

weiter.vorn

Das Fraunhofer-Magazin

1/16

Sicher digital wirtschaften



Kommunikation

Mobilfunk von Morgen

Nachhaltigkeit

Rohstoffquelle Elektroschrott

Life Sciences

Adern aus dem Drucker

Welches Ziel haben Sie vor Augen?



WEITERBILDUNG MIT FRAUNHOFER

- Innovation erleben
- Berufsbegleitend qualifizieren
- Wissensvorsprung sichern

 **Fraunhofer**
ACADEMY

www.academy.fraunhofer.de

Chance Digitalisierung



Prof. Dr. Reimund Neugebauer. © Stefanie Aumiller

Große Herausforderungen, aber auch eine enorme Chance eröffnet der digitale Wandel. Die zunehmende Vernetzung und Automatisierung, das Nutzen von Daten aus unterschiedlichsten Quellen sowie digitale Schnittstellen zu den Kunden ermöglichen vollkommen neue Wertschöpfungsketten. Ob Produktion, Handel, Dienstleistung, Logistik oder Verkehr – die Digitalisierung beginnt, die Wirtschaft grundlegend zu verändern. In den vergangenen drei Jahren hat Fraunhofer entscheidend dazu beigetragen, die Vernetzung der Produktion und die digitale Innovation in Deutschland voranzutreiben. So arbeitet Fraunhofer nicht nur in verschiedenen Projekten an Lösungen für die Digitalisierung der Wirtschaft, sondern engagiert sich auch in der Plattform Industrie 4.0, in der ich auch als Vertreter der Forschung im Leitungskreis aktiv bin.

Doch mit der Digitalisierung nehmen auch die Anforderungen an die Sicherheit, Vertrauenswürdigkeit sowie an die Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit der Infrastrukturen zu. Eine wichtige Voraussetzung für smarte Services, innovative Leistungsangebote und automatisierte Geschäftsprozesse sind der sichere Austausch und die einfache Kombination von Informationen in Wertschöpfungsnetzwerken. Fraunhofer leistet wichtige Beiträge, damit Unternehmen die Potenziale der Digitalisierung nutzen können, ohne die Hoheit über ihre Daten zu verlieren. Gemeinsam mit Partnern aus der Industrie und mit der Unterstützung der Bundesregierung arbeitet Fraunhofer an einem international offenen Datenraum für die Wirtschaft, den Industrial Data Space.

Um die Entwicklung voranzutreiben und Erkenntnisse auch kleinen und mittleren Firmen zur Verfügung stellen zu können, ist die Gründung eines gemeinnützigen Vereins in Vorbereitung. Er soll die Anforderungen an den Industrial Data Space bündeln, den Erfahrungsaustausch organisieren und Leitlinien für die Zertifizierung, Standardisierung und Verwertung der Ergebnisse erarbeiten.

An welchen Sicherheitslösungen für die digitale Wirtschaft Fraunhofer-Forscherinnen und Forscher arbeiten und wie der Industrial Data Space künftig einen vertrauensvollen Umgang mit wertvollen Daten ermöglichen kann, erfahren Sie in der Titelgeschichte (ab Seite 8).

Für das Gelingen der digitalen Transformation bedarf es darüber hinaus auch leistungsfähiger Infrastrukturen. Wichtig sind der flächendeckende Ausbau von Breitbandnetzen sowie der Aufbau eines »Taktiles Internets«, das eine Datenübertragung innerhalb von einer Millisekunde gewährleistet. Diese extrem kurze Reaktionszeit ist eine wichtige Voraussetzung für die Echtzeitkommunikation. So lassen sich Maschinen aus der Ferne zuverlässig bedienen und Prozesse steuern. Fraunhofer-Experten arbeiten bereits an der nächsten Generation der Mobilfunknetze (5G), die nicht nur eine tausendfach höhere Kapazität als heutige mobile Netze bieten, sondern auch ultraschnell sein werden (siehe Seite 14).

Mit unserer Forschung zu den Themen IT-Sicherheit, Datensouveränität, Industrial Data Space und IT-Infrastrukturen leisten wir wichtige Beiträge, um die digitale Transformation aktiv voranzutreiben und die Wettbewerbsfähigkeit deutscher und europäischer Unternehmen zu stärken. Unsere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten helfen der Wirtschaft und der Gesellschaft, die Herausforderungen der Digitalisierung zu meistern und die Chancen zu nutzen, die der digitale Wandel eröffnet.



08

Titelthema

Sicher digital wirtschaften

Ob Handel, Produktion, Medizin, Logistik, oder Dienstleistungen - die Digitalisierung beginnt die Wirtschaft zu verändern.



20

Spionage im Wohnzimmer

Smarte Fernseher sind mit dem Internet verbunden.

30

Schwarzsehen erwünscht!

Mittels Terahertz-Technologie können schwarze Kunststoffe sortenrein identifiziert werden.



34

Schnellere Analyse von Resistenzen

Mit der neuen Technik lassen Antibiotika-Resistenzen schneller nachweisen.

38

Forschung im Bild

Der »deutsche preis für wissenschaftsfotografie« zeichnete Bilder aus, die die Faszination für Forschung sichtbar machen.



50

Touchscreen wird flexibel

Sensoren »spüren« Verformungen der Folie.

Inhalt

06 Spektrum

41 Kompakt

49 International

54 Fraunhofer inside

56 Panorama

57 Personalien

57 Impressum

58 Gründerwelt

Titelthema

- 08 Sicher digital wirtschaften**
Um die Potenziale des digitalen Wandels nutzen zu können, müssen Datensicherheit und -souveränität gewährleistet sein.

Kommunikation

- 14 Mobilfunk von morgen**
Experten arbeiten am ultraschnellen Mobilfunknetz 5G.
- 16 Der Fernsehsound der Zukunft**
Die nächste Fernseh-Generation sorgt für perfekten Klang.
- 18 Videos in Echtzeit produzieren**
Mit »Higgs« lässt sich Video Content einfach und schnell erstellen.
- 20 Spionage im Wohnzimmer**
Smart-TVs, vernetzte Haushaltsgeräte und Autos übermitteln Daten.
- 22 Verschlüsselte E-Mails für jedermann**
Ein neues System schützt die elektronische Kommunikation.

Nachhaltigkeit

- 24 Rohstoffquelle Elektroschrott**
Das Projekt »CloseWEEE« schließt Lücken in der Kreislaufwirtschaft.
- 26 Kraftstoff aus Abgasen**
Wissenschaftler wollen Treibstoffe und Chemikalien aus Abgasen gewinnen.
- 28 Kampf dem Kurzschluss**
Zuverlässige und extrem langlebige Leistungselektronik für den Netzausbau.
- 30 Schwarzsehen erwünscht!**
Mit einem neuen Verfahren lässt sich auch schwarzes Plastik sortenrein trennen.

Life Sciences

- 32 Aderm aus dem Drucker**
Experten entwickelten ein 3D-Druckverfahren für künstliche Blutgefäße.
- 34 Schnellere Analyse von Resistenzen**
Mit einer neuen Technik kann man Antibiotika-Resistenzen schneller erkennen.
- 36 Auf Eis gelegt**
Eine neuartige Anlage erfasst, bearbeitet und friert Zellproben automatisiert ein.

Fotopreis

- 38 Forschung im Bild**
Ausgezeichnete Fotos zeigen die Faszination von Wissenschaft.

Produktion

- 42 Roboter mit Fingerspitzengefühl**
Roboter können künftig komplexe Montageaufgaben übernehmen.
- 44 Keimfreier Start ins All**
Der Marsrover ExoMars muss penibel sauber sein.
- 46 Röntgen XXL**
Experten fertigen CTs von Autos, Flugzeugteilen und Kunstschätzen an und analysieren sie.

Werkstoffe

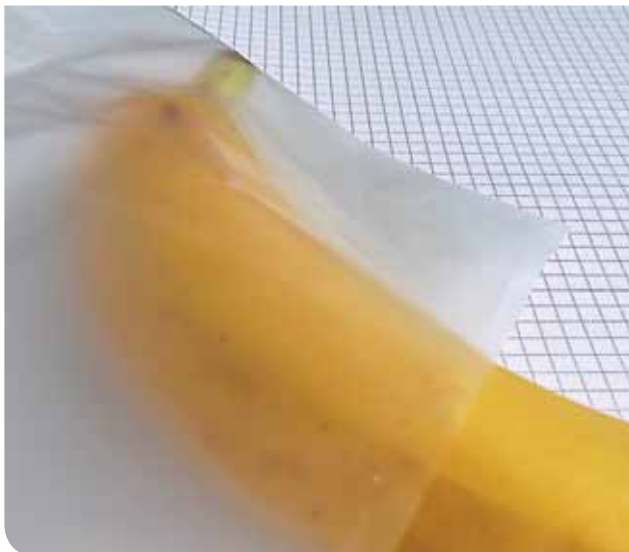
- 50 Touchscreen wird flexibel**
Sensoren machen Bildschirme zum Aufrollen druckempfindlich.
- 52 Im Gegenteil schwingen**
Neuartige Elastomere gleichen Schwingungen aktiv aus.

Biobasierte Kunststofffolien

Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen ersetzen zunehmend Verpackungen aus konventionellen Polymeren. Die für die Herstellung der grünen Folien genutzten Pflanzen benötigen jedoch oft wertvolles Ackerland und können so in Konkurrenz zum Lebensmittelanbau stehen. Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen entwickelten zusammen mit elf Partnern aus Europa und Südamerika im EU-Projekt »ECLIPSE« ein neuartiges Verpackungskonzept, das sowohl auf fossile Rohstoffe verzichtet als auch keine wertvolle Anbaufläche benötigt.

Die neuartigen Verpackungsmaterialien bestehen vorwiegend aus Polymilchsäure (PLA), welche aus Algen gewonnen wird. Die Eigenschaften des Kunststoffs werden durch den Einsatz von nanoskaligen Fasern und Füllstoffen aus Bananen- und Mandelschalen oder Fischereiabfällen, wie z. B. Chitin aus Krustentieren, verbessert. Das so hergestellte Bio-Nano-Kunststoffkomposit lässt sich zu biobasierten und bioabbaubaren Folien verarbeiten.

Mit nanoskaligem Chitin funktionalisierte Agrarfolie zur Reifung von Bananen.
© Fraunhofer UMSICHT



Sichere Fluggastkontrollen

Jackett, Computer, Geldbeutel und Gürtel in die Plastikwanne packen und dann durch den Metalldetektor – ohne aufwändigen Sicherheitscheck kommt kein Passagier an Bord. Aber wie zuverlässig, effizient und komfortabel sind die Kontrollen? Antworten auf diese Fragen gibt eine Evaluationsplattform, die Forscherinnen und Forscher der Fraunhofer-Institute für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI und für Chemische Technologien ICT gemeinsam mit Partnern in dem EU-Projekt »XP-DITE« entwickelten.

Die Experten ermitteln mit Hilfe einer systemischen und ganzheitlichen Simulation, wie sicher die Kontrollen sind, wie lange der Check dauert und wie wirtschaftlich die Sicherheitslösung arbeitet. Die Software kann man sogar mit kommerziellen Designtools für Sicherheitsschleusen kombinieren. So ist es möglich, bereits während der Planungsphase das neue System zu evaluieren und gegebenenfalls zu verbessern. Die Evaluationsplattform hilft, die Sicherheit auf Flughäfen nachhaltig zu verbessern und gleichzeitig den Komfort für die Nutzer zu erhöhen.

Der Einsatz moderner Technik ermöglicht heute eine schnellere Fluggastkontrolle, die mehr Sicherheit gewährleistet. © dpa



Diamanten für eine »grünere« Leistungselektronik

Diamanten sind nicht nur »a girl's best friend«: Als Halbleiter könnten sie bald zu den begehrtesten Bausteinen der Leistungselektronik zählen. Im Vergleich zu herkömmlichen Halbleiterbauelementen – beispielsweise aus Silizium – ließe sich mit Komponenten aus Diamant die Energieeffizienz in Photovoltaikanlagen, Hochspannungsnetzen, Windenergieparks oder Elektroautos deutlich steigern – zu Gunsten der Umwelt.

Grund dafür sind die exzellenten elektronischen Eigenschaften von Diamant: Aufgrund der extrem hohen Ladungsträgerbeweglichkeit und Durchbruchfeldstärke kann man die Kristalle selbst bei sehr hohen Temperaturen ohne Kühlung in elektronischen Komponenten einsetzen. So kann Diamant künftig dazu beitragen, elektronische Netzwerke intelligent und flexibel zu steuern, energieeffizienter zu machen und diese wichtige »Smart-Grid«-Technologie auf dem Markt zu etablieren.

Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF in Freiburg arbeitet zusammen mit 13 Partnern am EU-Projekt »Green Diamond« (Green Electronics with Diamond Power Devices). Ziel ist es, erste Prototypen leistungselektronischer Bauelemente aus Diamant herzustellen, die den Wettbewerb mit herkömmlichen Halbleiterkomponenten nicht scheuen müssen. Die IAF-Forscher konzentrieren sich hier auf das optimierte Wachstum einkristalliner Diamantschichten und auf eine innovative 3D-Strukturierungstechnologie.

Strom aus erneuerbaren Energien kann mit Hilfe von Diamant zukünftig noch effizienter genutzt werden. © fotolia

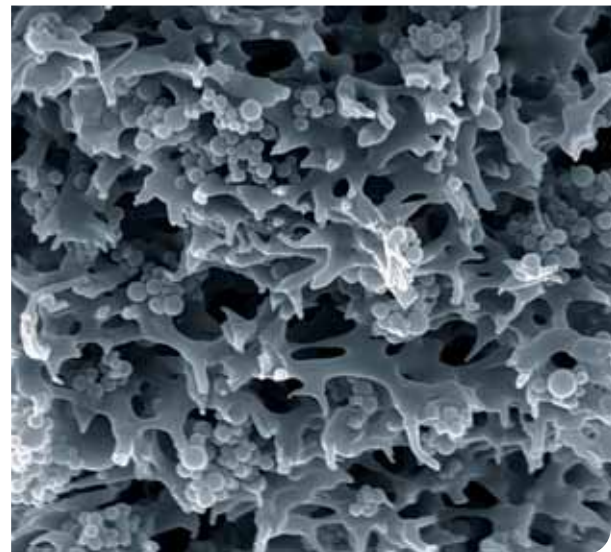


Rohstoffe aus Industrierwässern

Im Zuge knapper werdender Ressourcen gewinnt das Recycling von Rohstoffen immer mehr an Bedeutung. Insbesondere Sondermetalle sind aufgrund ihres Werts (Edelmetalle) oder ihrer Verfügbarkeit (Seltene Erden) für die Industrie enorm wichtig. In industriellen Prozess- und Abwasserströmen sind beträchtliche Mengen dieser metallischen Rohstoffe enthalten. Am Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Membranadsorber, mit denen sich Schad- und Wertstoffe aus Wasser selektiv abtrennen lassen.

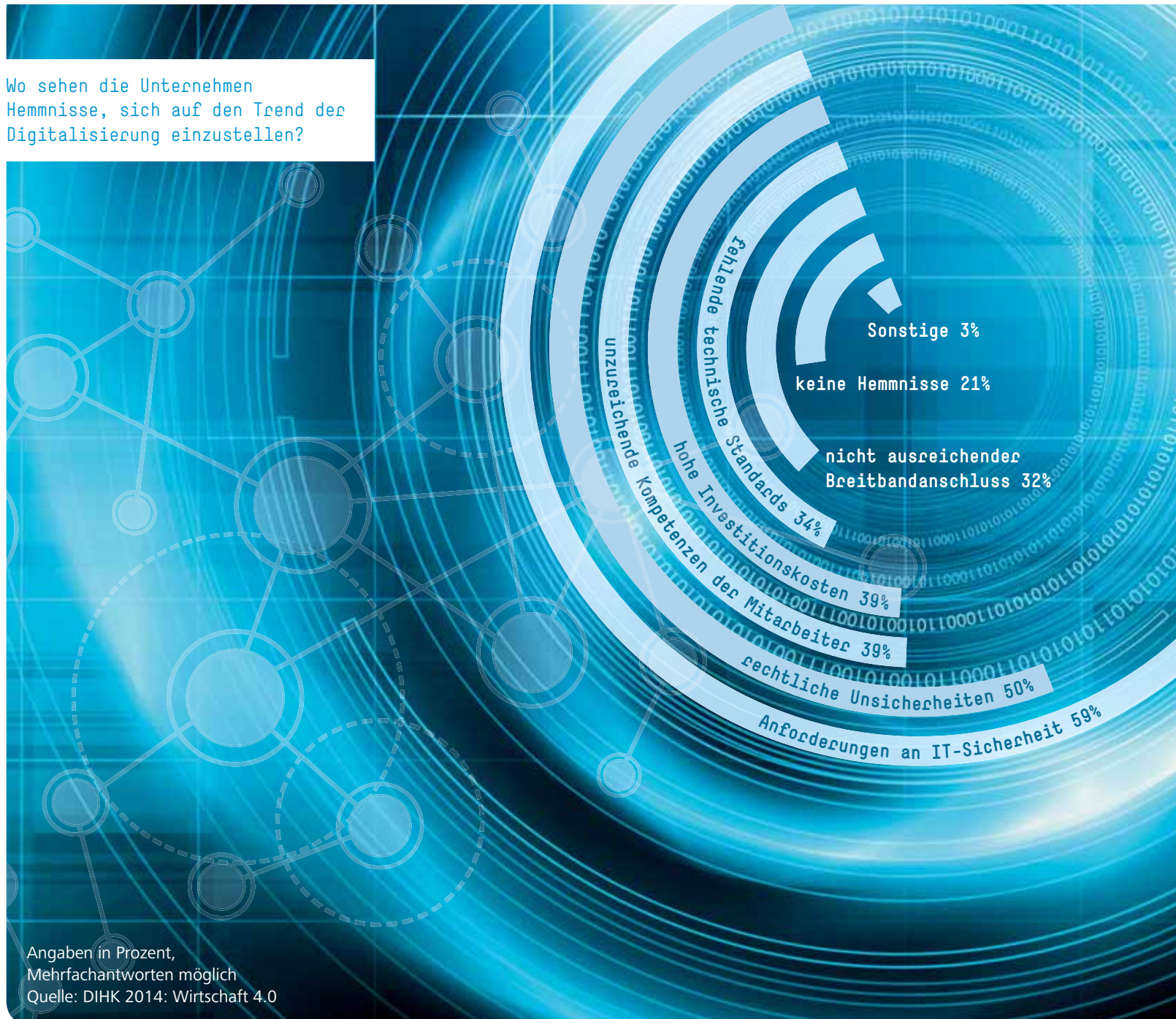
Bislang werden Membranen vor allem genutzt, um Wasser zu filtern. Dabei bestimmt die Porengröße, welche Stoffe durchgelassen werden. Die unter der Membranoberfläche gelegenen porösen Strukturen bleiben meist ungenutzt. Hier setzt die am Fraunhofer IGB neu entwickelte Adsorbentechnologie an. »Wir integrieren Partikel, die im Wasser gelöste Stoffe adsorptiv binden«, erläutert Dr. Thomas Schiestel, der am IGB die Gruppe »Anorganische Grenzflächen und Membranen« leitet. Auf diese Weise entstehen Mixed-Matrix-Membranen, die Wasser nicht nur durch den Rückhalt von Stoffen filtern, sondern die enthaltenen Wertstoffe auch gezielt adsorptiv binden können.

In der porösen Trägerstruktur der Membranadsorber sind winzige Polymerpartikel eingebettet, die Wertstoffe aus dem Wasser binden. © Fraunhofer IGB



Sicher digital wirtschaften

Wo sehen die Unternehmen
Hemmnisse, sich auf den Trend der
Digitalisierung einzustellen?



Cloud Computing, Industrie 4.0, Smart Data, das Internet der Dinge und Dienste - die digitale Transformation der Wirtschaft hat begonnen. Doch um die ökonomischen Potenziale dieses Wandels nutzen zu können, muss nicht nur die Datensouveränität gewährleistet sein, sondern es bedarf auch sicherer und zuverlässiger Kommunikationssysteme.

Text: Birgit Niesing

Hackerangriff auf IT-Infrastruktur des Bundestags. Vertrauliche Informationen aus dem Firmennetz des Filmstudios Sony Pictures entwendet. Cyber-Attacken legen den französischen Sender TV5 Monde lahm. So oder ähnlich lauten immer häufiger die Schlagzeilen. In den vergangenen Jahren hat die Cyber-Kriminalität deutlich zugenommen. Allein im Jahr 2013 gab es pro Tag 117 330 Angriffe auf die IT-Sicherheit von Unternehmen. Damit verdoppelte sich die Anzahl der Attacken im Vergleich zum Vorjahr auf 42,8 Millionen. Dies ergab die Untersuchung »Global State of Information Security Survey 2015« der Beratungsgesellschaft PricewaterhouseCoopers.

Die Schäden der IuK-Kriminalität sind immens. Im Jahr 2013 betrug der finanzielle Verlust weltweit bis zu 575 Milliarden Dollar (etwa 460 Mrd. Euro) – so die gemeinsame Studie des Center for Strategic and International Studies, des Sicherheitsanbieters McAfee und Intel Security. Besonders betroffen von der steigenden Internetkriminalität sind Firmen in hochindustrialisierten Ländern wie den USA, China und Deutschland. Allein in diesen Staaten summierte sich im Jahr 2013 der Schaden auf 200 Milliarden Dollar.

Welche Ausmaße die IT-Kriminalität in Deutschland mittlerweile hat, zeigt eine Studie des Bundesverbands Informa-

tionswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (Bitkom) aus dem Jahr 2015. Danach war etwa die Hälfte der befragten Unternehmen in den vergangenen zwei Jahren Opfer von digitaler Wirtschaftsspionage, Sabotage oder Datendiebstahl. Nach konservativen Berechnungen des Bitkom beläuft sich der entstandene Schaden für die gesamte deutsche Wirtschaft auf etwa 51 Milliarden Euro pro Jahr. Aber nicht nur die finanziellen Verluste belasten die betroffenen Unternehmen. Die Firmen erleiden auch Imageschäden und verlieren das Vertrauen ihrer Kunden.

Keine Frage: Mit dem zunehmenden Grad der Digitalisierung sind die Unternehmen mehr denn je auf zuverlässige Informations- und Kommunikationssysteme angewiesen. Cloud Computing, die vierte industrielle Revolution, Smart Data, das Internet der Dinge und Dienste verändern nicht nur klassische Geschäftsmodelle, die steigende Vernetzung eröffnet auch neue Einfallstore für Cyber-Kriminelle. Zu dieser Einschätzung kommen auch immer mehr Unternehmen in Deutschland. Über alle Branchen hinweg sehen 59 Prozent der Betriebe die IT-Sicherheit als größtes Hemmnis für die Digitalisierung in ihren Firmen an. Das hat das IHK-Unternehmensbarometer »Wirtschaft 4.0: Große Chancen, viel zu tun« gezeigt.



Datensicherheit, Datenschutz und Privatsphäre sind die entscheidenden Erfolgsfaktoren für Digitalisierung. Zu diesem Ergebnis kommt auch eine Untersuchung des »Münchner Kreis«. In seiner Zukunftsstudie »Digitalisierung – Achillesferse der deutschen Wirtschaft« gaben 87 Prozent der Befragten an, dass sie diese Themen für das Jahr 2020 als äußerst oder sehr wichtig einschätzen.

Souveränität über Daten behalten

»In einer zunehmend digitalisierten Welt sind Datensicherheit und Datensouveränität für Unternehmen von existentieller Bedeutung«, sagt Professor Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft. Fraunhofer will deshalb gemeinsam mit der Wirtschaft und in Kooperation mit der Bundesregierung einen international offenen und zugleich sicheren Datenraum schaffen, den Industrial Data Space. »Firmen benötigen einen solchen geschützten Raum, in dem sie nach selbst festgelegten Regeln Daten miteinander teilen oder austauschen können, ohne dabei die Kontrolle über ihre Informationen abzugeben«, erläutert Professor Boris Otto, der das Projekt koordiniert, an dem zwölf Fraunhofer-Institute beteiligt sind. Der Industrial Data Space soll auf Basis eines föderalen Datenhaltungskonzepts den sicheren Austausch der Daten entlang der gesamten »Data Supply Chain« sowie die einfache Kombination eigener Daten mit öffentlichen Informationen ermöglichen – beispielsweise Wetter-

Verkehrs- oder Geo-Daten. Ein weiterer Schwerpunkt ist der Vertrauensschutz, der durch die Zertifizierung der Teilnehmer, Datenquellen und -dienste sichergestellt wird.

