-Agentur dena



Power-to-X und die Sektorkopplung – Wird Strom zur Universallenergie?

Prof. Dr. André Thess,
Leiter Institut für Technische Thermodynamik, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt



Vehicle-to-Grid: How Nissan is entering the Energy Market
Gareth Dunsmore, Electric Vehicle Divisional Manager, Nissan Europe

Goldsponsor:
iwo
Institut für Wärme
und Oeltechnik

Partner:
bne
Bundesverband
Neue Energiewirtschaft

con | agentur
energy

Organisiert von:
heise Events
Conferences, Seminars, Workshops

weiter.vorn als app, so oder so.



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

Ab Mitte Oktober 2016 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