In einer digitalen Wirtschaft sind Daten künftig genauso wichtig wie Kapital, Arbeitskräfte oder Rohstoffe. Sie ermöglichen es innovative Produkte, Dienstleistungen, Prozesse und Formen der Arbeitsorganisation zu entwickeln. So können zum Beispiel Informationen von Krankenkassen, Patienten und Anbietern von pharmazeutischen Produkten helfen, wirksamere, individuellere Medikamente und Behandlungskonzepte auf den Markt zu bringen. Dabei müssen jedoch die beteiligten Firmen und Patienten zu jeder Zeit der Souverän über ihre Daten bleiben. »Der Industrial Data Space hilft diese Innovationspotenziale zu nutzen und stellt grundlegende Dienste für den vertrauensvollen Umgang mit den Daten bereit, zum Beispiel die Anonymisierung von Informationen, Integrationsdienste und das Einstellen von »Verfallsdaten« für das Verwenden der Daten«, erläutert Otto.

In dem Projekt arbeitet Fraunhofer eng mit Politik und Wirtschaft zusammen. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF fördert ein Forschungsprojekt zum Industrial Data Space mit etwa fünf Millionen Euro. Zudem ist die Gründung eines von Fraunhofer und Unternehmen getragenen gemeinnützigen Vereins Industrial Data Space für Januar 2016 geplant. Das Memorandum of Understanding dazu



unterzeichneten bereits ATOS, Bayer, Boehringer Ingelheim, Fraunhofer, KOMSA, PricewaterhouseCoopers, REWE, Salzgitler, SICK, Thyssen-Krupp, TÜV Nord, Volkswagen und der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie. Auf der CeBIT 2016 stellen Fraunhofer-Experten erste Ergebnisse zum Industrial Data Space vor.

Industrie 4.0 – sicher vernetzt

Die digitale Transformation der Produktion bietet insbesondere Deutschland als einem der bedeutendsten Industrienationen der Welt enorme Chancen. Das haben auch die Unternehmen erkannt. Schon jetzt sind Industrie 4.0-Anwendungen auf dem Vormarsch wie Sensorik-Lösungen, Cyber-physische Systeme oder der Austausch von Planungsdaten mit Zulieferern und Kunden. Bis 2020 will die deutsche Wirtschaft 40 Milliarden Euro pro Jahr in Anwendungen der digitalen Produktion investieren. Das hat eine Studie der Beratungsgesellschaft PricewaterhouseCoopers ergeben. Zwei Drittel der befragten Unternehmen arbeiten bereits aktiv an der Digitalisierung und Vernetzung ihrer Wertschöpfungskette.

Doch damit steigen auch die Sicherheitsanforderungen. Schon jetzt sind moderne Produktionsanlagen miteinander vernetzt. Im Zuge von Industrie 4.0 entwickeln sich Produktionsnetze zunehmend zu Unternehmensnetzwerken oder

gar zu Netzen mit externen Firmen weiter. Das eröffnet neue Möglichkeiten, Industrieanlagen anzugreifen. Neben Viren und Trojanern bedrohen maßgeschneiderte Schadprogramme die über das Internet verbundene Fertigung. Sie können Anlagenparameter ausspionieren, Maschinen fremdsteuern, Steuerungen manipulieren oder Prozesse lahmlegen.

Dass dies keine düsteren Zukunftsvisionen sind, sondern bereits Realität, zeigte der Computervirus Stuxnet, der speziell entwickelt wurde, um Industrieanlagen zu befallen. Und auch im Sicherheitsbericht des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) sind Beispiele zu finden, wie gefährlich Attacken auf Produktionsstätten sein können. So gelang es Hackern, die Kontrolle über einen Hochofen in einem Stahlwerk zu übernehmen. Die Folge: Der Hochofen ließ sich nicht mehr herunterfahren und die gesamte Anlage wurde beschädigt.

Schon jetzt verursachen Cyberattacken Produktionsausfälle. Und mit der zunehmenden Vernetzung steigt die Gefahr. Um Sicherheitslücken aufdecken und zuverlässig schließen zu können, bedarf es ausgefeilter Netztechnik und effektiver Prüfmethode. Mit einem speziell für Produktions- und Automatisierungstechnik ausgestatteten IT-Sicherheitslabor bietet das Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB in Karlsruhe eine gesicherte Testumgebung, um potenzielle Angriffe auf Produktionsnetze nachzustellen,

Ob Verkehrsdienstleistungen, Produktion, Logistik...
© iStockphoto, shutterstock, Thomas Ernsting

...Handel oder Pharmaentwicklung – die Digitalisierung verändert die Wirtschaft immens.
© iStockphoto



die Auswirkungen zu untersuchen und so Strategien und geeignete Abwehrmaßnahmen abzuleiten. Die Forscher können darüber hinaus auch die Sicherheitsfunktionen der gängigen Kommunikationsstandards und -protokolle für industrielle Automatisierungssysteme bewerten. Das IT-Sicherheitslabor verfügt über eine eigene Modellfabrik mit realen Automatisierungskomponenten, die eine simulierte Produktionsanlage samt Förderbändern, Elektromotoren, Roboter und Hebeeinrichtungen steuern. Alle Netzwerk-Ebenen einer Produktionsstätte sind mit typischen Komponenten vorhanden, darunter Firewalls, Schaltungen und kabellose Bauteile. Eine eigene Private Cloud erlaubt es den Forscherinnen und Forschern des IOSB, unterschiedliche Konfigurationen flexibel einzurichten und die Modellfabrik auf verschiedene Szenarien einzustellen.

Fraunhofer-Wissenschaftler arbeiten bereits an konkreten Lösungen, um die Industrie 4.0 sicher zu machen. So entwickelten Experten vom Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC im München gemeinsam mit ihren Kollegen von Infineon Technologies ein Konzept, das SPS-basierte Industriesteuerungssysteme (speicherprogrammierbare Steuerung) vor unerlaubtem Zugriff und Manipulation schützt. Die Lösung besteht aus Vertrauensankern, den Sicherheitschips der OPTIGA™ Trust Produktfamilie von Infineon und ergänzender Software. Die Chips erlauben nur solchen Bauteilen oder Maschinen Zugriff auf das System, die sich eindeutig

identifizieren lassen und als vertrauenswürdig gelten. Gefälschte Ersatzteile oder unerlaubte Reparaturwerkzeuge werden erkannt und abgewiesen. Die Lösung schützt darüber hinaus auch vor Manipulationen durch Schadsoftware, fehlerhafte Software-Aktualisierung und Datendiebstahl. Die Chips verschlüsseln und sichern sensible Daten. So wird die SPS-Programmierung und damit wertvolles geistiges Eigentum sowie Prozess-Know-how vor Diebstahl geschützt.

Baukasten für industrielle IT-Sicherheit

Um industrielle Anlagen und IT-Komponenten besser schützen zu können, konzipierten Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer-Instituts für Sichere Informationstechnologie SIT in Darmstadt die hardwarebasierte Lösung »Trusted Production Platform as a Service«. Damit lassen sich industrielle IT-Netze, Produktionsdaten und Prozesse modular absichern und kontrollieren. Für die Sicherheit industrieller IT-Netze sorgt das »Trusted Core Network« (TCN). Das TCN basiert auf einer Peer-to-Peer-Infrastruktur, die in der Lage ist, die Identität und den Zustand von Netzknotten zu prüfen. Weicht ein Knoten vom vorgegebenen Sollzustand ab, schlägt das System Alarm und schließt manipulierte Netzknotten von der Kommunikation aus. Das TCN verwendet das standardisierte Trusted Platform Module TPM als Vertrauensanker, um Gerätezustand und -identität verlässlich prüfen zu können. Auf jedem Gerät befindet sich ein solches Modul, das Informativ



onen zur erlaubten Software und anderen relevanten Teilen der Konfiguration gespeichert hat. Anhand dieser Daten können Router alle Geräte in der Nachbarschaft prüfen. Die Trusted Production Platform verfügt zudem über ein digitales Rechte-Management (Industrial Rights Management, IRM) zum Schutz der wertvollen Fabrikationsdaten. Damit lassen sich die Produktionsinformationen bereits bei der Entstehung verschlüsseln. Das Rechtemanagement regelt alle wichtigen Parameter des Auftrags und sorgt dafür, dass die Decodierung der Daten und Fertigung nur an dafür vorgesehenen Maschinen erfolgt.

Die Basis für all diese Sicherheitsmechanismen bilden Technologien zur Etablierung von Geräteidentitäten sowie der Sicherstellung der Geräteintegrität. Mit dem Trusted Platform Module (TPM) 2.0 wird im kommenden Jahr die nächste Generation an Hardwarebausteinen zur Identitäts- und Integritätssicherung in den Markt kommen. Der SIT »TPM Software Stack 2.0« in Kombination mit den »TPM Development Tools« stellen eine der ersten Implementierungen der zugehörigen Software und Middleware dar und bilden damit ein integriertes Framework zur Entwicklung innovativer Lösungen.

Neue Sicherheitslösungen werden auch für die Unternehmensnetze der Zukunft gebraucht. Denn immer mehr Firmen nutzen Software-defined Networking (SDN), um

ihre Computer-Netze flexibel zu managen. Damit lassen sich Router, Switches und Firewall-Komponenten zentral steuern. Das spart Zeit und Kosten. Der Nachteil: Für Hacker-Angriffe ist die zentral angesiedelte Controller-Ebene ein lohnendes Angriffsziel. Um die Sicherheit von SDN-Netzen prüfen zu können, entwickelten Experten am AISEC die Visualisierungssoftware »SENS«. Das Programm analysiert in Echtzeit die Kommunikation zwischen Controller und Anwendungen.

Um moderne Netzwerke besser abzusichern, erarbeitete das SIT die SDN-basierte Sicherheitslösung »OrchSec«, mit der sich Netzwerk-Angriffe automatisiert erkennen und abwehren lassen. Dabei werden die Vorteile von SDN genutzt, indem eine spezielle Schutz- bzw. Orchestrierungsschicht über die Ebene der Netzhardware und Nutzerdaten (Data Plane) und die Steuerungsebene der SDN-Controller (Control Plane) aufgesetzt wird. Einen Prototypen der Lösung realisierten die Experten bereits erfolgreich. Das System erkennt und bekämpft unter anderem »ARP Spoofing«, bei dem Hacker versuchen fremde Adressen zu übernehmen und Datenverkehr umzuleiten und abzuhören sowie verschiedene Arten von Denial of Service (DoS) Attacken, die darauf abzielen Netzkomponenten zu überlasten. Zusätzlich erlaubt eine Programmierschnittstelle das Erweitern von »OrchSec« mit beliebigen anderen Sicherheits- oder Management-Funktionen. ■

Mobile BroadBand (MBB)

Massive Machine Communications

Mobilfunk von morgen



Die nächste Generation Mobilfunknetze (5G) wird ultraschnell sein und eine tausendfach höhere Kapazität als heutige mobile Netze haben. So lassen sich künftig Milliarden Sensoren und Geräte im Internet der Dinge miteinander verbinden. Doch bis zum geplanten Start in fünf Jahren gibt es noch Einiges zu tun - Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher leisten dabei wertvolle Grundlagen.

Text: Chris Löwer

Auch wenn die wenigsten deutschen Handybesitzer bislang das noch löchrige Funknetz der vierten Generation (LTE) nutzen, arbeiten Experten bereits am Mobilfunk von morgen. Anbieter wie Huawei oder die Telekom erwarten die ersten 5G-Netze bereits in fünf Jahren. Der Funk soll extrem fix sein – bis zu 100-mal schneller als 4G – und Spitzenübertragungsraten von mehr als zehn Gigabit pro Sekunde bieten.

»Doch Geschwindigkeit ist bei der Mobilkommunikation der Zukunft nicht alles«, sagt Priv.-Doz. Dr. Gerhard Wunder vom Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut HHI in Berlin. »Auf was es zunehmend ankommt, sind geringere Latenzzeiten von weniger als einer Millisekunde, also ultraschnelle Reaktion.« Zudem müssen die künftigen Mobilfunknetze extrem verlässliche Verbindungen ermöglichen, die es mit kabelgebundenen Systemen aufnehmen können, und nicht zuletzt eine deutlich energieeffizientere Datenübertragung. Das alles wird 5G bieten. »Mit dem Standard soll das Internet der Dinge ermöglicht werden«, macht Wunder klar.

Netz für das Internet der Dinge

Vernetzte Fahrzeuge, Verkehrsleitsysteme, Haustechnik, smarte Stromnetze, innovative Gesundheitsversorgung und vor allem die vierte industrielle Revolution, die hochautomatisierte Industrie 4.0 – all das und noch viel mehr wird das Internet der Dinge (Internet of Things oder kurz IoT) bringen. Das Marktforschungsunter-

nehmen Gartner erwartet, dass bereits im Jahr 2020 etwa 26 Milliarden Geräte und Objekte sowie etwa 7 Milliarden Rechner, Tablets und Smartphones vernetzt sein werden. Das ist mit den bisherigen Netzen nicht mehr zu schaffen.

Der Mobilfunk der nächsten Generation muss einige Herausforderungen meistern können. »In künftigen Netzen wird eine Vielzahl von drahtlosen Geräten mit kleiner Sendeleistung und hohen Latenzanforderungen unkoordiniert auf den Mobilfunkkanal zugreifen«, erläutert Wunder. Während heute wenige Hundert Smartphones und Tablets eine Funkzelle ansteuern, werden es künftig mehrere Hunderttausend sein, schätzt der Fraunhofer-Forscher. Wichtige Grundlagen für Mobilfunk der fünften Generation wurden in dem kürzlich abgeschlossenen und als exzellent ausgezeichneten EU-Projekt »5GNOW« gelegt, das Wunder koordiniert hat. In 5GNOW, an dem auch Industriepartner wie der Netzwerkausrüster Alcatel-Lucent Bell beteiligt waren, ging es darum, die Architektur und Signalverarbeitung diesen Anforderungen anzupassen.

Noch werden alle Signale der Sender, etwa ein Video oder Steuerbefehle, synchronisiert. Das geschieht, indem die Informationen in eine charakteristische Wellenform der drahtlos übertragenen Funkwellen übersetzt werden, die Fachleute »orthogonal« nennen. So lassen sich die Signale dem Absender zuordnen und gezielt übertragen. »Geschieht dies Nutzer für Nutzer, klappt das ganz gut. Wenn aber eine Million User zeitgleich

funken, geht das nicht mehr«, erklärt Wunder. Die Lösung ist ein »asynchroner Zugriff«. Dabei schickt der Sender seine Daten einfach los. Die Informationen werden nicht mehr umgeformt, womit auch einzelne Signale nicht mehr sauber voneinander getrennt werden. Diesen Job übernimmt der Empfänger. Im Projekt 5GNOW wurde eine Methode entwickelt, die ihm das Erkennen und Trennen von Signalen ermöglicht, ohne dass vorher synchronisiert werden müsste. Damit erklärt sich auch der doppeldeutige Name des Projektes »NOW«: Er steht nicht nur für das englische »Jetzt«, sondern für »nicht orthogonale Wellenform«, kurz NOW.

Extrem kurze Reaktionszeiten

»Damit ist das Fundament für eine kommende Standardisierung gelegt worden«, sagt der Berliner Nachrichtentechniker. Außerdem hat das Projekt den Stein zur weiteren Entwicklung ins Rollen gebracht. In Europa wird das Thema nun mit dem Advanced 5G Infrastructure Public-Private Partnership Programm (5GPPP) der Europäischen Kommission weiter vorangetrieben, an dem auch Fraunhofer beteiligt ist. Die Ideen aus 5GNOW werden seit Juni auch im 5GPPP-Projekt FANTASTIC-5G weiterverfolgt, mit dem Ziel, eine 5G-Luftschnittstelle zu entwickeln und zur Standardisierung zu bringen. »5GNOW hat für diese Projekte den Boden bereitet, indem wir zeigen konnten, dass die alternativen Wellenformen die erforderliche Robustheit und die Latenz bieten, um einen effizienten funkgestützten Zugang für

Mission Critical Communications



Broadcast/Multicast Services

Vehicle-to-infrastructure/
Vehicle-to-Vehicle
 www.5gnow.eu
 www.fantastic5g.eu

5G gibt Einblicke in die
Netzwerk von morgen.

das Internet der Dinge und das taktile Internet zu ermöglichen«, betont Wunder. »Taktile« wird das Netz durch extrem kurze Reaktionszeiten von etwa einer Millisekunde, so dass sich zum Beispiel Maschinen aus der Ferne vom Monitor aus bedienen lassen, als ob man vor Ort Knöpfe drücken würde. Diese nicht wahrnehmbare Verzögerung ist eine wichtige Voraussetzung für die Echtzeitkommunikation, ohne die wiederum das Internet der Dinge nie laufen lernen würde.

Damit sind etliche neue Anwendungen und Märkte denkbar. Fast jeder Lebensbereich könnte davon profitieren: vom smarten Wohnen über E-Health bis hin zu intelligenter Logistik und Verkehrssteuerung. »Es wird auch den Nutzern von


Smartphones künftig nicht nur um Inhalte gehen, sondern darum, dass sie mit ihrem Gerät Dinge des Alltags steuern«, sagt Wunder. Das Handy würde dann zum Allround-Echtzeit-Controller.

Die Experten des HHI arbeiten noch in einem weiteren Projekt am Mobilfunk der Zukunft mit. Sie sind beteiligt an dem von Samsung koordinierten Projekt mmMAGIC, das darauf zielt, Millimeterwellen-Technologien für 5G zu standardisieren. Denn die 5G-Mobilfunkzugangstechnologie wird voraussichtlich in einem Frequenzbereich von 6 und 100 GHz arbeiten und somit Millimeterwellen-Frequenzen einschließen. Derart hohe Frequenzen für die Mobilkommunikation zu verwenden, ist technisch anspruchs-

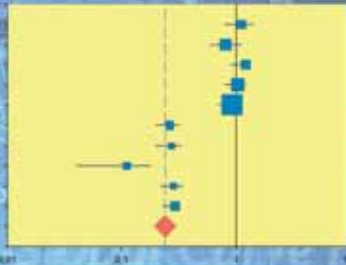
voll, aber nötig, damit die extrem breitbandigen Dienste mit niedrigen Ende-zu-Ende-Latenzen unterstützt werden können.

Um die neuen Technologien testen zu können, haben Experten am Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS in Berlin am Kompetenzzentrum Next Generation Network Infrastructures NGNI einen 5G Playground aufgebaut. Diese Spielwiese schafft eine Forschungs- und Testumgebung für Wissenschaftler sowie Entwickler aus aller Welt, um an dem neuen Funkstandard zu feilen. Hier können Ideen und Prototypen erprobt, demonstriert und validiert werden. Die Zukunft des Mobilfunks hat begonnen – und zwar jetzt. ■

Der einfachste Weg, Daten zu analysieren und präsentieren!



Forest Plot Ratio



www.systat.de/FM.html

Neu!
Version 13

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

(Bitte FM0116 angeben)

Der Fernsehsound der Zukunft

3D-Klang, individuelle Auswahl des Tonkanals - die nächste Fernseh-Generation Ultra High Definition Television (UHDTV) bringt nicht nur gestochen scharfe Bilder auf die TV-Geräte, sondern auch perfekten Klang. Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher entwickelten ein TV-Audiosystem basierend auf dem Standard MPEG-H 3D Audio, das die Grundlage für den Fernsehsound der Zukunft legt.

Text: Birgit Niesing



MPEG-H 3D Audio Standard erlaubt es dem Fernsehpublikum zukünftig, den Ton individuell anzupassen. So können Zuschauer die Lautstärke von Dialogen und Hintergrundgeräuschen unabhängig voneinander einstellen. © Fraunhofer IIS/Boxler/Schilling

Mit der neuen Audiothechnologie wird das heimische Wohnzimmer bei Sportübertragungen zum Stadion: Die Zuschauer fühlen sich dank 3D-Ton nicht nur mitten in das Geschehen auf dem Spielfeld versetzt, sondern sie können auch zwischen verschiedenen Audioelementen auswählen und so zum Beispiel zwischen dem Kommentar der Heim- oder Gastmannschaft wechseln oder die Stadionatmosphäre pur genießen. Dank des neuen Audiostandards MPEG-H 3D Audio kann künftig jeder Zuschauer auch eigenständig die Lautstärke der Kommentatoren regeln – und das unabhängig von der Stadionatmosphäre.

»Die individuelle Einstellung des Tons erfolgt auch durch den Nutzer auf dem Fernseher zuhause und nicht wie bisher ausschließlich vom Sender. Diese Technik nennt man objektbasierte Audioübertragung«, erläutert Matthias Rose vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen, das die Technologie federführend entwickelt. Zudem ermöglicht die neue Technik auch – bei entsprechender Ausstattung mit Lautsprechern – ein dreidimensionales Klangerlebnis im heimischen Wohnzimmer. »So ist der Zuschauer viel stärker in die Handlung eingebunden«, betont Rose.

Der MPEG-H 3D Audio Standard bietet verschiedene Möglichkeiten, den Ton zu übermitteln: Die einzelnen Audiokanäle können – wie bisher auch – direkt übertragen werden oder als szenenbasierte Darstellung des Audiosignals (Higher Order Ambisonics). Zusätzlich lassen sich die einzelnen Elemente des Audiosignals als Audioobjekte senden. »In der Praxis ist zu erwarten, dass sich das Audiosignal künftig aus einer kanal- oder szenenbasierten Beschreibung von Musik und Effekten, dem Klangbett und einigen Audioobjekten, die hauptsächlich Sprachelemente enthalten, zusammensetzen wird«, sagt Rose.

Bis der Fernsehzuschauer den neuen Sound im heimischen Wohnzimmer genießen kann, wird es allerdings noch ein paar Jahre dauern. Zunächst wird die neue Technologie für den Einsatz im Rundfunk standardisiert, bevor sie dann von den Sendern genutzt und von den Geräteherstellern eingebaut werden kann. ■

Podcast online:
www.fraunhofer.de/audio

HAUSTIER.



UPDATE FÜR DEN KOPF

Algorithmen bestimmen unser Leben. Wir verlieben uns in künstliche Intelligenz. Unsere Hausroboter programmieren wir selber. Und der Postbote ist bald eine Drohne.

WIRED zeigt, was es heute schon gibt und was morgen kommt.

TÄGLICH ONLINE
UND AM KIOSK

IDEEN/
TECHNOLOGIE/
KULTUR/
WIRTSCHAFT



Während der Nutzer das Bild herkömmlicher Kameras mit einer Zeitverzögerung von etwa zwei Sekunden sehen würde, präsentiert sich ihm auf dem Tablet jeweils das gleiche Bild wie auf der Bühne. © Fraunhofer IIS

Eine Geschichte aus mehreren Kameraperspektiven zu erzählen, ist meist aufwändig. Nicht so mit dem mobilen Produktionssystem HIGGS. Die Mini-Kameras sind im Handumdrehen aufgestellt. Und über die zugehörige App lässt sich das Material in Echtzeit schneiden und live ins Internet streamen.

Text: Janine van Ackeren und Birgit Niesing

Skateboardfahrt aus der Perspektive der Helmkamera: Mit Schwung geht es in die Halfpipe, die Steilwand hoch, oben an der Stahlkante ein kurzer Stopp. Schnitt auf die Großaufnahme, die das konzentrierte Gesicht des Skateboarders zeigt. Danach schneller Wechsel auf die Totale mit den jubelnden Fans.

Was sich wie ein Drehbuch für eine aufwändige Filmproduktion liest, ist eine Liveübertragung. Oder besser gesagt: eine qualitativ hochwertige und gleichzeitig kostengünstige Videoproduktion, die sich in Echtzeit auf verschiedene Videoplattformen im Internet oder auf die eigene Website übertragen lässt. Möglich macht dies das Multi-Kamera Video Publishing System HIGGS, das Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen entwickelt haben.

Verzögerungsfreies Live-Streaming

Das System besteht aus bis zu fünf einzelnen miniaturisierten intelligenten Kameras. Diese kabellosen Hardwarekomponenten lassen sich flexibel installieren und ermöglichen so einen Blick aus unterschiedlichen Perspektiven auf das Szenario. Als

Mischpult dient eine App auf einem Tablet-PC. Über diese kann der Nutzer nicht nur die verschiedenen Kameras bedienen, sondern auch das Video mit wenigen Klicks in Echtzeit zusammenschneiden und live ins Internet streamen – und zwar in HD-Auflösung.

»Mit HIGGS können Anwender ihre ganz persönliche Geschichte erzählen, und das aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Das war bisher nicht möglich«, sagt Wolfgang Thieme, Gruppenleiter Digitale Kamerasysteme am IIS. Das Kamerasystem ist vor allem für den semiprofessionellen Einsatz interessant. Es eignet sich etwa zum Filmen von kleineren Musikkonzerten, Sportveranstaltungen wie Skateboardevents in der Halle oder Fußballpartien in der Hobbyliga, bei denen sich eine Übertragung normalerweise nicht lohnt. Es kann aber auch bei Großproduktionen eingesetzt werden, etwa um Inhalte für den Second Screen zu generieren.

Bei zwei Veranstaltungen haben die Experten aus dem IIS ihre Entwicklung bereits erfolgreich eingesetzt: bei der Veranstaltung »Deine neue Lieblingsband« im Erlanger Kulturzentrum »E-Werk« und gemeinsam mit Startup Grind für ein Interview in Berlin. ■

MEMBERSHIP

MEMBERSHIP.WIRED.DE

KEIN UPDATE MEHR VERPASSEN!

Ihr Update für den Kopf: die WIRED Membership

Als WIRED Member werden Sie Teil der WIRED Community und können zusätzlich zum Heft, das Sie frei Haus erhalten, exklusive Multimedia-Reportagen und Hintergrundartikel auf WIRED.de lesen und für Freunde freischalten. Dazu, immer wieder bevorzugte Einladungen und Konditionen für Konferenzen, Workshops, Members-Only-Events u.v.m.

1 JAHR WIRED
+
GESCHENK
NUR
27€



4x



EXTRA-BONUS:

Dezember-Ausgabe kostenlos vorab

Inkl. Onlinezugang
auf WIRED.de

Nur für kurze Zeit!

Sichern Sie sich das limitierte WIRED T-Shirt
als Geschenk zu Ihrer WIRED Membership.

ALS WIRED MEMBER PROFITIEREN!

- W+ 1 Jahr WIRED für nur 27€ plus Geschenk
- W+ Exklusiver Online-Zugang und Vorteile auf WIRED.de
- W+ Jetzt bestellen unter 0781 / 639 45 12 oder WIRED.de/weiter.vorn



Versand der Ware erst nach Zahlung des Membershippreises. Angebot gilt nur in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Nur solange Vorrat reicht. 1 Jahr WIRED (4 Ausgaben) nur 27 € (A: 27 €, CH: 39 SFR). Nach Ablauf des ersten Jahres ist die Membership jederzeit kündbar. (Alle Preise inkl. MwSt. und Versand) Selbstverständlich können Sie der Nutzung und Verarbeitung Ihrer Daten für Werbung oder Markt- und Meinungsforschung jederzeit kostenlos widersprechen.

WIRED

UPDATE FÜR DEN KOPF

Smarte Fernseher sind mit dem Internet verbunden und verschicken Daten.
© IStockphoto



Spionage im Wohnzimmer

My home is my castle: Die eigenen vier Wände sind der Inbegriff von Privatheit und geschütztem Raum. Doch Smart-TVs, »intelligente« Haushaltsgeräte und Wearables sind mit dem Internet verbunden und senden unsere Daten in die Welt – oftmals ohne unser Wissen.

Text: Janine van Ackeren

Forum Privatheit

Wie kann man die Privatheit schützen? Mit dieser Frage setzen sich nationale und internationale Experten im Forum Privatheit auseinander. Koordiniert wird das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt durch das ISI. Partner sind das Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie SIT, verschiedene Universitäten und das Unabhängige Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein.



www.forum-privatheit.de

Ab in die Jogginghose, dann auf die Couch und einen gemütlichen Fernsehabend mit der Familie oder Freunden verbringen. Zuhause fühlen wir uns sicher und unbeobachtet. Was man hier macht, sagt und tut, bleibt in den eigenen vier Wänden. Ob das auch in Zukunft noch so gilt, ist nicht sicher. Denn nach Meinung verschiedener Wissenschaftler ist unsere Privatsphäre bedroht, sogar im heimischen Wohnzimmer.

Smarte Fernseher sind Computer

»In Zeiten des Smart-TVs ist ein Fernseher nicht länger nur ein TV-Gerät, sondern ein versteckter Computer, der Daten an internationale Unternehmen sendet. Schon beim gewöhnlichen Fernsehen erheben sie Nutzungs- und Verhaltensdaten und ermöglichen über Foto-, Audio- und Videoaufnahmen sogar eine persönliche Identifikation«, erklärt Dr. Michael Friedewald, Geschäftsfeldleiter am Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI in Karlsruhe. Im White Paper »Das versteckte Internet« skizzieren die Expertinnen und Experten des Forschungsverbands »Forum Privatheit und selbstbestimmtes Leben in der digitalen Welt« (siehe Kasten) problematische Aspekte smarter Technologien. Das Paper soll der breiten Bevölkerung bewusst machen, wie viele Daten ohne das Wissen des Betroffenen an Dritte gesendet werden. Die Experten konzentrierten sich dabei auf die drei Anwendungsbereiche Smart TV, intelligente Autos sowie neue Endgeräte wie Smart Watches, die direkt am Körper getragen werden.

»Smart-TVs sind Fernseher, die mit Computer-Prozessoren ausgestattet wurden. Über diese bieten die Hersteller zahlreiche Services an – teilweise finanzieren sie diese über die Nutzerdaten quer – auch wenn dies meist mit den besten Absichten geschieht«, ergänzt Friedewald.

»Innerhalb weniger Jahre wird nahezu jeder Haushalt ein solches vermeintliches Spionagegerät im Wohnzimmer stehen haben.« Den Nutzern allerdings ist meist nicht bewusst, dass sie mit dem Anschaltknopf des Fernsehers weitaus mehr einschalten als das reine Massenmedium. Und noch weniger können sie nachvollziehen, wie viele Daten wo, wann und zu welchem Zweck erhoben und genutzt werden – und zu wem diese persönlichen Informationen fließen. Auf den ersten Blick mag der Gedanke an Spionage via Fernseher absurd erscheinen. Taucht man jedoch etwas tiefer in die Materie ein,

zeichnet sich ein anderes Bild: Möchte der Nutzer bestimmte Anwendungen im Fernseher nutzen, muss er sich dafür registrieren. Auch das Smart-TV selbst meldet sich mit einer IP-Adresse im Netz an. Dann können die Nutzer wie mit einer Art übermäßigem Smartphone nach Belieben Apps herunterladen, Emails lesen, Einkäufe tätigen. Die Daten, die der Fernseher sammelt, könnten einerseits bei Sendeanstalten landen, um die Einschaltquoten genauer zu erfassen. Problematischer ist: Die Daten können auch zu Google als Anbieter der Android-Plattform, anderen Anbietern der Softwareplattform sowie zum Hersteller des Fernsehgeräts gelangen. »Die Gerätehersteller sitzen vielfach in Asien. Sie wissen teilweise nicht, welche Datenschutzkultur hierzulande besteht – da ist man ohne Absicht schnell in einer Grauzone«, bestätigt Friedewald. Sind die Daten erst einmal übertragen, lässt sich kaum noch nachvollziehen, was mit ihnen geschieht.

Welch drastische Ausmaße dies haben kann, zeigt ein Beispiel: Einige TV-Geräte und Spielekonsolen werden bereits serienmäßig mit einer Kamera und Mikrofonen ausgeliefert. Sie machen die Fernbedienung überflüssig – es reichen Gesten oder eine Spracheingabe, um beispielsweise die Kanäle zu wechseln oder die Lautstärke zu ändern. Möchte man die Audio- oder Videofunktion nutzen, müssen diese ständig eingeschaltet sein. Aber was geschieht mit den Videos und Sprachaufnahmen? Würde man es merken, wenn sie in fremde Hände gelangen?

Smart-Watches haben Zugriff auf persönliche Daten

Der smarte Fernseher ist allerdings nur eines der Beispiele für die Entwicklung – ähnliche Probleme tauchen etwa beim »intelligenten« Kühlschrank und der schlaun Lichtsteuerung auf. Kurzum: bei Endgeräten, die heute in vielen Haushalten Einzug finden. Auch Smart-Watches und intelligente Fitness-Armbänder sind in puncto Datenschutz durchaus mit Vorsicht zu genießen: So könnten Krankenkassen über die individuellen Gewohnheiten des Nutzers zwar mit reduzierten Beiträgen locken, ebenso gut aber Fehlverhalten über die gesammelten Daten nachweisen und eine Kostenübernahme verweigern. Auch vernetzte Autos können Informationen über Fahrstil, Aufenthaltsort oder Fahrstrecke sammeln. Daraus lassen sich persönliche Merkmale

und Gewohnheiten der Nutzer ableiten. »Die Zahl der Akteure, die potentiell auf personenbezogene Daten zugreifen können, erweitert sich jedenfalls immens«, gibt Friedewald zu bedenken.

Privatheit schützen

Das Problem an der Sache: Bislang mangelt es vielen Herstellern von Smart TVs, Wearables und vernetzten Autos an einer Datenschutzkultur. »Möchte man die Privatheit schützen, sind verschiedene Akteure gefragt: Industrie, Politik und natürlich auch die Nutzer«, sagt Friedewald. »Ein erster Ansatz besteht in der Transparenz: Der Nutzer muss wissen, welche Datentransfers im Hintergrund laufen und dies beeinflussen können.« Ähnlich wie bei einem Smartphone, bei dem etwa der Hinweis aufpoppt: »Die App XY möchte auf ihre Kontaktdaten zugreifen«. Der Anwender kann dem zustimmen oder aber den Zugriff verweigern. Bei neu gekauften Geräten sollten zunächst einmal alle Funktionen ausgeschaltet sein, die Informationen übermitteln. Möchte der Nutzer sie anwenden, muss er den Datentransfer bewusst freigeben. Man spricht bei solchen Voreinstellungen auch von »Privacy by Default«. Zudem sollte die Technik selbst sicherstellen, dass der Datenschutz eingehalten wird. Sprich: Die Privatheit des Nutzers sollte während der gesamten Entwicklungsphase im Fokus (Privacy by Design) stehen.

Auch die Politik ist in der Pflicht: Sie begegnet dem Problem mit der Datenschutzgrundverordnung. Diese liefert eine einheitliche gesetzliche Grundlage für den Datenschutz in Europa. Die Essenz: Egal wo ein Unternehmer sitzt, er muss den Datenschutz desjenigen Landes einhalten, in dem er seinen Dienst anbietet. Für Google beispielsweise hieße das: Das Unternehmen kann sich nicht mehr darauf berufen, in den USA zu sitzen. Bieten sie ihre Dienste in Deutschland an, gilt der deutsche Datenschutz. Bereits vor einigen Wochen hat der Europäische Gerichtshof das Safe-Harbor-Abkommen für ungültig erklärt, nach dem bislang personenbezogene Daten an Firmen in den USA übertragen werden konnten, da davon ausgegangen wurde, dass die USA gleichwertige Datenschutzstandards gewähren, wie sie auch innerhalb der EU herrschen. ■

 Podcast online:
www.fraunhofer.de/audio

Verschlüsselte E-Mails für jedermann

Fraunhofer und Telekom bieten Privatanutzern künftig eine einfache kostenlose Verschlüsselung ihrer elektronischen Kommunikation an.

Text: Birgit Niesing

Mit der Volksverschlüsselung lassen sich chiffrierte E-Mails leicht erstellen.
© iStockphoto



E-Mails verschicken ist kinderleicht. Sie sicher verschlüsseln, um zu verhindern, dass unberechtigte Dritte die Nachrichten mitlesen können, erfordert bislang jedoch einiges Know-how. Das soll sich ändern: Die Deutsche Telekom und das Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie SIT bieten künftig eine einfache Möglichkeit, um E-Mails zu verschlüsseln. Die Volksverschlüsselung ist eine Entwicklung von Fraunhofer, die Deutsche Telekom betreibt die Lösung in einem Hochsicherheits-Rechenzentrum. Die Software soll im ersten Halbjahr 2016 verfügbar sein und wird nach ihrem Start sukzessive ausgebaut und erweitert.

Das Kernstück der Volksverschlüsselung ist eine Software, das VV-Programm. Sie ermöglicht es, die notwendigen Schlüssel zu erzeugen, zertifizieren zu lassen und zu verteilen. Aber wie funktioniert das in der Praxis? Um chiffrierte E-Mails verschicken zu können, muss man das

Volksverschlüsselung-Programm installieren und sich identifizieren, etwa über die etablierten Anmeldeverfahren der Deutschen Telekom oder mit Hilfe des elektronischen Personalausweises. Die Software erzeugt dann auf dem Gerät des Nutzers die kryptographischen Schlüssel, mit denen sich E-Mails und Daten verschlüsseln und signieren lassen. Für die eigentliche Chiffrierung brauchen die meisten Nutzer kein neues Programm, denn fast alle E-Mailprogramme können von Haus aus verschlüsseln, wenn entsprechende Schlüssel vorhanden sind. So lassen sich auch ohne besondere IT-Kenntnisse verschlüsselte E-Mails verschicken.

»Mit der Volksverschlüsselung wollen wir kryptographische Methoden, die in der Forschung etabliert sind, endlich allen Menschen zugänglich machen«, betont der Leiter des SIT, Professor Michael Waidner. Welche besonderen Vorteile das Verfahren bietet, beschreibt Dr. Thomas Kremer, Datenschutzvorstand der

Deutschen Telekom: »Die Volksverschlüsselung ist kostenlos, unkompliziert und transparent. Für uns das beste Werkzeug, um eine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung von E-Mails in der breiten Bevölkerung zu verankern.«

 www.volksverschlueselung.de

Mit der Volksverschlüsselung können im ersten Schritt Windows-Nutzer über E-Mailprogramme wie Outlook oder Thunderbird verschlüsselt per E-Mail kommunizieren. In weiteren Schritten sind Versionen für Mac OS X, Linux, iOS und Android geplant. Die Software unterstützt zunächst den S/MIME-Standard, in einem nächsten Schritt wird sie zusätzlich OpenPGP unterstützen. Fraunhofer wird den Quellcode nach Veröffentlichung der Software allgemein zur Verfügung stellen. So können sich Experten selbst davon überzeugen, dass die Volksverschlüsselung keine Hintertüren hat. ■



JETZT ANMELDEN
01.-02. März 2016



KONGRESS

01.-02. März 2016
SpreePalais am Dom, Berlin

www.forum-elektromobilitaet.de/kongress

powered by

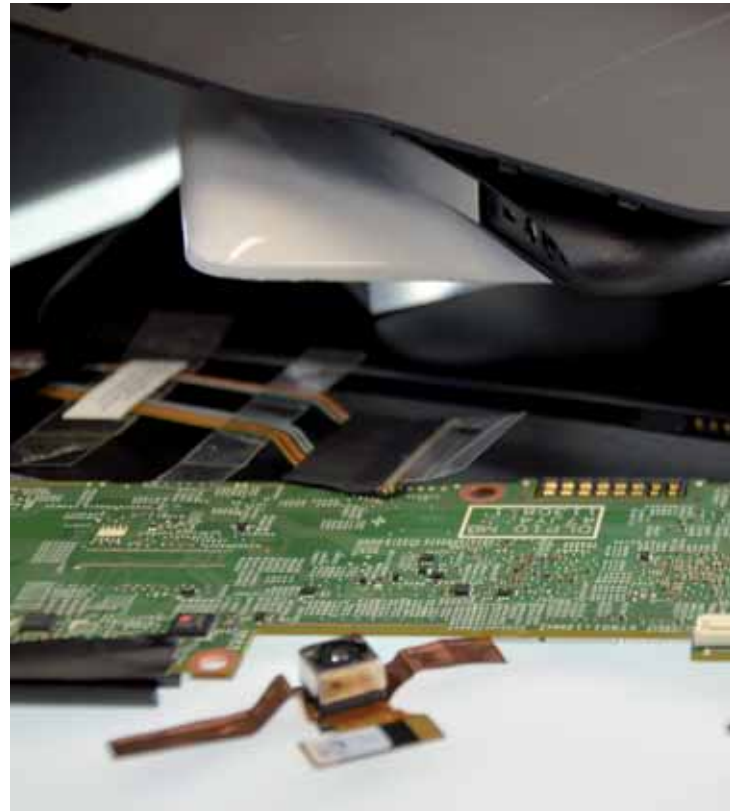
 **Fraunhofer**

Rohstoffquelle Elektroschrott

Ausgediente Elektronikgeräte sind eine Rohstoffquelle. Allerdings werden immer noch nicht alle wertvollen Materialien – wie etwa Kunststoffe – wiederverwendet. Das soll das EU-Projekt CloseWEEE nun ändern.

Text: Eva Baumgärtner

Wertvolle Materialien zu recyceln – darum geht es bei CloseWEEE. © Karsten Schischke/Fraunhofer IZM



Aussortierte Handys, PCs, Fernseher, Tablets, Toaster, Kühlschränke und Co. – immer mehr elektrische und elektronische Geräte landen im Müll. Fast 3,5 Millionen Tonnen Elektroschrott werden pro Jahr in Europa gesammelt. Ein Großteil davon – 777 000 Tonnen – stammt aus Deutschland. Das hat das Statistikportal Statista ermittelt. Um die zunehmende Menge an Elektronikschrott zu reduzieren und Wertstoffe wiederzuverwerten, erließ die Europäische Union bereits vor Jahren die Richtlinie »Waste Electrical and Electronic Equipment«. Allerdings gehen immer noch wertvolle Materialien verloren. Hier setzt das Verbundprojekt »CloseWEEE« (siehe Kasten) an, das Forscherinnen und Forscher des Berliner Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM initiierten. »Es geht darum, Lücken in der Kreislaufwirtschaft zu schließen, die von der Richtlinie unberücksichtigt bleiben«, erklärt Karsten Schischke vom IZM, der das Projekt koordiniert. CloseWEEE hat den gesamten Lebenszyklus eines Elektronikgeräts im Blick und bringt Projektpartner der gesamten Wertschöpfungskette an einen Tisch.

Handarbeit fördern

Das erste Glied in der Recyclingkette ist die Demontage der Elektroaltgeräte. Um die Masse an Elektroschrott zu bewältigen, werden derzeit die meisten Altgeräte einfach geschred-

dert. Das ist kostengünstig und erfordert kaum Personal. Der Nachteil: Aus dem zerkleinerten Elektroschrott lassen sich die verschiedenen Materialien kaum noch sortenrein trennen. Anders sähe es aus, wenn die Geräte von Hand auseinandergebaut werden. Dann ließen sich die unterschiedlichen Werkstoffe leichter sortieren und besser wiederverwerten. Doch Handarbeit ist aufwändig und teuer. Um sie rentabel zu machen, muss die Zerlegung vereinfacht und beschleunigt werden. Dabei soll künftig eine Online-Datenbank mit Anleitungen helfen, die zeigen, wie sich Geräte zügig auseinanderbauen lassen. Entwickelt wird das »Recycling Information Center« von dem Reparatur-Unternehmen iFixit und dem Demontage- und Recycling-Zentrum in Wien. Macht beispielsweise das Zerlegen eines Notebooks Schwierigkeiten, kann man einfach den Namen des Modells in die Datenbank eingeben, und schon erscheint die exakte Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Demontage. Doch auch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Recyclingbetriebe sollen ihre Erfahrungen einbringen. Die Vision ist, dass sie die Datenbank selbstständig mit technischen Anleitungen füttern und so auf dem neuesten Stand halten.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts ist es, kritische Rohstoffe aus Batterien zurückzugewinnen. Der Recyclingexperte Accurec arbeitet daran, wertvolle Materialien wie zum Bei-



Aus alt mach neu

Mit knapp sechs Millionen Euro wird CloseWEEE von der Europäischen Union durch das Forschungsprogramm »Horizon 2020« gefördert. Ziel ist es, die Kreislaufwirtschaft bei Elektroaltgeräten zu verbessern und wertvolle Ressourcen – wie den Kunststoff – hochwertig zu recyceln. Die Laufzeit des Projekts beträgt vier Jahre.

Die Projektteilnehmer von CloseWEEE

- Accurec Recycling GmbH, Deutschland/Batteri recycling
- Argus Additive Plastics GmbH, Deutschland/Additiv-Masterbatches
- Sitraplas GmbH, Deutschland/Kunststoffcompounds
- Coolrec B.V., Niederlande/Demontage und Recycling
- Demontage und Recycling-Zentrum, Österreich/Online-Datenbank
- Exergy Ltd, England/Umwelt-Consulting
- Fraunhofer IVV, Deutschland/CreaSolv-Prozess
- Fraunhofer IZM, Deutschland/Projekt- und wissenschaftliche Koordination
- GAIKER Centro Tecnológico, Spanien/Sensortechnik
- iFixit GmbH, Deutschland/Online-Datenbank
- Tecnalía, Spanien/Materialwissenschaft
- TP Vision Europe B.V., Belgien/Abnehmer
- Vertech Group, Frankreich/Umwelt-Consulting

 www.closeweee.eu

spiel Graphit aus dem Elektroschrott zu isolieren und wieder in den Kreislauf zu bringen.

Kunststoffe wiederverwerten

Kupfer, Aluminium, Eisen- und Edelmetalle aus alten Elektrogeräten werden bereits schon jetzt oft wiederverwertet. Anders sieht es allerdings bei Kunststoffen aus. »Bisher gibt es noch kaum Lösungen, um etwa die Gehäuse von Fernsehern oder Ähnliches hochwertig zu recyceln«, erklärt Schischke. Meist wird das Plastik nur energetisch verwertet – sprich verbrannt. Das will CloseWEEE ändern. Kunststoffe aus alten elektrischen und elektronischen Geräten sollen wieder in die Gehäusefertigung zurückfließen.

Das Potenzial ist groß: Pro Jahr landen mit Fernsehern, PC, Kühlschränken und Tablets etwa 175 000 Tonnen Kunststoffe im Müll. Doch diese Ressource zu nutzen, ist nicht einfach. Denn die Hersteller setzen eine Vielzahl von Mixturen ein, die untereinander oft nicht kompatibel sind. Das erschwert den Recyclingprozess. Geschreddert und dann gepresst, landen die unterschiedlichen Kunststofftypen alle zusammen in einem Container – oftmals verunreinigt mit Resten von Metall. Eine weitere Herausforderung sind die Flammschwermetalle in den Kunststoffen. Viele der ausgemuster-

ten Elektrogeräte enthalten umweltschädliche Bromverbindungen.

Die Idee der CloseWEEE-Experten: Sie wollen hochwertige Kunststoffmischungen aus Polycarbonaten und Acrylnitril Butadien Styrol (PC/ABS) gewinnen. Daran arbeitet das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV in Freising unter der Leitung von Dr. Martin Schlummer. Im eigen entwickelten »CreaSolv«-Prozess testet das Team unterschiedliche Verfahren, um die gewünschten Kunststoffe aus Stoffgemischen zu extrahieren. Die Experten nutzen Lösungsmittel, um die verschiedenen Kunststofftypen voneinander zu trennen und von umweltschädlichen Flammschwermetallen sowie weiteren Verunreinigungen zu befreien. Als Nebenprodukt wird dabei auch Antimon aus dem Abfall zurückgewonnen, ein wirtschaftsstrategisch wichtiges Metall für den Standort Europa. Das spanische Forschungsunternehmen Gaiker erprobt Detektions- und Sortierverfahren, um die Kunststoffe zu sortieren. Umgesetzt wird schließlich das Verfahren, das sich als wirtschaftlich erfolgreicher erweist.

Die gewonnenen Polymere sollen schließlich an den Projektpartner TP Vision gehen, der daraus Gehäuse für seine Fernsehgeräte fertigen lässt. Damit setzt CloseWEEE auf eine geschlossene Kreislaufwirtschaft. ■

Kraftstoff aus Abgasen



Treibstoffe und Chemikalien, die aus Abgasen gewonnen werden - eine charmante Vision, die helfen würde, Umwelt und Erdölressourcen zu schonen. Doch ist das auch zu realisieren? Im Labormaßstab ist das Fraunhofer-Forschern bereits gelungen. Sie fermentieren Abgase mit Hilfe genetisch veränderter Bakterienstämme zu Alkoholen und Aceton, setzen die Stoffe zu einem dieselartigen Zwischenprodukt um und stellen daraus Kerosin sowie Spezialchemikalien her. Wie das geht, erklären Dr. Stefan Jennewein, Dr. Axel Kraft und Kristian Kowollik.

Fraunhofer-Forscher arbeiten an Verfahren, um Kerosin aus Abgasen gewinnen zu können.
© shutterstock

Herr Dr. Jennewein, Sie nutzen die Bakterien Clostridien, um Abgase zu verwerten. Warum?

Jennewein: Clostridium ist eine sehr große Gattung von anaeroben Bakterien, die eine Vielfalt an industriell interessanten Biosynthesewegen besitzt. Sie können zum Beispiel Aceton, Butanol und weitere industriell relevante Chemikalien oder Biokraftstoffe synthetisieren. Für uns besonders interessant: Die Bakterien bauen mit ihrem Stoffwechsel Kohlendioxid zum Beispiel in Ethanol, Butanol oder Hexanol um. Am Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME ist es gelungen, die Mikroorganismen so zu verändern, dass sie sogar Aceton oder Isopropanol bilden. Diese Fermentationsprodukte sind wichtige Ausgangsstoffe für Kraftstoffe.

Das heißt, Bakterien können Abgase in Kraftstoff umwandeln?

Jennewein: Nicht direkt. Die Bakterien setzen Gas in Hexanol, Aceton oder Isopropanol um. In unserem speziellen Fall wird Synthesegas – ein Gemisch aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff – in Biomasse und die genannten Produkte umgesetzt. Die hier verwendete Fermentation stellt jedoch eine gewisse Besonderheit dar, da Synthesegas giftig und brennbar ist. Zudem haben wir die Bakterien so verändert, dass sie die gewünschten Produkte fermentieren. Dies ist uns mit der Entwicklung neuer genetischer Verfahren gelungen. Wir integrieren zum Beispiel große Gencluster effizient in das Clostridien-Genom. Mit anderen Worten: Die Bakterien fermentieren mittels Metabolic Engineering ausgehend von Synthesegas die von uns gewünschten Produkte, aus denen dann Kraftstoff hergestellt werden kann.

Wie werden die Produkte Hexanol, Butanol und Aceton weiterverarbeitet?

Kraft: Am Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT verdampfen wir das Gemisch aus der Fermentation zusammen mit dem noch enthaltenen Restwasser. In der Gasphase reagieren die Produkte an einem speziellen Katalysator, heraus kommt ein Produkt, das nach der Norm bereits Diesel ist

und als Schiffsdiesel eingesetzt werden kann. In weiteren Prozessschritten stellen wir dann Diesel her, der auch chemisch mit dem vergasertauglichen Kraftstoff identisch ist, der an Tankstellen angeboten wird. Nach einer einfachen Destillation kann aus dem Produkt hochwertiges Kerosin erzeugt werden.

Kraftstoffe sind aber nicht die einzigen Produkte, die aus dem Fermentationsprozess gewonnen werden?

Kowollik: Aus dem Koppelprodukt aus Aceton und den hergestellten Alkoholen stellen wir am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT Spezialchemikalien her – etwa Amine. Sie kommen in der Pharmaindustrie oder bei der Herstellung von Tensiden und Farbstoffen zum Einsatz.

Kraftstoff und Chemikalien aus Abgasen - warum hat man das eigentlich nicht schon früher ausprobiert?

Kraft: Bisher konnte die Realisierung der Fermentation von Synthesegas noch nicht in den industriellen Maßstab umgesetzt werden. Es gibt aber bereits eine Demonstrationsanlage für die Herstellung von Ethanol aus Synthesegas in einem Stahlkraftwerk in China.

Jennewein: Andere etablierte Fermentationsprozesse basieren auf Kohlenstoffquellen, die aus der Landwirtschaft kommen: Glukose, Glycerin, Molasse oder Saccharose. Diese Stoffe spielen beispielsweise bei der Fermentation von Antibiotika eine Rolle. Die Prozesse sind jedoch kaum vergleichbar mit einer Synthesegas-Fermentation.

Was ist das Besondere an ihrer Herangehensweise?

Jennewein: Die Synthesegas-Fermentation bietet einen innovativen Zugang zu neuen, großvolumigen Kohlenstoffquellen. Denn durch Biomasse allein werden wir das langsam zur Neige gehende Erdöl nicht ersetzen können. Mit Hilfe des neuen Verfahrens lassen sich die Abgase von Zementwerken oder Kohl- und Holz-Vergaser anzapfen. Außerdem bietet die Vergasung von Haus- und

Industriemüll weiteres Potenzial. Die Mengen, die somit zugänglich werden, sind gigantisch.

Kraft: Die künstlich gewonnenen Stoffe können wirtschaftlich wie Erdölprodukte eingesetzt werden. Große industrielle Anlagen bekommen außerdem das Problem mit dem Ausstoß von Kohlenmonoxid bzw. minderwertigen Synthesegasabgasen in den Griff. Denn der Preis fürs reine in die Luft Verpuffen wird weiter steigen.

Welche Herausforderungen müssen noch gemeistert werden, damit Ihre Vision Realität wird?

Kowollik: Die Technologie ist während eines Fraunhofer-internen Projekts der Vorlauforschung und in Einzelprojekten mit Industriepartnern entstanden. Aktuell funktioniert das patentierte Verfahren im Labormaßstab. Es werden aber noch einige Jahre Forschungs- und Überzeugungsarbeit nötig sein, um die Technologie in die Anwendung zu bringen. Aber der Wechsel von Rohstoffquellen ist nicht neu: Nach dem 2. Weltkrieg war es das billige Erdöl, das Schritt für Schritt die Kohle ersetzte. Synthesegase könnten eine alternative, ergänzende Rohstoffquelle sein. Von dieser Vision sind wir zwar noch ein Stück entfernt. Aber dass die Idee prinzipiell funktioniert und wirtschaftlich interessant sein könnte, haben wir im Labor gezeigt.

Jennewein: Wir müssen die Prozesse nun zusammen mit der Wirtschaft zu einer industriellen Relevanz führen. ■

Zur Person

Dr. Stefan Jennewein ist Abteilungsleiter für Industrielle Biotechnologie am Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME.

Dr. Axel Kraft leitet die Abteilung Bioraffinerie/Kraftstoffe am Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen.

Kristian Kowollik arbeitet in der Abteilung Umweltengineering am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT in Pfinztal.

Kampf dem Kurzschluss

Stromrichter für Solar- oder Windparks sollen haltbar sein und bei immer höheren Spannungen arbeiten. Zwar gibt es inzwischen robuste Bauteile, die diese Anforderungen erfüllen. Immer wieder aber versagen die keramischen Isolierschichten und es kommt zum Erdkurzschluss. Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher haben im Projekt »APEX« herausgefunden, wie sich die Keramiken optimieren lassen. Dabei zeigen schon kleine Änderungen im Produktionsprozess große Wirkung.

Text: Tim Schröder

Wenn die Sonne scheint und der Wind weht, liefern Photovoltaikanlagen und Windräder jede Menge Energie. Doch bevor die Energie in Form von Strom und Spannung ins Transportnetz eingespeist werden kann, um von den Solar- und Windparks zu den Verbrauchern zu gelangen, muss diese zunächst in Trafostationen umgewandelt werden – von Gleichstrom zu Wechselstrom oder von der Niederspannung auf die für den Ferntransport erforderliche Mittel- und Hochspannung. Diese Umwandlung übernehmen kleine Schaltmodule von der Größe eines Milchkartons, die in den Trafostationen zu Dutzenden in Reihe oder parallel geschaltet sind.

In den Modulen befinden sich Hochleistungshalbleiter, die so robust sind, dass sie mehrere Jahrzehnte lang im Einsatz sein können. Dennoch halten die Module in der Regel nicht so lange durch, weil andere Komponenten meist früher versagen, zum Beispiel die Verdrahtungen oder die Isolationsmaterialien wie die organische Vergussmasse oder die Isolationskeramik. Entwickler vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB in Erlangen haben deshalb untersucht, wie sich die Isolierschichten so optimieren lassen, dass sie länger halten und sogar höhere Belastungen ertragen können.

Im Projekt APEX, das mit 1,3 Millionen Euro vom Bundesforschungsministerium gefördert wurde, haben die Fraunhofer-Forscher gemeinsam mit dem Isoliersubstrathersteller Rogers Germa-

ny GmbH vor allem am Aufbau des Moduls gefeilt – wie sich zeigte, steckte der Teufel dabei im Detail. Die Stromrichter haben einen Sandwichaufbau. Die oberste Lage besteht aus einer Kupferschicht mit tiefgeätzten Gräben und Leiterbahnen, auf der die Halbleiterchips sitzen. Darunter liegt eine nur etwa 500 Mikrometer dünne Isolierschicht aus Keramik. Die Keramik wiederum ruht auf einer zweiten Kupferschicht. Die Basis bildet eine größere Kupferplatte, auf der der Sandwichaufbau festgelötet wird. Damit die Hochleistungsbauelemente nicht verschmutzen, werden die Halbleiterchips zusätzlich mit Silikon überzogen, das den Aufbau wie eine Haube schützt. »Ein solcher Schichtaufbau ist nötig, damit das Modul sicher arbeitet«, sagt IISB-Entwickler Christoph Friedrich Bayer. »Da sich die Halbleiter beim Schalten stark erhitzen, muss die Wärme schnell abgeführt werden, dazu dienen die Kupferschichten und die Keramik darunter.«

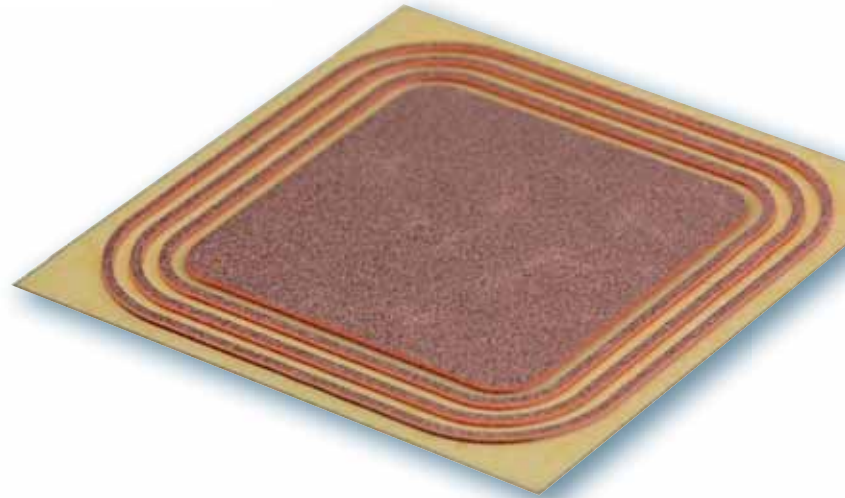
Sandwichstruktur aus Kupfer und Keramik

Das Problem: Zwischen der stromdurchflossenen Elektronik auf der Oberseite und der Kupferschicht und Bodenplatte auf der Unterseite baut sich wegen der hohen Spannungen ein permanentes elektrisches Feld mit hohen Stärken auf. Immerhin arbeitet ein solches Schaltmodul in der Trafostation eines Windparks mit einer Spannung von mindestens 6500 Volt. »Sowohl die Silikonschicht als auch die Keramik leiden unter den hohen Feldstärken«, ergänzt Uwe Waltrich,

der zusammen mit Christoph Friedrich Bayer die Entwicklung in APEX vorangetrieben hat. »Im Silikon oder in der Keramik gibt es immer wieder Fehlstellen wie zum Beispiel Materialfehler oder Luftbläschen, an denen das Material aufgrund der hohen Feldstärken langsam degradiert.« Wie bei einem steten Wassertropfen, der den Stein höhlt.

Zunächst analysierten Bayer und Waltrich mit einem physikalischen Computermodell, welche Bereiche des Moduls besonders betroffen sind. Es zeigte sich, dass vor allem der Rand des Moduls leidet, weil hier die höchsten Feldstärken herrschen. Auf der Moduloberseite wiederum sind die Kanten der geätzten Leiterbahnen besonders belastet. In diesen Bereichen können Fehlstellen in der Isolatorceramik oder im Silikon zum Problem werden. Wie bei einem winzigen Leck kommt es lokal zu einem Stromfluss, Fachleute sprechen von einer Teilentladung. Dadurch degeneriert das Material an dieser Stelle besonders stark, bis es irgendwann zu einem plötzlichen Durchschlag und Erdkurzschluss kommt.

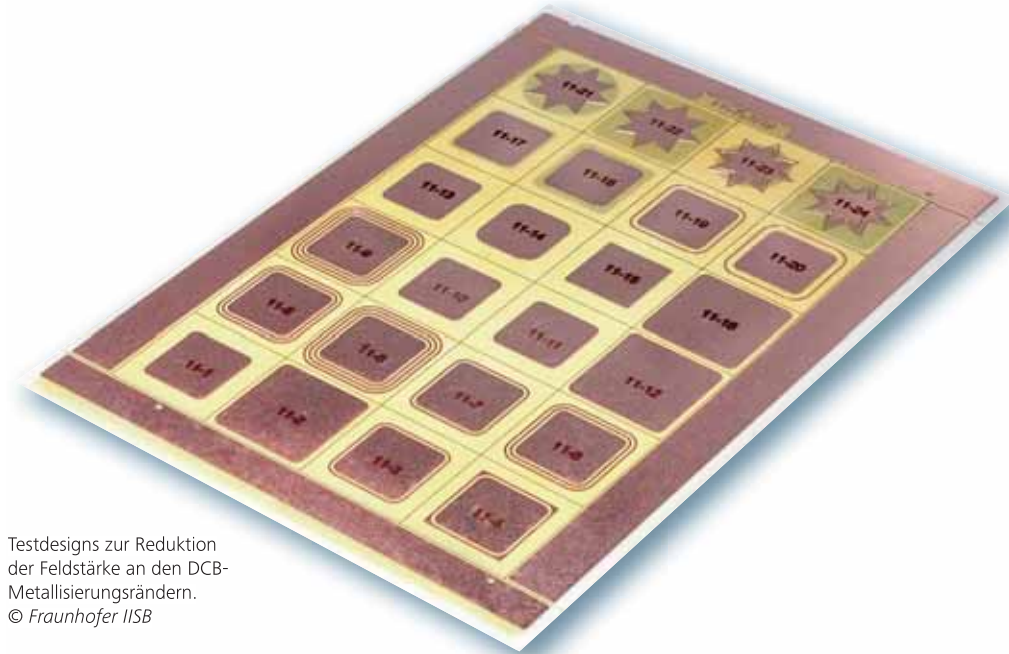
Um ihre Simulationsergebnisse zu überprüfen, maßen die Forscher anschließend die Stromrichter an den entsprechenden Stellen durch. Tatsächlich konnten sie nachweisen, dass die Teilentladung bei zunehmender Spannung direkt an den Kanten der Leiterbahnen und am Rande des Moduls am schnellsten einsetzt. Damit stellte sich die Frage, wie man künftig die Teilentladungen in den Schaltmodulen verrin-





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

**Pulse Forming
Networks**



Testdesigns zur Reduktion
der Feldstärke an den DCB-
Metallisierungsändern.
© Fraunhofer IISB

gert. Die Antwort ist verblüffend einfach: »Man muss lediglich die Fertigung der Bauteile ein wenig anpassen«, sagt Uwe Waltrich. Zum einen kommt es auf den relativen Abstand der Kupferschichten an der Ober- und Unterseite zueinander an: In der Regel ist die obere Kupferschicht, die die Halbleiter trägt, etwas schmaler als die untere Kupferschicht, die auf die Trägerplatte gelötet wird. Um im Bild des Sandwichs zu bleiben: Die obere Wurstscheibe ist etwas kleiner als die untere. Haben aber beide Kupferschichten dieselbe Breite, verringert sich die Feldstärke am Rand des Sandwichs.

Ätzverfahren verbessern

Was die Kanten der tiefgeätzten Leiterbahnen auf der Oberseite betrifft, lassen sich die Feldstärken durch verbesserte Ätzverfahren verringern. »Unsere Berechnungen zeigen, dass sich die Feldstärke entlang dieser Kanten verringert, wenn die Kanten nicht einfach senkrecht abfallen, sondern wie eine überhängende Felswand schräg in 45 Grad verlaufen – wir folgen damit dem lange bekannten Rogowski-Profil, nach dem die Feldstärke an einem schrägen Rand stark nachlässt«, erläutert IISB-Experte Waltrich. Zusammen mit dem Kooperationspartner Rogers Germany wird derzeit versucht, die Ätzverfahren entsprechend anzupassen.

Und noch eine Lösung wäre denkbar. Man könnte die Kanten mit Epoxidharz benetzen, so dass die Feldstärken wie durch eine zusätzliche Isolationsschicht reduziert werden. »Der Vorteil

all dieser Optimierungen wäre, dass man dafür die Produktionsverfahren nicht grundlegend ändern müsste – kleine Anpassungen bewirken hier schon eine große Verbesserung«, sagt Bayer. Allein durch die Angleichung der Breite der Kupferschichten an der Ober- und Unterseite ließe sich die Teilentladung im Wandlermodul um 35 Prozent verringern. »Man kann ein solches Modul dann mit entsprechend höherer Spannung betreiben«, berichtet Waltrich. Oder bei derselben Spannung statt zwei kleiner Module ein stärkeres einsetzen.

Und genau das ist heute beim Ausbau der erneuerbaren Energien sehr gefragt. »Speist man mit höheren Spannungen Energie ins Übertragungsnetz ein, lässt sich dieser sehr viel effizienter transportieren«, sagt Christoph Friedrich Bayer. Er denkt dabei vor allem an den relativ jungen Boom um die Hochspannungsgleichstrom-Übertragungstechnik (HGÜ), welcher durch neue Leistungshalbleiter möglich wurde. Bislang wird die Energie über die großen Hochspannungsleitungen mit Wechselstrom transportiert. Die Verluste sind dabei relativ hoch. Bei der HGÜ fließt der Strom mit deutlich geringeren Verlusten – allerdings darf der Strom nicht wechseln, sondern muss gleichmäßig in eine Richtung fließen. »Verbesserte Schaltwandlernetze sind hierbei eine wichtige Komponente. Dank der in APEx entwickelten Optimierungen lassen sich diese nicht nur mit höheren Spannungen betreiben, sie sind auch sehr viel langlebiger. Und das bei kaum veränderten Kosten«, betont Uwe Waltrich. ■

Schwarzsehen erwünscht!



Fast alle schwarzen Kunststoffteile der Außenhaut der Mercedes C-Klasse sind aus recycelten Stoffen.
© Daimler

Schwarzer Kunststoff wird bislang kaum wiederverwertet. Der Grund: Bisherige Sortiersysteme erkennen ihn nicht. Fraunhofer-Experten entwickelten ein neues Verfahren: Es ist schnell, günstig und trennt auch dunkles Plastik sortenrein.

Text: Katja Lüers




Mittels Terahertz-Technologie können (gleichfarbige) Kunststoffe sortenrein sortiert und somit effizienter recycelt werden.
© Uwe Bellhäuser

Die Inneneinrichtung im Auto sieht edel aus: tiefschwarze Armaturen und chromfarbene Knöpfe, die in der Sonne aufblitzen. Kaum ein Wagen – ob alt oder neu –, dessen Cockpit heutzutage nicht aus schwarzem Kunststoff besteht. Tatsächlich steigt der Kunststoffanteil in der Automobilbranche kontinuierlich: Lenkrad, Sitzbezüge, Karosserieteile und Stoßstangen werden aus schwarzem Plastik gefertigt. Auch für Computer, Laptops, Telefone und Smartphones gilt: Schwarz ist schick und sieht zeitlos aus. Doch haben die Autos, Handys und Notebooks ausgedient, bereitet der Werkstoff Probleme. »Es existiert kein industrieller Ansatz, der es ermöglicht, schwarze Kunststoffe sortenrein zu trennen, um sie einer stofflichen Wiederverwertung zuzuführen«, sagt Professor Thomas Längle, Leiter der Abteilung »Sichtprüfsysteme« am Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB in Karlsruhe.

Herkömmliche Sortieranlagen erkennen schwarzen Kunststoff nicht

Sogar hochmoderne Infrarotanlagen sind nicht in der Lage, den schwarzen Plastikmüll auf dem Laufband zu erkennen: »Optische Anlagen sind sozusagen blind für schwarze Kunststoffe«, erklärt Längle. »Denn der zum Schwärzen eingesetzte Ruß absorbiert sowohl im sichtbaren als auch im infraroten Wellenlängenbereich einen Großteil der elektromagnetischen Strahlung.« Folglich lassen sich diese Kunststoffe nicht mit herkömmlicher Sensorik unterscheiden. Eine weitere Herausforderung beim Recyclen: Es werden immer häufiger Verbundstoffe eingesetzt, bei denen verschiedene Kunststoffe in mehreren Schichten verarbeitet sind. Da die bisherigen Spektroskopieverfahren nur die Materialzusammensetzung an der Materialoberfläche untersuchen, werden darunterliegende Kunststoffsorten nicht erkannt.

 www.blackvalue.de

Zwar verwertet die deutsche Abfallwirtschaft die jährlich anfallenden etwa 5,7 Millionen Tonnen Plastikmüll nahezu vollständig. Doch nur 42 Prozent der Kunststoffabfälle werden werkstofflich recycelt zu Plastikfasern in Windeln, Fleece-Pullovern oder Stofftieren. Weit mehr als die Hälfte, 57 Prozent, der Abfälle landet in Müllverbrennungsanlagen oder Ersatzbrennstoffkraftwerken und wird energetisch verwertet – ein Großteil davon sind schwarze Kunststoffe. »Doch genau diese Klasse von Plastik wird künftig eine immer größere Rolle spielen. Denn sollen künftig bei der Wiederverwertung von Automobilen die vereinbarten EU-Grenzwerte eingehalten werden, müssen schwarze Kunststoffe recycelt werden«, erklärt der Experte.

Schwarzes Plastik sortenrein zu trennen, ist das Ziel der strategischen Fraunhofer-Allianz »BlackValue«. An dem Projekt arbeiten Forscherinnen und Forscher der Fraunhofer-Institute für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR in Wachtberg, für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS in Sankt Augustin und des IOSB mit. »Uns ist es gelungen, den Prototypen eines bezahlbaren Sortiersystems zu entwickeln, das sowohl schwarze als auch alle anderen farblichen Kunststoffe erkennt – und zwar in Echtzeit und in großen Mengen«, betont Längle. Das System arbeitet folgendermaßen: Der kleingeschredderte Plastikmüll läuft mit zwei bis drei Metern pro Sekunde an einer Kamera vorbei. Ein schneller Bildauswertungsrechner erkennt die unerwünschten Objekte und steuert hydraulische Düsen so, dass unerwünschte Objekte mit gezielten Luftstößen ausgepustet werden.

Terahertz-Kamera kombiniert mit optischer Sensorik

Kernstück des Systems ist die vom FHR entwickelte Radarkamera im Terahertz-Bereich, der zwischen Mikrowellen und Infrarot liegt. »Durch die Kombination einer multispektralen Terahertz-Zeilenkamera mit herkömmlicher Sensorik ist es möglich, den klein geschredderten schwarzen Plastikmüll zu charakterisieren«, erklärt Längle. Die Terahertz-Wellen erzeugen, je nachdem, auf welche Stoffe sie treffen, charakteristische Spektren, die sich mit Hilfe intelligenter Software schnell analysieren lassen. Dafür nutzt das IAIS Algorithmen aus dem Bereich des Maschinellen Lernens. Zunächst zeigen die Entwickler dem System verschiedene Proben und geben die Information, um welches Material es sich jeweils handelt.

In der zweiten Testphase muss das System entsprechend seinem Training die Proben den unterschiedlichen Klassen zuordnen. Das System ist so in der Lage, binnen Millisekunden zu entscheiden, ob das Material wiederverwertet oder ausgepustet wird. Der besondere Vorteil der neuen Technologie: Sie lässt sich in bestehende Recyclinganlagen integrieren. Sämtliche Schritte der Sortieranlage wie Schreddern, Zermahlen oder Aussieben bleiben bestehen.

Die Wissenschaftler in Karlsruhe bauen derzeit die Kamera in einen kleinen transportablen Bandsortierer ein: »Mit diesem Demonstrator können wir im kleinen Maßstab auf Messen oder im Recyclingbetrieb zeigen, wie wir den Kunststoff sortieren«, erklärt. Und für diejenigen, die sich überzeugen wollen, dass das Prinzip im industriellen Maßstab funktioniert, wollen die Forscher eine entsprechende Anlage im Karlsruher Technikum mit den Terahertz-Kameras ausrüsten. ■

Adern aus dem Drucker

Herkömmliche künstliche Hautmodelle bestehen meist aus den beiden obersten Schichten der Haut. Ein internationales Forscherteam entwickelte ein dreilagiges Vollhautmodell aus Unterhautfett, Dermis und Epidermis. Ein Schlüssel zum Erfolg: Den Experten gelang es mit einem 3D-Druckverfahren, künstliche verzweigte Blutgefäße aus neuartigen Materialien herzustellen.

Text: Monika Offenberger

Die Haut ist unser größtes und vielseitigstes Organ: Sie schützt und isoliert unseren Körper, fühlt und atmet, nährt Immunzellen und scheidet Giftstoffe aus. Trotz dieser komplexen Aufgaben ist ihr schichtweiser Aufbau vergleichsweise einfach. Daher haben Wissenschaftler bereits in den 1980er Jahren damit begonnen, menschliche Hautzellen in Kulturschalen zu züchten und künstliche Haut für medizinische Implantation nachzubilden. Allerdings lassen sich bislang nur die oberen beiden Schichten der Haut, die Dermis und die Epidermis, im Labor kultivieren. Zu einem vollständigen Hautsystem gehört jedoch auch das mehrere Millimeter dicke Unterhautfettgewebe. Um das Gewebe am Leben zu erhalten, muss die Schicht nicht nur mit Nährstoffen versorgt werden, sondern es muss auch der Abtransport von Stoffwechselprodukten sichergestellt sein. Lösungen für diese schwierige Aufgabe entwickelte ein europäisches Forschungskonsortium unter Führung des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT in Aachen. Nach vier Jahren konzentrierter Arbeit kann es einen großen Erfolg vorweisen: Es ist gelungen, ein dreilagiges Vollhautmodell aus Unterhautfett, Dermis und Epidermis mit einer Dicke von bis zu 12 Millimetern im Bioreaktor herzustellen und zu versorgen.

ArtiVasc 3D heißt das interdisziplinäre Projekt, an dem fünf Fraunhofer-Institute, acht Universitäten und sieben Industriepartner mitwirken (siehe Kasten). Ein Kernstück sind feine, verzweigte Röhrchen, die mithilfe eingebauter Poren den Stoffaustausch gewährleisten und so die Versorgung dreidimensionaler Hautgewebe ermöglichen. Diese künstlichen Gefäße werden aus einem synthetischen Polymer hergestellt, das sich aus der Acrylsäure ableitet. Entwickelt am Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam, zeichnet sich dieser neuartige Kunststoff durch günstige mechanische Eigenschaften, Zellverträglichkeit und gute Prozessierbarkeit aus: Das anfangs zähflüssige Acrylat härtet unter der Einwirkung von Licht aus.

Stereolithografie heißt dieses Laser-basierte Verfahren, mit dem sich erstmals verzweigte Gefäße mit einem Innendurchmesser von nur 500 Mikrometer und entsprechend dünnen Wandstärken herstellen lassen. Die Daten für die gewünschten 3D-Strukturen generiert ein CAD-Programm, das vom Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg zusammen mit Ingenieuren der Universität Aalto in Helsinki und der Universität Loughborough entwickelt wurde.

Schicht für Schicht

»Wir können die verzweigten Kunstgefäße Schicht für Schicht aufbauen. In Zukunft soll es durch das Zusammenspiel eines Tintenstrahldruckers mit der hochaufgelösten Laser-induzierten Vernetzung auch möglich werden, unterschiedliche Materialien zu kombinieren«, erklärt Dr. Nadine Nottrodt vom ILT, die das Verbundprojekt koordiniert. Das Inkjet-System ist schon jetzt Teil einer automatisierten Prozessanlage, die am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart entwickelt wurde. »In dieser Maschine möchten wir künftig verschiedene Komponenten kombinieren. Denn die Gefäße selbst sind ja nur ein Gerüst, auf dem sich verschiedene Körperzellen anlagern und dann zu einem Hautmodell zusammenwachsen müssen«, sagt Nadine Nottrodt.

Tatsächlich ist es bereits gelungen, die künstlichen Gefäße zu besiedeln: innen mit Endothelzellen und außen mit Fettzellen, die mittels Gewebebiopsien von Patienten gewonnen wurden. »Dazu haben wir erst einmal eine passende Beschichtung entwickelt, damit sich die Endothelzellen überhaupt anheften können. Außerdem haben wir nach Wegen gesucht, wie sich diese Zellen gleichmäßig auf der gesamten Innenfläche der Röhrchen verteilen. Das klappt nun auch in den verzweigten Gefäßen sehr gut und ist ein großer Schritt in Richtung Hautmodell«, sagt Dr. Kirsten Borchers, die das ArtiVasc-Projekt am Fraunhofer-Institut für

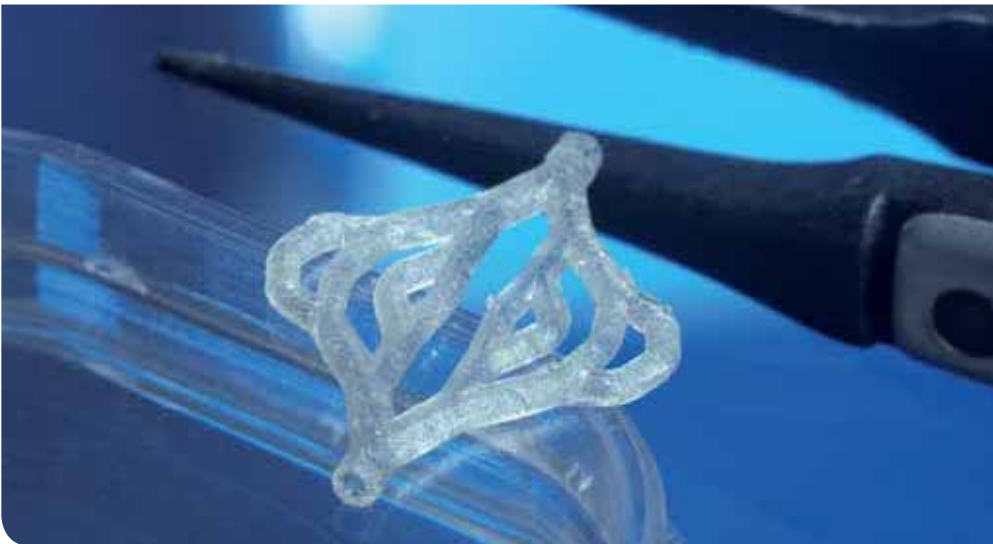
Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart leitet: »Die künstlichen Gefäße sind ja kein Selbstzweck, sondern sollen in Gewebemodelle integriert werden.«

Damit die künstlichen Adern die ihnen zuge dachte Aufgabe erfüllen können, müssen sie mit einer Schicht aus Fettzellen und vernetzter Gelatine umhüllt werden. Keine leichte Aufgabe, betont Kirsten Borchers: »Reife Fettzellen sind sehr empfindlich. Wir mussten also ein Verfahren entwickeln, um diese Zellen aus menschlichem Fettgewebe herauszupräparieren, ohne dass sie zerstört werden. Danach mussten sie kultiviert und schließlich weiterverarbeitet werden.«

Für jede dieser Herausforderungen fand Birgit Huber von der Universität Stuttgart eine Lösung. »Zusammen haben wir eine Suspension aus Fettzellen in einer Gelatinelösung entwickelt, die zellschonend zu einem Gel vernetzt werden kann. Diese Mischung können wir über einen automatischen Dispensierer schichtweise in einen kleinen Bioreaktor einbringen, in dem schon das verzweigte Röhrensystem festmontiert ist«, erläutert die Fraunhofer-Forscherin. Die Gelatinelösung – Borchers nennt sie einfach »Biotinte« – hat es in sich: Sie ist dünnflüssig genug für die Handhabung im Dispensierer oder auch im Inkjet-Drucker. Zugleich aber lässt sie sich nach Bedarf mit einem Lichtstimulus zu einem Hydrogel vernetzen, das an die Festigkeit unterschiedlicher Gewebe angepasst werden kann: Als weiches Gel eignet sich das Material als Matrix für die eingelagerten Fettzellen. Auf diese Weise lässt sich ein Gewebe von fast einem Zentimeter Dicke um die künstlichen Röhrchen aufbauen – aus rund einer Million Fettzellen.

Gewebe versorgen

»Wir können dieses Fettgewebe-Konstrukt im Bioreaktor einige Tage am Leben halten, wenn wir ihm über Röhrchen Kulturmedium zuführen. Das zeigt, dass die Versorgung eines derart großen Gewebemodells mit unserem



Die Artivasc 3D-Projektpartner

- Aalto University
- Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
- AO Research Institute Davos
- International Management Services ARTIC
- Beiersdorf AG
- Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil der Ruhr-Universität
- Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP
- Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB
- Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
- Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM
- INNOVENT e.V. Technologieentwicklung Jena
- KMS Automation GmbH
- Medizinische Universität Wien
- Unitechnologies SA
- University of East Anglia
- Loughborough University
- Universität Stuttgart, Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie
- Università degli studi di Salerno, Dipartimento di Ingegneria MeccanicaVimecon GmbH

 www.artivasc.eu

Bild oben: Künstliches, verzweigtes Blutgefäß. Bild unten: Makroskopische Aufnahme eines siebenlagigen Fettgewebeäquivalents. © Fraunhofer ILT/ Fraunhofer IGB


künstlichen Gefäß wirklich funktioniert«, freut sich Kirsten Borchers. Voraussetzung dafür sind künstliche Poren mit einem Durchmesser von etwa hundert Mikrometern, die beim Aushärten der Acrylat-Röhrchen ausgespart wurden. Diese winzigen Öffnungen sind eine technische Meisterleistung – doch verglichen mit den Poren in echten Geweben sind sie groß.

Deshalb arbeitet Kirsten Borchers an einer alternativen Lösung, die dem natürlichen Vorbild noch näher kommt. Das Material der Wahl ist auch hier Gelatine, die aus Kollagen gewonnen wird. »Damit die Gelatine auch durch das Laserverfahren zu stabilen feinen Röhrchenstrukturen verfestigt werden kann, müssen wir die Zähflüssigkeit der Lösung und die Vernetzungsreaktion noch auf diesen Prozess maßschneidern«, sagt die promovierte Biologin und erklärt

auch gleich, wie dieses Kunststück gelingen soll: »Unsere Gelatine ist chemisch so verändert, dass sie sich mittels UV-Licht vernetzen lässt. Diese chemischen Modifizierungen können wir inzwischen sehr gut kontrollieren und damit einstellen, wie fest und wie stark quellbar nachher unsere Gele sind.«

Noch lässt sich die »Biotinte« nicht so präzise verarbeiten wie das synthetische Polymer. »Wenn wir so weit sind, können wir auf Poren verzichten, denn Gelatine ist von sich aus permeabel. Und die Endothel- und Fettzellen können darauf auch ohne vorherige Beschichtung anwachsen«, betont Kerstin Borchers. Schließlich stammt das Material aus der natürlichen Gewebematrix und könnte – so die Vision der Wissenschaftler – dereinst von körpereigenen Strukturen ersetzt werden.

Doch noch ist das Zukunftsmusik. »Ich sehe unser Hautsystem frühestens in einigen Jahrzehnten als Implantat im Menschen. Aber als Testsystem könnte es schon in wenigen Jahren zum Einsatz kommen«, erläutert Artivasc-Koordinatorin Nadine Nottrodt. Der Bedarf ist immens: Denn jede neue Substanz, die in Medikamenten, Reinigungsmitteln oder Kosmetika für die Anwendung beim Menschen vorgesehen ist, muss auf seine Wirksamkeit und Verträglichkeit getestet werden. Ein möglichst naturnahes Hautmodell, insbesondere eines mit Fettschicht und künstlichem Blutgefäßsystem, könnte hier gute Dienste leisten – und künftig Tierversuche ersetzen. ■

 Podcast online:
www.fraunhofer.de/audio



Schnellere Analyse von Resistenzen

Sepsis

Sepsis – auch Blutvergiftung genannt – ist eine außer Kontrolle geratene Entzündung. Die lebensbedrohliche Erkrankung beginnt mit einer Infektion. Normalerweise kann die körpereigene Abwehr die Erreger bekämpfen, und die Krankheit heilt aus. Anders bei einer Sepsis: Die Keime und ihre Giftstoffe breiten sich über die Blutgefäße aus und überschwemmen den Körper. Darauf reagiert das Abwehrsystem heftig. Es kommt zu einer gefährlichen Kettenreaktion, die den Körper massiv schädigt. Im Verlauf der Sepsis können ein oder mehrere Organe (Multiorganversagen) versagen.

Bei einer Blutvergiftung greifen Ärzte zu einem Breitbandantibiotikum. Doch sind Keime dagegen immun, wirken die Medikamente nicht. Das Problem: Die Untersuchung auf Antibiotika-Resistenzen ist zeitaufwändig, für viele Patienten kommen die Ergebnisse zu spät. Forscherinnen und Forscher arbeiten an einem neuen Verfahren, das die Resultate bereits nach neun Stunden liefern kann.

Text: Birgit Niesing, Janine van Ackeren

In Deutschland erkranken laut der Deutschen Sepsis-Gesellschaft jährlich mehr als 175 000 Patienten an einer Sepsis, fast jeder dritte stirbt. Damit gehört die Blutvergiftung zu einer der häufigsten Todesursachen. Ein Grund für die hohe Sterblichkeit: Noch gibt es keinen Schnelltest, um festzustellen, welche Medikamente am besten wirken oder ob Erreger gegen bestimmte Antibiotika resistent sind. Bis die Bakterien im Labor identifiziert und auf mögliche Resistenzen untersucht sind, dauert es derzeit mehrere Tage. Zeit, die der Patient nicht hat – die meisten sterben nach etwa 48 Stunden. Deshalb behandeln Ärzte bei Verdacht auf Sepsis umgehend mit einem Breitbandantibiotikum. Allerdings zeigt dies nicht immer die erhoffte Wirkung – etwa wenn die Krankheitserreger resistent gegen die eingesetzten Medikamente sind.

Schnelldiagnostik zeigt, welche Antibiotika wirken

In dem Projekt SALUS entwickelten Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher der Fraunhofer-Institute für Angewandte Informationstechnik FIT in Sankt Augustin und für Lasertechnik ILT in Aachen in Zusammenarbeit mit dem Uniklinikum Aachen und zahlreichen Industriepartnern ein Verfahren, mit dem schnell und zuverlässig bestimmt werden kann, welche Antibiotika besonders wirksam sind. Technische Grundlage für die »Schnelldiagnostik von Antibiotikaresistenzen akut lebensbedrohter Patienten mit unbekanntem Sepsiserregerbefund (SALUS)« ist ein mikrofluidisches System, das die Krankheitserreger sortiert und anreichert. »Wir haben dafür ein miniaturisiertes System entwickelt, samt einem patentierten optischen Aufbau«, sagt Professor Harald Mathis, Abteilungsleiter am FIT.

Zunächst werden die Sepsiserreger mit Fluoreszenz-Farbstoffen markiert. Sobald man sie

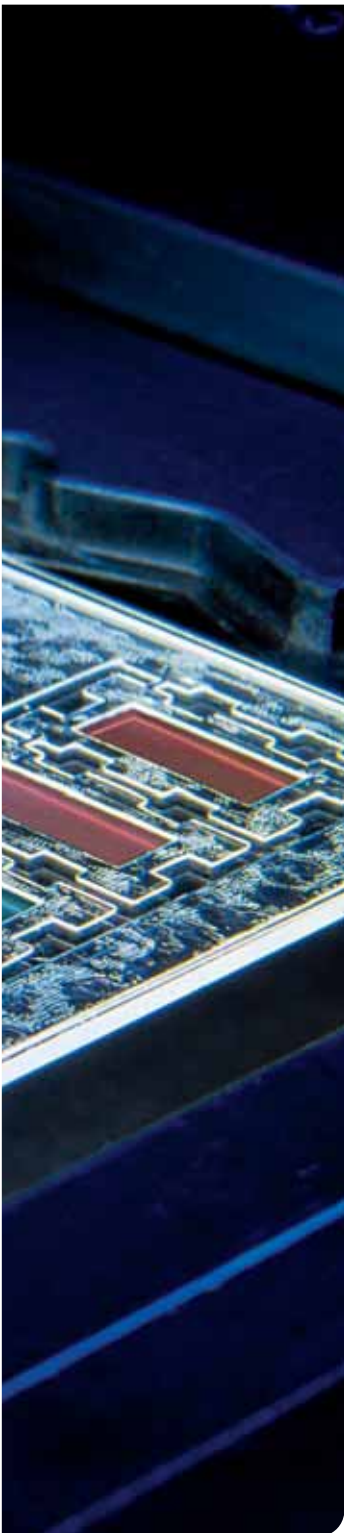
dann mit einem Laser anstrahlt, leuchten sie. So können die Forscher einschätzen, wie viele Bakterien sich im Blut befinden. Im nächsten Schritt werden die Erreger vom Blut getrennt und konzentriert. Danach lenkt das System die Keime in verschiedene miniaturisierte Töpfchen. In diesen befindet sich jeweils ein Nährmedium mit einem speziellen Antibiotikum. Ein zweiter optischer Aufbau samt nötiger Analysesoftware beobachtet und dokumentiert genau, wie sich die Erreger in diesen Lösungen entwickeln.

Software wertet Bilder der Bakterien aus

Der besondere Clou: Algorithmen werten die aufgenommenen Bilder der Bakterien aus und extrapolieren die Wachstumskurve. So lässt sich bereits nach einigen Stunden ermitteln, ob das jeweils eingesetzte Medikament wirkt oder ob die Bakterien dagegen resistent sind und sich großflächig ausbreiten. Der Wachstumsmonitor berechnet mit seiner Software, wie sich die Erreger längerfristig entwickeln. Dabei analysiert das Programm sowohl die Größe des Bakterientepichs – woraus man eins zu eins auf die Anzahl der Bakterien schließen kann – als auch das Verhältnis von lebenden zu abgetöteten Keimen. Kurzum: Die Forscher können erkennen, welches Antibiotikum die Erreger am schnellsten abtötet. Und damit, welches Medikament dem Patienten am besten hilft. »Mit unserer Untersuchungsmethode kann das Ergebnis bereits nach neun Stunden vorliegen«, sagt Professor Mathis.

Prototyp vorgestellt

Auf der Messe Biotechnica 2015 stellten die Entwickler bereits einen ersten Prototyp der Schnelldiagnostik vor. Bis das System in Kliniken eingesetzt werden kann, wird es allerdings noch einige Jahre dauern. ■



Auf Eis gelegt



Mittels des CryoMAT Systems ist es möglich, Zellkulturen auf die Lagerung in flüssigem Stickstoff vorzubereiten und die dafür notwendige Temperatur während des Transports in das Stickstofflager zu halten. © Fraunhofer IPA

Für ein skandinavisches Pharmaunternehmen entwickelten Forscherinnen und Forscher eine vollautomatisierte Anlage, die Zellproben erfasst, bearbeitet und einfriert.

Text: Monika Weiner

Zellproben zu katalogisieren, zu bearbeiten und tiefzukühlen ist bislang meist aufwändige Handarbeit. Experten der Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie in Mannheim gelang es, diesen umfangreichen Vorgang zu automatisieren. Sie entwickelten eine Anlage, in der Maschinen die Proben scannen, einen Teil der vorbereiteten Kultur entnehmen, Frostschutzmittel hinzufügen, die Lösung mischen und das Gefäß einfrieren. Die Anlage benötigt nur 20 Minuten, um eine Mikrotiterplatte mit 24 Proben zu bearbeiten. Zum Vergleich: Ein Laborant hätte dafür ungefähr eine Stunde benötigt.

Die vollautomatisierte Anlage entwickelten Fraunhofer-Experten für ein skandinavisches Pharmaunternehmen. Sie ist die erste ihrer Art. »Während Prozessautomatisierung in der Automobilindustrie schon sehr weit fortgeschritten ist, steckt sie im Pharmabereich immer noch in den Kinderschuhen«, berichtet Christian Reis von der Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie. Der Grund: Die Abläufe sind komplex, das Handling der Geräte und Proben erfordert Know-how und Fingerspitzengefühl. Maschinen dazu zu bringen, die Arbeit gut ausgebildeter Laboranten zu tun, ist nicht trivial. Allerdings werden Maschinen nicht müde, machen keine Fehler und

bekommen selbst nach dem tausendsten Pipetiervorgang keinen Tennisarm. Eineinhalb Jahre haben Reis und sein Team an der neuen Technik gearbeitet. »Der Kunde hatte ganz konkrete Vorstellungen. Er wollte eine vollautomatisierte Anlage, die Zellproben erfassen, katalogisieren, bearbeiten und tiefkühlen kann. Zudem sollte das System schnell arbeiten und wenig Platz benötigen«, sagt Reis. Um die Möglichkeiten der Automatisierung auszuloten, mussten die Fraunhofer-Forscher mehrmals zu ihrem Kunden reisen, den Mitarbeitern des Pharmakonzerns auf die Finger schauen und die Prozesskette analysieren. »Da war es gut, dass wir sehr interdisziplinär aufgestellt sind«, erinnert sich Reis. Er selbst ist Biotechnologe, zum Team gehören aber auch Elektrotechniker, Mechatroniker und Physiker. »Man muss die Probleme des Kunden verstehen, wenn man sie lösen will«, sagt Reis.

Aber wofür genau braucht das Unternehmen die neue Anlage? Um neue Wirkstoffe zu gewinnen, nutzen die Spezialisten in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung des Pharmazieunternehmens Zellen, die gentechnisch manipuliert sind. Diese produzieren Enzyme oder Antikörper. Doch nicht jede Zelllinie ist gleich. Winzige Unterschiede entscheiden drüber, wie effektiv die Proteine sind, die am Ende herauskommen. Um herauszufinden, welche Zellen sich am besten

für die Herstellung bestimmter Enzyme oder Antikörper eignen, muss man ihre Wirksamkeit testen und derweil die unterschiedlichen Zellkulturen konservieren. An diesem Punkt kommt die Cryotechnik ins Spiel: Sie erlaubt das Einfrieren lebender Zellen, ohne dass diese dabei Schaden nehmen – bei Bedarf lassen sie sich auftauen und für die Produktion des gewünschten Wirkstoffs nutzen. Das Ganze funktioniert allerdings nur, wenn die Zellen richtig vorbereitet sind: Legt man sie einfach in flüssigen Stickstoff, würden Eiskristalle die Membranen zerstören. Um solche Schäden zu verhindern, muss die Nährlösung durch Frostschutzmittel ersetzt werden. Erst dann können die Proben vorgekühlt werden. Zur Endlagerung geht es dann in den Stickstofftank im Keller.

»Eine besondere Herausforderung war es, die Flüssigkeiten auszutauschen«, erinnert sich Reis. »Wir mussten erst einmal einen Pipettierautomaten entwickeln, der mit einem Volumen von 10 Millilitern und mit Zellkulturflaschen arbeiten kann. Damit sich die Zellen ausreichend mit dem Frostschutzmittel vermischen, programmierten wir das System so, dass es jede Probe durch nochmaliges Pumpen besser durchmengt.« Mittlerweile steht die Anlage bereits beim Kunden und bearbeitet Proben – von der Erfassung bis zum Einfrieren. ■

weiter.vorn als app, so oder so.



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

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

www.fraunhofer.de/magazin



Forschung im Bild

Der »deutsche preis für wissenschaftsfotografie« wurde dieses Jahr zum elften Mal vergeben. Die prämierten Fotos zeigen die Faszination von Forschung und Wissenschaft.



**»Der zündende Moment –
das Interesse an Wissenschaft erwacht«**

Paul Hahn
Preis Einzelfoto

Wissenschaft beginnt mit Beobachten, Staunen und Fragen: Ein fünfjähriger Junge beobachtet fasziniert einen kleinen Gecko in einem Wasserglas. Dabei kann er besonders gut die Füße des Reptils erkennen und sehen, dass das Tier am glatten Glas nicht abrutscht. Sofort kommt die Frage: »Wie macht der Gecko das?« In diesem Augenblick ist das Interesse an Wissenschaft erwacht.

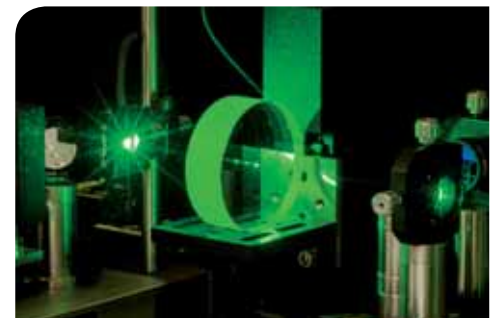
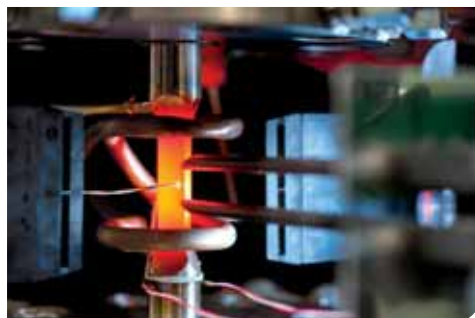
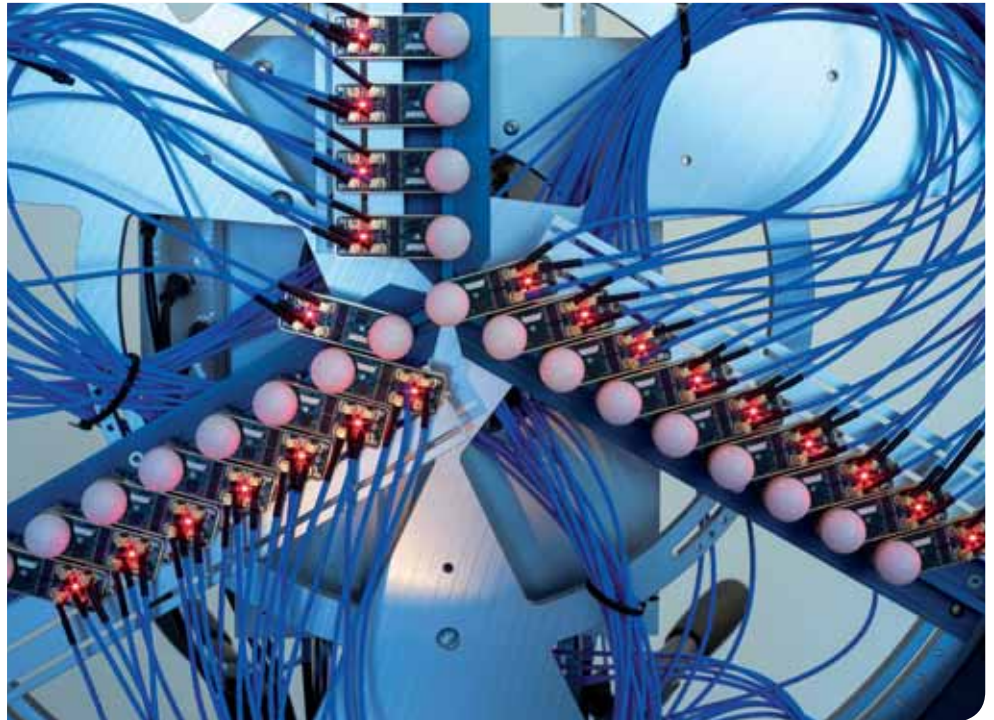
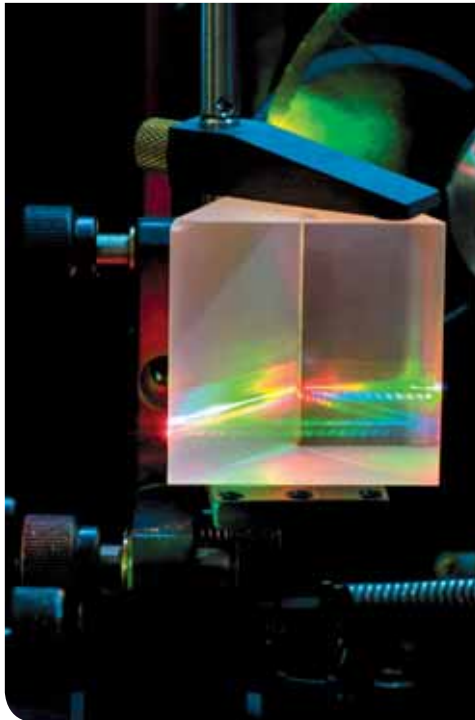
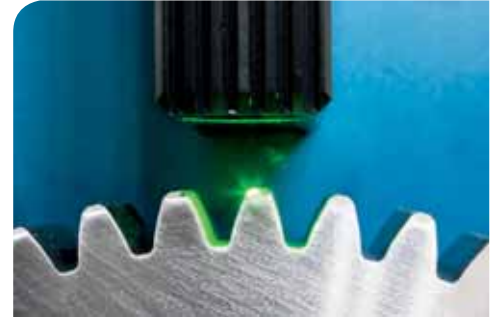
Die spontane Momentaufnahme schafft eine außergewöhnliche Verbindung zur Wissenschaft. Es eine Situation, die sich nicht inszenieren lässt und nicht wiederholbar ist. Der Fotograf erkennt sofort, dass es ein besonderes Bild werden könnte. Mit seiner Kamera fängt er perfekt den Blick des Jungen und damit den zündenden Augenblick ein. Damit konnte er die Jury überzeugen.

»Ästhetik der Technik«

Achim Käflein

Preis Mikro/Makrofotografie

Die Motive sehen aus wie von Künstlerhand gestaltete Installationen oder Objekte – eine Hightech-Vernissage mit Exponaten in raffiniertem Licht und mit rätselhaften Details. Dass hier hochmoderne Präzisionstechnik gezeigt wird, erschließt sich auf den zweiten Blick.



Sponsoren

Pressebüro Brendel
 bild der wissenschaft
 Fraunhofer-Gesellschaft
 Haus der Wissenschaft Bremen
 sypress-redaktion.de
 Universität Bremen

Fotopreis 2016

Einreichen dürfen Sie nur Aufnahmen, die bisher noch nicht prämiert wurden. Die detaillierten Ausschreibungsbedingungen können Sie anfordern bei:

bild der wissenschaft
 »deutscher preis für wissenschaftsfotografie«
 Ernst-Mey-Straße 8
 70771 Leinfelden-Echterdingen
 Deutschland
www.wissenschaft.de/fotopreis

Einsendeschluss ist der 30. Juni 2016



»Marvin hat einen Plan – Leben mit NCL«
 Insa Cathérine Hagemann
 Preis Reportage

Die Jury: Der Fotografin ist es gelungen, sich in behutsamen und berührenden Bildern einem schwierigen Thema zu nähern. Auch ohne Genaueres zu wissen, erschließt sich dem Betrachter die Geschichte. Die Reportage ist selbsterzählend und fängt alle Facetten ein bis hin zur immer noch bestehenden Lebensfreude.



Als Wärmequelle bei der Verarbeitung der unidirektionalen Tapes werden Infrarotstrahler eingesetzt.
© Fraunhofer IPT



Kraftvolles Duo

Ansprechpartnerin: Dr. Simone Kondruweit,
simone.kondruweit-reinema@ist.fraunhofer.de

Winzige Mikrostrukturen mit Laser auf Glas aufzubringen, ist sehr energie- und zeitaufwändig. Um die Fertigung effizienter zu machen, entwickelten Forscherinnen und Forscher am Göttinger Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer-Instituts für Schicht- und Oberflächentechnik IST ein neuartiges Verfahren, das Lasertechnik und Atmosphärendruck-Plasmaverfahren miteinander kombiniert. Bei dieser Hybridtechnologie koppelt man den Laserstrahl in kalte Plasmen, um dessen Effekte bei der Mikrostrukturierung deutlich zu verstärken. So kann man mit weniger Energie in kürzerer Zeit Glas bearbeiten.

Das neue Verfahren hilft nicht nur die Produktionskosten zu senken, sondern liefert auch präzisere Ergebnisse bei der Mikrostrukturierung. Die benötigte Plasmaquelle lässt sich leicht in bestehende Prozesse und Verfahren integrieren. Mit der Laser-Plasma-Hybridtechnologie können auch Metalle, Keramiken oder Kunststoffe bearbeitet werden.

Plasmabehandlung eines Zuckerwürfels am Anwendungszentrum für Plasma und Photonik des Fraunhofer IST.
© Fraunhofer IST



Weniger Verschnitt

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

Kunststoff-Halbzeuge aus Fasergeweben, die in eine thermoplastische Kunststoffmatrix eingebettet sind, auch Organobleche genannt, sind ein interessanter Werkstoff für den Leichtbau. Sie lassen sich durch Erwärmung leicht umformen und deutlich schneller, ressourcenschonender und energiesparender verarbeiten als viele herkömmliche Leichtbaumaterialien – bei gleichen oder sogar besseren technischen Bauteileigenschaften.

Der Nachteil: Bislang gibt es kein automatisiertes System, um aus thermoplastischen Tapes belastungs- und verschnittoptimierter Organobleche zu fertigen. Um

hier wertvolle Ressourcen zu sparen, hat das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT im Forschungsprojekt »E-Profit« gemeinsam mit Partnern eine neue, automatisierte Produktionsanlage entwickelt. Mit der neuen Anlage können sowohl Kohlenstoff- als auch Glasfasertapes mit verschiedenen Matrixmaterialien kombiniert werden. Die Lamine lassen sich durch beliebig einstellbare Faserorientierungen genau an den jeweiligen Anwendungsfall und die gewünschte Belastbarkeit anpassen. So ist es erstmals möglich, vollständig automatisierte belastungs- und verschnittoptimierte Organobleche herzustellen.

Optimiertes Medien-Monitoring

Ansprechpartnerin: Julia Hallebach, julia.hallebach@idmt.fraunhofer.de

In Shows, Serien-Intros, TV-Beiträgen, aber auch zur Untermalung von Wortbeiträgen – Musik ist im Fernsehen allgegenwärtig. Bislang werden diese Musikanteile nicht konsequent dokumentiert, sondern nur geschätzt. Hier setzt die automatische Messung des Fraunhofer-Instituts für Digitale Medientechnologie IDMT an. Damit lässt sich der gesamte Musikanteil eines Tages- oder Wochenprogramms erfassen. Das System basiert auf einem universellen Algorithmus zur Klassifikation von Audiosignalen, der mit maschinellen Lernverfahren trainiert wurde. Dateien und Programm-Streams lassen sich damit zuverlässig und statistisch genau in die Bestandteile »mit Musik« und »ohne Musik« einteilen.

»Die sekundengenaue Analyse der Programmteile »mit Musik« und »ohne Musik« ist ein wichtiger und richtiger Schritt für eine gerechtere Vergütung der beteiligten Musiker und Rechteinhaber«, erklärt Steffen Holly, Geschäftsfeldleiter am IDMT. ARD und ZDF setzen die Technologie bereits erfolgreich ein.

Die Programmierung der Montageaufgabe ist roboterunabhängig und lässt sich leicht für ähnliche neue Montagevorgänge einsetzen. © Fraunhofer IPA



Roboter mit Fingerspitzen- gefühl

Künftig können Roboter sogar anspruchsvolle Montageaufgaben übernehmen. Möglich macht das eine neue Programmiermethode.

Text: Klaus Jacob

Roboter sind aus der industriellen Fertigung nicht mehr wegzudenken. Dort verrichten sie unermüdlich immer dieselben Arbeiten, sei es Bleche verschweißen oder Maschinen mit den nötigen Teilen bestücken. Anders sieht es in der Montage aus. Hier dominiert nach wie vor die Handarbeit. Der Grund: Die Prozesse sind sehr viel anspruchsvoller. Man muss schrauben, stecken, einführen, drehen, drücken und vieles mehr. Das erfordert Fingerspitzengefühl und Anpassungsfähigkeit.

Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA stellten vor wenigen Wochen auf der Fachmesse für Produktions- und Montageautomatisierung Motek einen Roboter vor, der über diese beide Eigenschaften verfügt. Deshalb kann er auch die vielfältigen Anforderungen bei der Montage übernehmen – und das zu vertretbaren Kosten. Auf dem Messestand hat er nicht nur Schrauben eingedreht und elektronische Komponenten in eine Schiene eingeführt, ohne dass irgendetwas verklemmt. Er hat auch einen silbernen Handgriff in eine Autotür eingesetzt – eine besonders anspruchsvolle Aufgabe, denn der Griff muss zunächst an einer Seite in ein Loch eingeführt, dann gedreht und schließlich mit Druck eingerastet werden. »Der Clou ist«, sagt IPA-Experte Frank Nägele, »dass alle drei Prozesse mit derselben Software gelöst sind.«

Einmal programmieren, vielfältig einsetzen

Das konnte nur gelingen, weil das IPA-Team um Gruppenleiter Martin Naumann bei der Programmierung eine neue Strategie gewählt hat. Bisher sind Industrieroboter meist sture Gesellen, die lediglich einen festen Weg kennen, den sie Punkt für Punkt abfahren, um dort einen Schweißpunkt zu setzen oder ein Bauteil abzuliegen. Die Stuttgarter verleihen dem Automaten dagegen eine gewisse Sensibilität. Ihr Roboter arbeitet mit Gefühl, ähnlich wie es auch ein Mensch machen würde. Wer zum Beispiel zwei Legosteine zusammensetzt, sucht zunächst mit

leichtem Druck die richtige Position, um die Steine dann mit Kraft zusammenzufügen. Ähnlich geht der IPA-Roboter vor, der auch mit einer Kraftsensorik ausgestattet ist. Anstatt stur den immer gleichen Weg einzuschlagen, orientiert er sich an den Abmessungen des Werkstücks und an den Kräften, die er aufbringen muss, um seine Aufgabe zu erledigen. So findet er beim Schrauben zunächst mit wenig Kraft den richtigen Ansatzpunkt und geht erst dann mit dem Schrauber kraftvoll zur Sache. Wie er sich dabei bewegen muss, berechnet er mithilfe aktueller Sensordaten selbst. Deshalb ist er nicht darauf angewiesen, dass ein Bauteil stets exakt am selben Ort liegt. »Ein Zentimeter links oder rechts ist kein Problem«, sagt Nägele.

Die IPA-Strategie macht den Roboter nicht nur vielseitiger, sondern hilft auch, Programmierkosten zu sparen. Denn eine Software, die sich an der zu erledigenden Aufgabe orientiert, lässt sich problemlos auf andere Robotersysteme übertragen. Einmal entwickelte Fähigkeiten bleiben so erhalten. Kein Problem ist es auch, wenn sich die Abmessungen eines zu bearbeitenden Werkstücks ändern. Dann genügt schon eine geringfügige Modifikation der Software. Herkömmliche Roboter müssen dagegen stets neu »geteacht«, also von Grund auf angelernt werden. Man muss ihnen umständlich jede Bewegung vorgeben, indem man mit dem »Teach-Panel« den geforderten Weg Punkt für Punkt abfährt. Diese Methode ist aufwändig und wenig flexibel: Der Roboter arbeitet eine unveränderliche Bewegungsliste ab, die nur mit genau dem eingelernten Werkstück und dem Prozess funktioniert. Liegt das Bauteil an einer anderen Position, weist es Varianten auf oder soll ein anderer Roboter die Montageaufgabe übernehmen, muss der Programmierer das System neu einlernen.

Von dem feinfühligem Helfer könnten vor allem kleine und mittelständische Unternehmen profitieren. Denn sie haben es meist mit kleinen Losgrößen zu tun und könnten sich so eine Menge Teaching-Arbeit ersparen. Aber auch in großen

Firmen sind anspruchsvolle Montageaufgaben nun wirtschaftlich automatisierbar.

Manuelle und maschinelle Fähigkeiten kombinieren

Doch nicht immer lassen sich alle Arbeiten komplett automatisieren. Manchmal ist es sinnvoller, dass ein Werker kognitiv bzw. feinmotorisch anspruchsvolle Aufgaben übernimmt und ein Roboter repetitive, nicht ergonomische Aufgaben. Allerdings hapert es bisher aus Sicherheitsgründen an diesem Teamwork. Auch hierfür entwickelten die IPA-Experten eine Lösung. Ihr neuer Roboter nimmt stets Rücksicht auf »Kollegen« aus Fleisch und Blut. Er bleibt sofort stehen, wenn ihm eine Hand oder ein Arm in die Quere kommt. Um das zu demonstrieren, hält Naumann seinen Finger vor die Nietpistole, die der Roboter gerade bestückt. Der Roboterarm drückt zwar zu, aber nur sanft und bleibt dann stehen. Naumann ist überzeugt, dass die Apparatur die strengen Sicherheitsanforderungen, wie sie für Roboter gelten, einhält und plant eine Zertifizierung, um das System in der Industrie einsetzen zu können.

Auch hier sind vor allem kleine und mittelständische Betriebe die Adressaten. Denn bei ihnen wäre ein herkömmlicher Roboter nicht ausgelastet. Die Aufteilung der Arbeiten könnte so aussehen: Bei geringen Stückzahlen oder komplizierten Arbeiten legt ein Arbeiter Hand an, bei großen Stückzahlen lässt er sich vom Roboter helfen. Die IPA-Experten haben einen solchen gemeinsamen Arbeitsplatz für Mensch und Maschine aufgebaut, der für Nietarbeiten vorgesehen ist, wie sie in der Industrie häufig anfallen. Die Nietpistole kann sowohl vom Arbeiter als auch vom Roboter bedient werden. Damit sich der Roboter vielseitig einsetzen lässt, wurde er auf einen mobilen Werkzeugwagen montiert. So kann man ihn rasch an einen beliebigen Arbeitsplatz schieben. Um den Komfort weiter zu erhöhen, soll die Programmierung künftig noch vereinfacht werden. »Dann wird kein Informatiker mehr nötig sein«, sagt Naumann. ■

Die Wissenschaftler präparieren in ihren Reinraumlaboren regelmäßig Instrumente für Weltraum-Missionen – hier: Vorreinigung eines Satellitenbauteils. © Rainer Bez/Fraunhofer IPA



Keimfreier Start ins All

Bauteile, die bei einer Weltraummission eingesetzt werden, müssen penibel gereinigt sein. Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher haben im Auftrag der ESA einen Reinraum konzipiert, in dem sogar Verschmutzungen im Nanometerbereich entfernt werden können. Gemeinsam mit Partnern reinigen und sterilisieren die Experten den Marsrover ExoMars, der 2018 starten soll.

Text: Klaus Jacob, Britta Widmann



Weltraummissionen sind mit enormen Kosten verbunden. Da sich eine unbemannte Raumsonde, einmal gestartet, nicht mehr reparieren lässt, darf kein Bauteil, kein Aggregat versagen – sonst wären alle Anstrengungen umsonst und die Wissenschaftler müssten viele Jahre auf eine Ersatzmission warten. Deshalb darf kein Schmutz die Mechanik blockieren, einen Kurzschluss verursachen oder die Elektronik stören. Besonders penibel sauber müssen Raumsonden sein, die Spuren von Leben auf einem fremden Planeten suchen sollen. Genau darum geht es bei der europäischen Marsmission ExoMars, deren Start für 2018 geplant ist. Eine Landefähre wird dann auf dem Nachbarplaneten aufsetzen und ein Gefährt von der Größe eines Smart loschicken. Damit seine Sensoren, die nach Leben suchen, zuverlässig arbeiten können, darf kein organisches Material von der Erde eingeschleppt werden. Das könnte zu Fehlalarmen führen.

Keimfreie Bauteile

Dass alle Bauteile absolut keimfrei sind und nicht einmal Reste toter Mikroben in Ritzen kleben, dafür sorgen Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA im Auftrag der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Um den Marsrover zuverlässig sterilisieren zu können und selbst Verschmutzungen im Nanometerbereich zu entfernen, haben die Stuttgarter Experten für die ESA einen Reinraum konzipiert und im niederländischen Noordwijk, dem Sitz des Europäischen Weltraumforschungs- und Technologiezentrums (ESTEC), eingerichtet. Der etwa 70 Quadratmeter große, reinheitstechnisch kontrollierte Bereich genügt den höchsten Anforderungen der ISO-Klasse 1. Das bedeutet, dass ein Kubikmeter Luft nicht mehr als 10 Partikel von 0,1 Mikrometer Größe enthält. Zum Vergleich: In normaler Stadtluft schwirren etwa 10^{10} Partikel in jedem Kubikmeter, bei Smog noch mehr.

Die Experten vom IPA haben nicht nur den Reinraum geplant, sondern auch die Qualitätssicherung, Realisierung, Abnahmemessung und Inbetriebnahme übernommen. »Im Prinzip haben wir ein Rundumsorglos-Paket geschnürt. Wir legten fest, wie der Raum dimensioniert wird, trafen die Auswahl der Reinheits- und Reinigungstechnik, der Anlagen- und Lüftungstechnik, der Bodenbeschichtungen, der Filtra-

tionssysteme und des Sterilisationsequipments und gaben Empfehlungen für Industriepartner, die den Raum bauen«, sagt Udo Gommel, Leiter des Geschäftsfelds Elektronik und Mikrosystemtechnik am IPA in Stuttgart. Damit die höchste Reinheitsstufe eingehalten wird, müssen die ESA-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter mehrere Schleusen und eine Luftdusche passieren und hochreine Anzüge tragen. Im Inneren der Reinheitsbereiche herrscht ein leichter Überdruck, damit keine ungefilterte Luft eindringen kann. Zudem sorgt eine laminare Luftströmung, die von der Decke zum Boden führt, dafür, dass kein Staubkörnchen im Raum bleibt. Bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 50 Zentimetern pro Sekunde wird die gesamte Raumluft innerhalb weniger Sekunden ausgetauscht. Partikel, die etwa entstehen, wenn ein ESA-Ingenieur seine Handschuhe aneinander reibt, verschwinden im Nu im perforierten Boden.

Mit Kohlendioxidschnee reinigen

Für das Sterilisieren des Marsrovers hat sich ein Verfahren bewährt, das am IPA weiterentwickelt und zum Patent angemeldet wurde. Ursprünglich wurde die Methode in den USA angewandt, um den Lack von Flugzeugrümpfen zu entfernen. Ein harter Strahl aus reiskorngroßen Kristallen von gefrorenem Kohlendioxid sprengt dabei die Farbe regelrecht vom Metall ab. Die Stuttgarter haben das grobe Instrument stark verfeinert. Anstatt Eiskristallen verwenden sie Kohlendioxidschnee. Der Clou: Der Strahl, der aus der Düse kommt, wird mit einem umhüllenden Stickstoffstrahl beschleunigt. So dringt er in alle Ritzen und entfernt noch die kleinsten Verschmutzungen. Sobald die winzigen Schneeflocken auf die relativ warme Oberfläche treffen, werden sie gasförmig. Dabei dehnt sich ihr Volumen explosionsartig um das 800-fache aus. Der Detonationsdruck fegt jeden Schmutz restlos weg. Sogar Fingerabdrücke lassen sich so entfernen. »Die CO₂-Schneestrahl-Reinigung ist ein trockenes Verfahren, sodass Oberflächen nicht aufquellen«, erläutert Gommel den Vorteil dieser Methode. Je nach Beschaffenheit der Bauteile kombinieren die Forscher das Verfahren mit anderen Varianten wie der Plasma- oder der Wisch- und Spüleinigung.

Der Reinraum ist bereits in Betrieb, die Experten vom IPA optimieren und rüsten ihn laufend mit

Ein Ventil für den Marsrover

Der Rover verfügt über einen Behälter, in der Proben von Marsgestein untersucht werden. Um Kontaminationen auszuschließen, soll dort immer ein leichter Überdruck herrschen. Allerdings kann man die Box nicht einfach fest verschließen, denn nach dem Start der Rakete fällt der Außendruck rapide. Die Box würde regelrecht explodieren. Man muss also einen Weg finden, den Druck gezielt abzulassen. Hierfür will das IPA ein spezielles Ventil beisteuern. Ihr patentiertes Ventil besteht lediglich aus einem magnetischen Ring und einer Metallkugel, die sich in die Ventilöffnung schmiegt. Konzipiert wurde das System eigentlich zum Auftragen kleinster Mengen Klebstoff, ohne dass der Kleber nachtropft. Drückt man Klebstoff heraus, klappt die Kugel zur Seite und macht die Öffnung frei. Lässt der Druck nach, zieht ein Magnet die Kugel zurück, sodass sich die Öffnung wieder schließt. Das Ventil eignet sich nicht nur für Flüssigkeiten, sondern auch für Gase. Derzeit adaptieren IPA-Experten das Bauteil für die Raumfahrt.

angepasster Reinheits- und Reinigungstechnik weiter auf, optimieren den Materialfluss und beraten die ESA im Hinblick auf Betriebskosten. Neben der ESA nutzen weitere nationale Einrichtungen wie Thales Alenia Space Italy, ein italienisches Raumfahrtunternehmen, den Raum für ihre Weltraummissionen. Auch andere Weltraumbehörden wie die NASA lassen sich von Gommel und seinem Team beraten. »Wir sind ein gefragter und anerkannter Kooperationspartner für diesen Forschungsschwerpunkt«, sagt der Ingenieur. Der Stuttgarter Wissenschaftler sitzt in den jeweiligen Gremien, die für die Standardisierung von Reinigungsmethoden zuständig sind. Gommel ist sowohl für die ISO tätig, die International Organization for Standardization, als auch für die ECSS, der European Cooperation for Space Standardization. Wenn es um die Rolle des IPA in der Luft- und Raumfahrt geht, spricht Gommel gerne vom »Hidden Champion«. Denn Hidden Champion steht nicht nur für einen heimlichen Gewinner, sondern auch für einen unbekanntem Weltmarktführer. ■

Röntgen XXL

Ein überdimensionaler Computertomograph erlaubt einen Blick ins Innere von tonnenschweren Objekten: beispielsweise gecrash-ten Autos, Flugzeugtriebwerken, Kunstschätzen und fossilen Saurierknochen.

Text: Monika Weiner

Der größte Computertomograph Europas steht im Fraunhofer-Entwicklungszentrum für Röntgentechnik EZRT in Fürth. Üblicherweise werden hier Bauteile oder Frachtcontainer geröntgt. Doch inzwischen treffen auch Anfragen von Kunsthistorikern und Paläontologen ein. © Kurt Fuchs

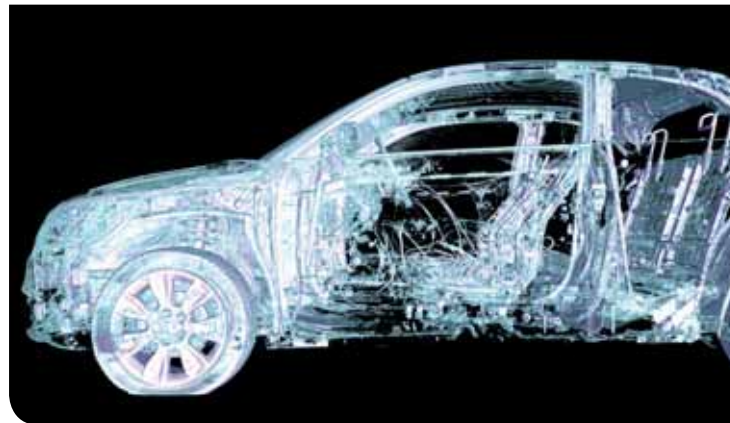


Schon Aristoteles wusste: Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile. Wer nur Einzelteile untersucht, dem entgehen möglicherweise entscheidende Informationen. So ist es in der Philosophie, Soziologie und auch in der Materialforschung. Doch bisher hatten die Ingenieure oft keine andere Wahl: »Viele Objekte sind zu sperrig, zu schwer oder zu dickwandig, um sie mit den verfügbaren zerstörungsfreien Prüfverfahren zu analysieren«, erklärt Dr. Michael Böhnel vom Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT in Fürth. So musste man beispielsweise Autos, die im Crashtest bewusst gegen die Wand gefahren worden waren, erst in Einzelteile zerlegen, bevor relevante innere

Strukturen oder Bauteilgruppen im Zuge der Craschanalyse näher untersucht werden können. Diese Vorgehensweise ist, so Böhnel, nicht nur mühsam, sondern auch fehleranfällig: »Die Summe der Einzelteile ergibt nicht exakt die ursprüngliche Form, weil sich Komponenten bei der Demontage entspannen und sich damit die räumliche Lage im Fahrzeug verändert.«

Auf's Ganze gehen

Autobauer standen damit vor einem Dilemma: »Sie müssen reale Crashtests durchführen, weil nur diese wirklich zeigen, was im Falle eines Unfalls passiert. Doch Crashtests sind teuer, da



Im Auge des Computertomographen: Ein Auto offenbart sein Innerstes.
© Fraunhofer IIS

Im Auftrag der Kunsthalle Würth wurde ein rund 450 Jahre alter Pokal geröntgt. Aufgrund der aufwändigen Beschaffenheit des Objekts konnte der Scan nur mit der weltweit einzigartigen XXL-Computertomographie-Anlage in Fürth umgesetzt werden. Die erzeugten Daten wurden für die Herstellung einer originalgetreuen Kopie des Pokals benötigt.
© Sammlung Würth

sie das Fahrzeug zerstören. Außerdem liefern sie erst ein Ergebnis, wenn das Auto schon gebaut ist. Die Ingenieure versuchen daher schon während der Konstruktionsphase mit Hilfe von Simulationen die Ergebnisse des Crashtests vorzuberechnen. Auf diese Weise können sie Sicherheitsrisiken frühzeitig erkennen und eliminieren«, sagt Böhnel. Damit das klappt, müssen die Simulationsprogramme ständig überprüft und optimiert werden.

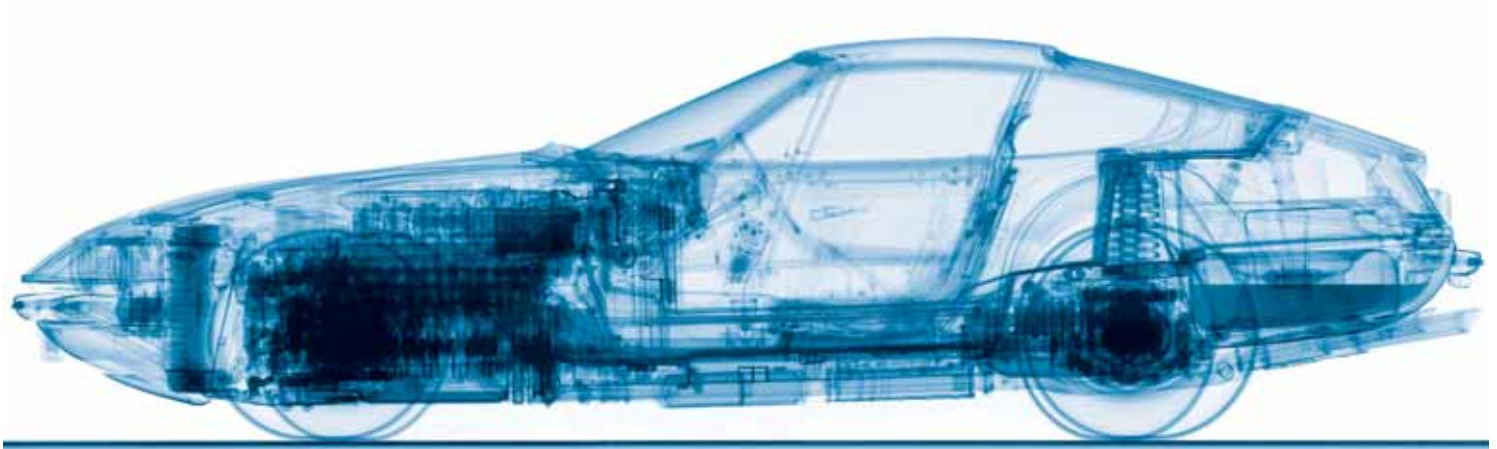
Und genau dazu benötigt man die realen Daten aus den Crashtests. Die Erfassung der tatsächlichen Verformung der Karosserie ist daher enorm wichtig. Hundertprozentig fehlerfrei geht

das nur, wenn man die Fahrzeuge als Ganzes vermisst und analysiert – bisher ein Ding der Unmöglichkeit.

Der XXL-Computertomograph am EZRT schließt diese Lücke. Mit ihm lassen sich Crashfahrzeuge durchleuchten und digital erfassen, ohne auch nur eine Schraube zu lösen. Ähnlich wie in der Medizintechnik werden mit Röntgenstrahlen Schichtbilder aus unterschiedlichen Blickwinkeln aufgenommen, an einen Rechner weitergeleitet und dort zu einem dreidimensionalen Bild zusammengesetzt. Doch während das CT im Krankenhaus in einem normalen Behandlungsraum Platz findet, ist in Fürth alles überdimensional:

Der XXL-Computertomograph füllt eine 400 Quadratmeter große Halle. Der Drehteller, auf dem ganze Autos abgesetzt werden können, hat einen Durchmesser von drei Metern. Die Röntgenquelle, ein schrankgroßer Siemens-Linearbeschleuniger, der höhenverstellbar an einer der Wände installiert ist, erzeugt mehrere Megaelektronenvolt starke Strahlung.

»Viele Objekte sind zu sperrig, zu schwer oder zu dickwandig, um sie als Ganzes mit zerstörungsfreiem konventionellen 3D-Röntgenverfahren zu analysieren«, erklärt Dr. Michael Böhnel vom EZRT. Für den Menschen wäre die hochenergetische Röntgenstrahlung lebensgefährlich,



CT-Blick ins Innere eines Ferrari.
© Fraunhofer IIS/ Nick Veasey

die Halle ist daher mit dicken Wänden hermetisch von der Außenwelt abgeschirmt. Ein eigens entwickeltes Sicherheitssystem überprüft, ob alle Mitarbeiter, die den Raum betreten haben, wieder draußen sind, bevor die Untersuchung beginnt.

Autos, Saurier und andere Giganten

Hinter verschlossenen Türen beschießt der Linearbeschleuniger die zu untersuchenden Objekte mit hochenergetischen Photonen. Weil die Lichtteilchen von verschiedenen Materialien unterschiedlich absorbiert werden, entsteht auf der gegenüberliegenden Seite des Raums ein Schattenmuster. Dieses wird von einer Detektor-Einheit registriert: Wo dichte Metalle oder mehrere Materialschichten hintereinander durchstrahlt werden, kommen weniger Photonen an; Hohlräume, Kunststoff- oder Leichtbauteile hingegen absorbieren wenig, hier erreicht viel Röntgenstrahlung den Detektor. Theoretisch lassen sich so aus der Lichtintensität direkte Rückschlüsse auf das Innenleben des Objekts ziehen.

Ähnlich wie in der Medizintechnik werden mit Röntgenstrahlen Durchstrahlungsbilder aus unterschiedlichen Blickwinkeln aufgenommen, an einen Rechner weitergeleitet und dort zu einem dreidimensionalen Bild zusammengesetzt. Dieser registriert nur Photonen, die horizontal auftreffen, Streustrahlung aus der vertikalen

Richtung wird ausgeblendet. Da der Zeilendetektor immer nur eine Ebene erfasst, muss die Messung allerdings in unterschiedlichen Höhen wiederholt werden. Aus hunderten von Zeilen kann man dann ein zweidimensionales Bild zusammensetzen. Für eine 3D-Aufnahme muss das Objekt zusätzlich aus verschiedenen Blickwinkeln gescannt werden. Dies erreichen die Forscher, indem sie den Drehtisch nach jedem Messzyklus ein paar Winkelgrade weiterbewegen. Das dauert: Für die komplette XXL-Tomographie eines Autos benötigt die Anlage mehrere Tage. Dabei werden mehrere Gigabyte Daten erzeugt, aus denen die angeschlossene Software die gewünschten 3D-Bilder errechnet.

Die weltweit einzigartige Anlage eröffnet damit im wahrsten Wortsinn neue Dimensionen in der zerstörungsfreien Prüfung. Die Fraunhofer-Forscher haben in ihrem XXL-CT neben Autos auch schon Flugzeugmotoren, einen Saurierschädel und zahlreiche Kunstgegenstände untersucht. Dabei kommen mitunter erstaunliche Details zum Vorschein: In einer angeblich historischen Büste stieß das Team auf die Spuren eines modernen Gewindes.

Der Aufwand ist freilich enorm: Die Objekte müssen nach Fürth gebracht, mit einem Kran in die Halle gehoben, auf dem Drehtisch platziert und am Ende der Messung wieder abtransportiert werden. »Die Anlage ist ein Prototyp und wird intensiv als Forschungsanlage genutzt«,

sagt Böhnel. »Wir zeigen hier, was möglich ist. Die Hochenergie-Computertomographie eignet sich durchaus für Routinemessungen, auch für Industrieunternehmen am eigenen Standort.« Dafür müsse die Technik allerdings so modifiziert werden, dass sie passend für den Einsatzzweck konfiguriert wird und sich ohne große Vorkenntnisse bedienen lasse.

Die Liste der möglichen Anwendungen ist lang: Die Hersteller von Triebwerken könnten mit XXL-CT die Montage überprüfen. Zollfahndern würde die Technik helfen, Gefahrgut und Schmuggelware in Containern aufzuspüren. Automobilbauer bekämen die Möglichkeit, Bauteile aus Gusseisen, beispielsweise Turbolader-Gehäuse, mit Röntgenlicht zu untersuchen. Und last but not least könnten die Ingenieure auch endlich Crashtest-Ergebnisse auswerten, ohne das Fahrzeug vorher zerlegen zu müssen.

Neue Software wird entwickelt

Damit das alles noch einfacher und bequemer geht, wollen die Fraunhofer-Forscher ihren Industriekunden demnächst eine Software anbieten, die die CT-Bilder auch gleich umrechnet in CAD-Datensätze. Die Entwickler in der Automobilindustrie können die Ergebnisse des Crashes dann sofort benutzen, um ihre Simulationsprogramme weiter zu optimieren und die Fahrzeuge der Zukunft noch sicherer zu machen. ■



Brennstoffzellen für Indien

Hochtemperatur-Brennstoffzellen (SOFC) vom Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS sollen künftig abgelegene Dörfer in Indien mit Strom versorgen. Ein erstes Exemplar eines solchen autonomen Mini-Kraftwerks hat das IKTS bereits an die Firma h2e Power Systems in Pune geliefert, ein Tochterunternehmen der indischen Mayur-Gruppe. Dort wird es für Tests, Training und Demonstrationszwecke genutzt. Es ist die erste Anlage dieser Art, die bislang in Indien in Betrieb genommen wurde.

Mit der vom IKTS entwickelten Brennstoffzelle lassen sich fast alle Brennstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis verstromen, beispielsweise Erdgas oder Flüssiggas. Im Jahr 2016 will h2e Power Systems diese Brennstoffzellen in Serie fertigen und in Indien vermarkten. »Das hochmoderne System des IKTS soll künftig für die Stromversorgung von Wohn- und Geschäftsgebäuden in Indien genutzt werden. Daneben sind in Kombination von Solar-, Wind-, Biogas- und Brennstoffzellentechnologien netzferne Anwendungen im ländlichen Raum, beispielsweise für Funkmasten und Bewässerungsanlagen, geplant«, erklärt Siddharth R. Mayur, Gründer und Präsident von h2e Power Systems.

Bereits im Januar 2013 vereinbarten das IKTS und die Mayur-Gruppe die Gründung eines Joint Ventures zur Entwicklung und Distribution kostengünstiger Brennstoffzellengeräte für eine umweltschonende und verlässliche Energieproduktion.



Gemeinsam forschen

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen will die Zusammenarbeit mit der niederländischen Universität Twente (UT) intensivieren. Dazu wurde ein Memorandum of Understanding unterzeichnet. Im ersten Schritt soll ein Projektcenter für »Design and Production Engineering in Complex High-Tech Systems« an der Universität in Twente aufgebaut werden.

Neben der Kooperation zwischen der UT und dem IPT plant Fraunhofer noch eine weitere strategische Zusammenarbeit mit einer Universität in den Niederlanden. Das Fraunhofer-Institut für Bildgestützte Medizin MEVIS in Bremen soll künftig gemeinsam mit dem University Medical Centre in Nijmegen im Themenfeld »Automation in Medical Imaging« forschen.

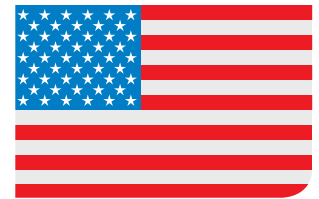


Exzellente Forschung

Zwei von der Europäischen Union geförderte Multimedia-Forschungsprojekte, an denen das Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS maßgeblich beteiligt war, haben in der Abschlussbewertung die Bestnote »Excellent« erhalten. Die EU hat die internationalen Forscherteams für ihre hervorragenden Leistungen in den Forschungsvorhaben »LinkedTV« und »AXES« gewürdigt.

Im Projekt »LinkedTV« erforschten zwölf europäische Partner unter Koordination des IAIS, wie sich Fernseh- und Web-Inhalte verknüpfen lassen. Das Team entwickelte ein System, das TV-Sendungen automatisch analysiert, semantisch anreichtert und mit passenden Web-Dokumenten vernetzt. Die TV-Inhalte werden dem Zuschauer auf multimedialen Endgeräten oder als Second Screen-Anwendung präsentiert.

In dem Projekt »AXES« wurden Technologien entwickelt, um Archivinhalte auf Basis automatischer multimedialer Analysen optimal aufzubereiten. Dazu haben 13 europäische Partner Verfahren erarbeitet, die Nutzer bei der Suche und Navigation in audiovisuellen Archiven unterstützen.



Hochwertige Stammzellen

Um die Qualitätskontrolle von Stammzellen weiter zu verbessern, wollen drei Partner künftig gemeinsam forschen: Das Scripps Research Institute (TSRI) in Kalifornien, USA, Zentrum für Integrative Psychiatrie Kiel (ZIP) und das Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME.

»Induzierte pluripotente Stammzellen« (iPS-Zellen) lassen sich mittlerweile routinemäßig herstellen. Um eine hohe Qualität der Zellen für Forschung und klinische Anwendung sicherzustellen, entwickelt das Experten-Team neue, Genomik-basierte Methoden zur Zellanalyse. Die deutsche und die amerikanische Seite erhalten jeweils rund 1,8 Millionen US-Dollar in den kommenden drei Jahren. Das Projekt wird gemeinsam finanziert durch das California Institute for Regenerative Medicine (CIRM) und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Touchscreen wird flexibel

Bildschirme zum Aufrollen werden vielleicht bald Wirklichkeit sein. Experten am Fraunhofer ISC haben nun Möglichkeiten entwickelt, um auch Touchscreenlösungen für derartige Displays zu realisieren.

Text: : Brigitte Röthlein

Smartphones sind heute in der Regel flache, starre Geräte mit einer Glasscheibe, die leicht zerbricht, wenn man sie fallen lässt. Damit könnte es bald vorbei sein: Alle einschlägigen Firmen basteln in ihren Entwicklungslabors an flexiblen Displays aus Kunststofffolien, die leichter und robuster sind als heutige Lösungen. Da gibt es die unterschiedlichsten Technologien, fast jedes Unternehmen hat seine Geheimformel und versucht sie so weit zu entwickeln, dass sie für die Massenproduktion geeignet ist. Was aber bisher noch fehlt, sind technologische Lösungen, um derartige flexible Displays mit einem Touchscreen zu versehen. Für künftige Geräte wäre das unabdingbar, denn der Verbraucher ist es mittlerweile gewöhnt, dass er sich per Fingerdruck mit seinem Handy verständigen kann, und darauf will er nicht mehr verzichten.

Forscherinnen und Forscher am Fraunhofer-Institut für Silicatformung ISC in Würzburg haben nun ein Material entwickelt, das genau diese Lücke schließt. In dem EU-Projekt »FLASHED« arbeiten sie an einer Paste, mit deren Hilfe sich druckempfindliche Sensoren herstellen lassen. Der Name des Projekts steht für »Flexible Large Area Sensors for Highly Enhanced Displays«, zu deutsch »flexible großflächige Sensoren für stark verbesserte Displays«. Getreu diesem Motto haben ISC-Wissenschaftler gemeinsam mit ihren Projektpartnern Joanneum Research Forschungsgesellschaft, Media Interaction Lab der Hochschule FH Oberösterreich, FlexEnable (vormals Plastic Logic) und Microsoft Research bereits einen Prototyp vorgestellt: Sie zeigten im Februar 2015 eine FLEX SENSE genannte Folie der Öffentlichkeit. Es handelt sich dabei um ein biegsames, durchsichtiges, etwa 200 Mikrometer dickes Blatt, das jede Verformung selbst misst. Verantwortlich dafür sind gedruckte quasi transparente Piezosensoren, die die Verformung registrieren. Ende 2015 wollen die Wissenschaftler einen weiteren praxisnahen Demonstrator vorstellen.

Druckempfindliche Paste

»Abgesehen von immer neuen Softwarelösungen sind bei heutigen Innovationen optimierte und neuartige Materialien wesentliche Technologietreiber«, sagt Gerhard Domann,

Leiter Optik und Elektronik und am ISC verantwortlich für das FLASHED-Projekt. In diesem Fall handelt es sich um innovative piezoelektrische polymere Druckpasten, die elektrische Spannung aufbauen, wenn man darauf Druck ausübt. Die Paste wird in feinen Punkten auf dem Bildschirm aufgetragen und über Leiterbahnen mit dem Display verbunden. So lässt sich feststellen, an welcher Stelle auf das Display gedrückt wurde. Weiterer Vorteil: Mit diesen neuartigen Sensoren lässt sich sogar registrieren, wie stark die Fläche sich verformt – die piezoelektrischen Punkte agieren als Biegesensoren.

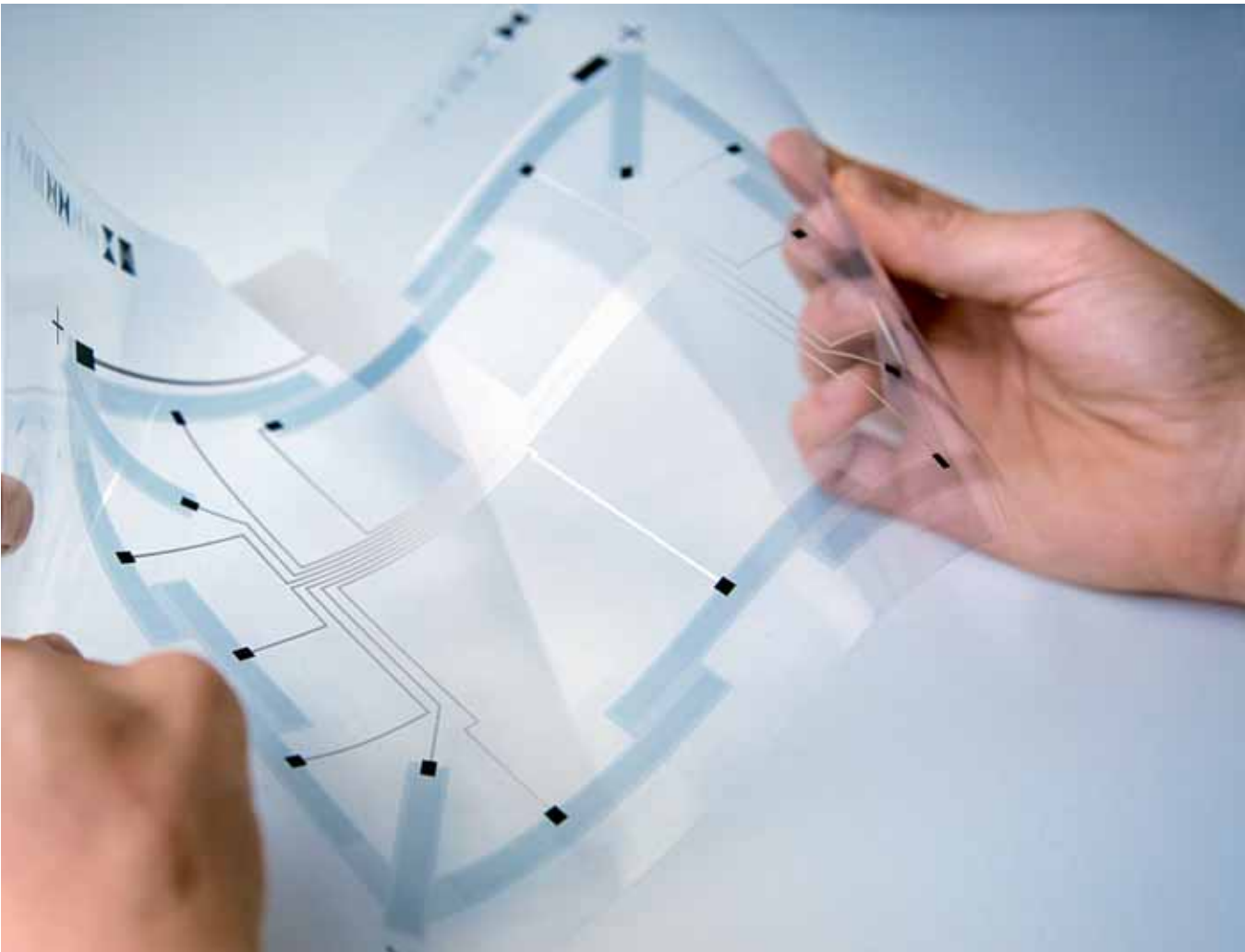
»Diese Technologie läutet einen Paradigmenwechsel in der Bedienung von Smartphones, eBooks, Tablets und anderen digitalen Medien ein«, betont Domann. »Man kann die Displays auf gebogenen Flächen anbringen, sie rollen oder umblättern.« Über diese Interaktionen lassen sich aber auch die Anzeige und die Bedienung eines flexiblen Tablets steuern. Die aktuellen kapazitiven Touchscreenlösungen auf der Basis von Indium sind dafür nicht geeignet.

Sensoren im Siebdruck auftragen

Die Würzburger Forscher verfügen auf diesem Gebiet der Materialentwicklung über ein Know-how, das ziemlich einzigartig ist auf der Welt. In langen Versuchsreihen haben sie erprobt, wie sich die Grundpolymere so umformulieren lassen, dass sie keine toxischen Lösungsmittel benötigen. Das Besondere an dem neuen Material ist außerdem, dass es für den Siebdruck geeignet ist. So lassen sich die Sensoren mit simplen Printverfahren auf PET-Folien auftragen. Das ist entscheidend für die industrielle Anwendung, denn künftig werden flexible Displays als Massenprodukt gedruckt werden.

Die kostengünstig herstellbaren Sensoren haben noch eine weitere Eigenschaft: Sie registrieren außer den Veränderungen des mechanischen Drucks beim Biegen und Bewegen des flexiblen Displays auch den Wechsel der Temperatur. Damit lassen sie sich für die Näherungssensorik einsetzen: Schon eine kleine Temperaturänderung, etwa wenn sich eine Hand dem Sensor nähert, löst ein entsprechendes Signal aus.





Gedruckte Sensoren für eine Folie, die Verformungen »spürt« – sensitive, flexible Folie für Touchdisplays. © Joanneum Research

Die Entwickler haben auch, falls gewünscht, inzwischen eine Möglichkeit gefunden, wie man die Temperaturempfindlichkeit unterdrücken kann: Sie mischen bleihaltige Nanopartikel zu. Dies ist allerdings noch nicht die Ideallösung, denn ein wichtiges Ziel für die ISC-Forscher ist es, bei der neuen Materialentwicklung das umweltschädliche Blei zu vermeiden. Deshalb untersuchen sie nun, wie man mit Hilfe von neuartigen piezokeramischen Partikel-Matrix-Systemen den gleichen Effekt erreichen und auch diese Kombinationen für gängige Siebdruckverfahren anpassen kann. Der Druckvorgang wird am Ende aus drei Schritten bestehen: Erst wird das Muster gedruckt, danach werden in einem elektrischen Feld zunächst die piezokeramischen Partikel und dann die Polymermatrix ausgerichtet, damit sie die gewünschten drucksensitiven Eigenschaften haben.

Die am ISC entwickelten Drucksensoren lassen sich auch als Aktoren nutzen – sie können ein akustisches oder haptisches Feedback geben. »Es wäre vorteilhaft, wenn ein Druckknopf ein akustisches Signal gibt, wenn man ihn einschaltet«, sagt Gerhard Domann. »Oder man könnte sich vorstellen, dass

ein Punkt auf dem Display sich leicht hervorwölbt und damit anzeigt, dass man als nächstes auf ihn drücken sollte.«

Das ist allerdings noch Zukunftsmusik. Momentan arbeiten die Experten daran, ihre Erfindung praxistauglich zu machen. Zugute kommt ihnen, dass die drucksensitiven Touchscreens auch hinter dem Display platziert werden können. »Dadurch kann auf eine 100-prozentige Transparenz verzichtet werden«, meint Gerhard Domann. »In Kombination mit einem elektrophoretischen Display – wie es etwa in elektronischen Readern angewandt wird – lassen sich schnell interessante Anwendungen bauen.« So gibt es beim Partner FlexEnable bereits die Vision eines Displays in der Größe DIN A3, das biegsam und druckempfindlich ist, ebenso wie kleine, flexible Scheckkarten oder gebogene, reaktive Bedienelemente für Kioske.

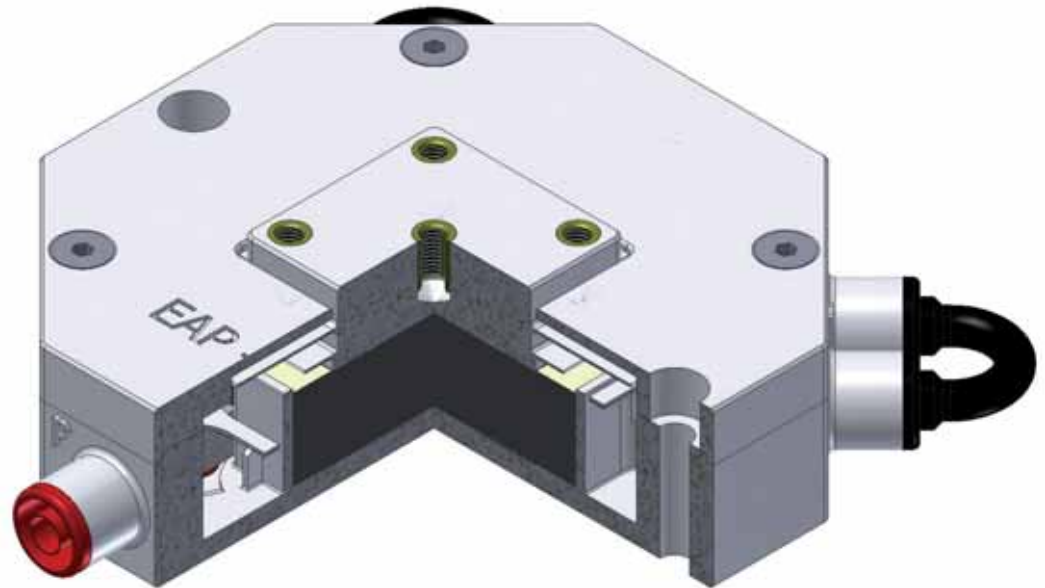
Dass dies alles nicht nur Spielereien sind, sondern Projekte mit guten Zukunftsaussichten, zeigt schon allein die Tatsache, dass Microsoft Research an dem FLASHED-Projekt teilnimmt, obwohl es selbst keine Fördergelder bekommt. ■

Im Gegentakt schwingen

Dämpfungselemente aus elastischen Werkstoffen schützen empfindliche Geräte und Maschinen vor störenden Vibrationen. Fraunhofer-Experten arbeiten an Systemen, mit denen sich Schwingungen aktiv ausgleichen lassen.

Text: Andreas Beuthner

Schnittdarstellung der aktiven Isolationseinheit mit 100 DE-Schichten.
© Fraunhofer LBF



Wenn Wissenschaftler mit hochpräzisen Mikroskopen winzige Teilchen begutachten, können kleinste Erschütterungen die Analyse verfälschen. Häufig liegen die Fehlertoleranzen unterhalb von einem Hundertstel Millimeter. Deshalb müssen die Geräte von Schwingungen entkoppelt werden. Elastische Materialien können hierbei helfen: Sie verformen sich und wirken wie Stoßdämpfer, die Schwingungen abfedern.

Bislang sind Elastomere vor allem im Einsatz, um große Bewegungen auszugleichen. Sie federn passiv Stöße bei Fahrzeugen ab und reduzieren Schwingungen in Maschinen. Doch die dabei eingesetzten passiven Elastomerfedern sind durch ihre Form und das Material auf ein ganz bestimmtes Federungsverhalten festgelegt und können nicht auf unterschiedliche Schwingungen reagieren. Am Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF haben Forscherinnen und Forscher elastische Aktoren auf Basis von Naturkautschuk entwickelt, die aktiv im Gegentakt zu Schwingungen vibrieren können und so Erschütterungen nahezu auslöschen. Dazu nutzen die Wissenschaftler dielektrische Elastomere (DE). Das sind weiche

Materialien, die sich unter hohen elektrischen Spannungen verformen. Innerhalb von Millisekunden ziehen sich die Schichten zwischen den Elektroden zusammen. Nimmt man die Spannung weg, kehren sie ebenso schnell wieder in ihre Ausgangsposition zurück. »Das prädestiniert sie für den Aufbau von Aktoren«, sagt Dr.-Ing. William Kaal, LBF-Experte für Strukturdynamik und Schwingungstechnik.

Gelochte Elektroden aus Metall

Die Forscher entwickelten ein neuartiges Design, um die gute elektrische Leitfähigkeit von metallischen Elektroden zu nutzen, ohne das Dehnungsvermögen des Elastomers übermäßig zu beeinträchtigen. »Wir arbeiten mit metallischen, gelochten Elektroden. Dank der perforierten Struktur kann das Elastomer bei anliegendem elektrischem Feld lokal in diese Mulden entweichen«, erklärt Kaal. Das neue Elektrodendesign hat gegenüber bisherigen aktiven Elastomerkomponenten gleich mehrere Vorteile: Da der elektrische Widerstand von Metall gegenüber anderen Elektroden zum Beispiel aus leitfähigen Polymeren geringer ist, entstehen auch weniger Leistungsverluste.



Versuchsstand zur aktiven Schwingungsreduktion im Labor. © Fraunhofer LBF

Zudem lassen sich mit den fein perforierten Elektroden sehr flache dielektrische Aktoren bauen, die nur wenige Millimeter hoch sind, aber immer noch aktiv arbeiten.


Die Wissenschaftler haben im Labormaßstab bereits stabile Dämpfungselemente hergestellt, die sich leicht in Maschinen und Geräten einbauen lassen. Das Bauteil federt nicht nur passiv einen sehr breiten Frequenzbereich an Schwingungen ab, sondern dehnt sich aktiv um bis zu zwei Prozent aus. Speziell entwickelte Steuerungsalgorithmen sorgen dafür, dass sich das verformbare Material exakt auslenken lässt. Die LBF-Experten setzen Beschleunigungssensoren ein. Diese erfassen die auftretenden Schwingungen und generieren ein entsprechendes Gegenschwingungssignal.

Energie aus Schwingungen gewinnen

Der Aktor kann sogar zum Generator werden. Wirken mechanische Kräfte auf das Elastomer, tritt eine Kapazitätsänderung auf, die sich zur Energiegewinnung nutzen lässt. Das ist zum Beispiel für energieautarke Sensoren interessant, die ihren eigenen Strom, wenn auch in geringer

Menge, produzieren. Brücken oder Windkraftanlagen lassen sich so mit Sensoren ausstatten, die ohne aufwändige kabelgebundene Stromversorgung wichtige Überwachungsdaten erfassen. Eine Elastomerkomponente kann einfach zusätzlich sensorische Aufgaben übernehmen. Treten beispielsweise ungewöhnliche Kräfte auf, die über das Elastomerbauteil geleitet werden, lassen sich diese Signale messen und zu einer Fehlermeldung weiterverarbeiten. »Das kann sehr hilfreich sein, um ein System zu überwachen und Schäden frühzeitig zu erkennen«, betont Kaal.

Die Fraunhofer-Forscher des LBF haben in den vergangenen Jahren umfassendes Know-how und Erfahrungen mit gelochten Elektroden und dem neuartigen Aktorkonzept angesammelt. Viele technische Voraussetzungen wie die Elektrodenfertigung, die Auswertungsalgorithmen und Signalverarbeitung sind so weit fortgeschritten, dass nichts gegen einen industriellen Einsatz dielektrischer Aktoren mit gelochten Elektroden spricht. »In einem ersten Langzeittest konnten wir zeigen, dass ein solcher Aktor problemlos 100 Millionen Zyklen absolvieren kann«, sagt Kaal. ■



Fiber Optics, Components and Fiber Coupled Laser Sources

polarization maintaining for wavelengths 350 - 1700 nm

PM-Fiber with end caps: reduced power density at fiber end-face (factor 100)

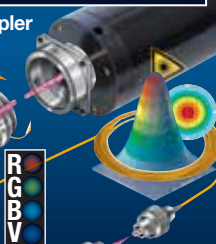
Standard fiber

PM-Fiber with End Caps

Laser Beam Coupler 60SMS-1-4-...

Inclined fiber coupling axis

RGBV





Fiber collimator 60FC-...

Option: Amagnetic **Titanium** Fiber Connectors and Fiber Optic Components

Fiber Port Clusters for


Postcard-sized replacement of a 1m² breadboard setup.





In global use:

Austria	Italy	India
France	UK	PR China
Spain	USA	Japan
Germany	Switzerland	Republic of Korea
Russia		



SAN FRANCISCO, CALIFORNIA
FEBRUARY 16 - 18, 2016

VISIT US IN NORTH HALL,
BOOTH 5064

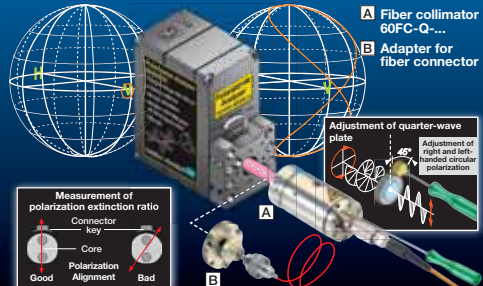
Measurement System

Polarization Analyzer Series SK010PA-...

Interface: USB 3.0 • Multiple Wavelength Ranges 350 – 1600nm

A Fiber collimator 60FC-Q-...

B Adapter for fiber connector



Measurement of polarization extinction ratio

Connector key

Core

Polarization Alignment

Good

Bad

Adjustment of quarter-wave plate

Adjustment of right and left-handed circular polarization


LOW NOISE

LOW COHERENCE and REDUCED SPECKLE

Fiber Coupled Laser Sources

51nanoFI-... / 51nanoFCM-...

with singlemode and polarization-maintaining fiber cables



Fabry Perot Interferometry

Applications: Laser Deflection Measurement

A tomic force microscopy

Nanotube

51nanoFI-...

Power Control

Faraday Isolator

Schäfter+Kirchhoff GmbH

info@SukHamburg.de
www.SukHamburg.com

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

Made in Germany

Effizientere E-Mail- Kommunikation



Gegen die E-Mail-Flut mit MailScout.
© Fraunhofer UMSICHT

Wenig aussagekräftige E-Mail-Betreffs oder »Antwort an alle«-Nachrichten kosten viel Zeit und bares Geld. Fraunhofer UMSICHT hat ein Add-In für Microsoft Outlook® entwickelt, das die E-Mail-Kommunikation im Unternehmen dauerhaft verbessert.

Text: Birgit Niesing

Die meisten Unternehmen besitzen einen E-Mail-Knigge. Er besagt unter anderem, wie Textnachrichten inhaltlich gestaltet sein sollten, was einen gut formulierten Betreff auszeichnet und worauf bei der Auswahl der Empfänger zu achten ist. An zum Bersten vollen virtuellen Postkästen ändert dies oft nichts. Die Software MailScout ist für Unternehmen gedacht, die E-Mail-Richtlinien effektiv und nachhaltig in ihrer Organisation verankern möchten. Das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen hat das Programm für die individuellen Bedürfnisse und die geltenden E-Mail-Richtlinien des Unternehmens SAP konfiguriert. Cornelius Clauser, Head of Productivity Consulting Group bei SAP über die Gründe für die Nutzung des Add-Ins: »Mail-Scout hilft uns dabei, den Umgang mit E-Mails zu verbessern. Statt des erhobenen Zeigefingers und Ermahnungen können wir jetzt konstruktive Hilfe im jeweiligen Kontext anbieten, was uns enorm bei der Umsetzung unserer E-Mail Richtlinien zu Gute kommt.«

E-Mail-Effizienz erleben und beibehalten

MailScout setzt direkt beim Absender von E-Mails an. Eingebettet in Microsoft Outlook®, weist die Software den Schreiber durch eine Informationsleiste im E-Mail-Editor auf die Länge der Nachricht sowie der Anhänge hin. »Eine lange Mail will auch gelesen werden. Dies wiederum kostet Zeit und Aufmerksamkeit. MailScout rechnet die Länge von Mails in Lesezeit um und gibt, angelehnt an die Ampelfarben, farbliche Signale zur Lesedauer«, erklärt Dipl.-Phys. Thorsten Wack, Leiter Informationstechnik bei UMSICHT. Zusätzlich meldet die Software, wenn viele Kontakte im Adress- oder im CC-Feld eingepflegt sind. »Häufig werden E-Mails leichtfertig weitergeleitet. Ohne lang zu überlegen, bittet man mehrere Kollegen mit einer Mail um Kenntnisnahme, die erst die

gesamte Nachricht lesen müssen, um zu erkennen, ob und inwieweit die Mail sie betrifft.«

MailScout sensibilisiert den Verfasser nur, er wird weder zum Kürzen seiner Mail noch zum Streichen von Empfängern gezwungen. Gleichzeitig erhält er je nach Unternehmen individuell festgelegte Empfehlungen zur Optimierung der E-Mail, die ihn animieren, die gewünschten Richtlinien einzuhalten. So können die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter direkt beim Schreiben der elektronischen Nachrichten den richtigen Umgang mit E-Mails lernen. Extra Schulungen, die das Einrichten von E-Mail-Richtlinien zum Ziel haben, werden durch MailScout hinfällig. »Wie die Regeln aussehen bzw. wie im Unternehmen kommuniziert werden soll, bestimmt der Kunde selbst. Die Software kann flexibel und individuell konfiguriert werden«, sagt Wack.

74 Prozent der SAP-Pilotuser befürworten MailScout

MailScout wird über drei Quartale bei SAP eingeführt. Ein entscheidender Faktor ist das Mitarbeiterfeedback in jeder der Phasen, da es beim weiteren Rollout berücksichtigt wird. In der aktuellen ersten Phase konnten Nutzer das Tool freiwillig installieren. 69 Prozent der Pilotuser sagten aus, dass sie die MailScout-Empfehlungen zur E-Mail-Optimierung regelmäßig befolgen; 74 Prozent der Pilotuser wollten MailScout auch nach der Pilotierung weiter nutzen. Die hohe Nutzerakzeptanz der Anwendung hat dazu geführt, dass die Entscheidung für den globalen Rollout im Unternehmen gefallen ist. In der letzten Phase, die voraussichtlich in den kommenden Monaten abgeschlossen ist, wird das Tool auf allen Rechnern der 90 000 Microsoft Outlook® User bei SAP zur Verfügung stehen. ■

UMSICHT- Wissenschaftspreis

zur Förderung industrienaher Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik



**BIS 31.3.2016
BEWERBEN!**
s.fhg.de/wissenschaftspreis2016

KATEGORIEN:

WISSENSCHAFT UND JOURNALISMUS

Der UMSICHT-Wissenschaftspreis wird in den Kategorien Wissenschaft und Journalismus verliehen, um den Dialog von Wissenschaft und Gesellschaft zu aktuellen Themen in den Bereichen Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik zu fördern. Bewerben können sich Kommunikatoren aus den Bereichen Wissenschaft und Journalismus.

DOTIERUNG

Das Preisgeld verteilt sich auf einen mit 10 000 Euro dotierten Preis in der Kategorie Wissenschaft und zwei mit je 2500 Euro dotierte Preise für journalistische Arbeiten.

BEWERBERMANAGEMENT

UMSICHT-Förderverein
Osterfelder Straße 3 ■ 46047 Oberhausen

Sekretariat (vormittags)
Telefon 0208 8598-1152
wissenschaftspreis@umsicht.fraunhofer.de



Der Preis steht unter der Schirmherrschaft von Prof. Dietrich Grönemeyer, Vorstandsvorsitzender des Wissenschaftsforums Ruhr e. V. und Direktor des Grönemeyer Institut für MikroTherapie.



UMSICHT FÖRDERVEREIN

Verein zur Förderung
der Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik e.V.



Fraunhofer-Präsident Professor Reimund Neugebauer, (links) und John Key, Premierminister von Neuseeland (rechts). © Matthias Heyde/Fraunhofer

Fraunhofer und Universität Auckland kooperieren

Die Fraunhofer-Gesellschaft und die neuseeländische University of Auckland werden im Projekt »Bionic Joint« drei Jahre lang zusammenarbeiten – mit dem Ziel, eine neuartige bionische Arm-Orthese für Ellbogen zu entwickeln. Das internationale Projekt startete am 1. Dezember 2015 bei einem Kick-off-Treffen in Berlin im Beisein von John Key, Premierminister von Neuseeland und Professor Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft.

Das Projekt Bionic Joint findet im Rahmen des ICON-Programms der Fraunhofer-Gesellschaft statt. Das Kürzel steht für »International Cooperation and Networking« und sieht Kooperationsprogramme mit internationalen Exzellenzzentren vor. Die Fördersumme bis 2019 beträgt 1,9 Millionen Euro, getragen je zur Hälfte von der University of Auckland und der Fraunhofer-Gesellschaft.



Lena Schell-Majoor arbeitet an der Entwicklung von Computermodellen, die den menschlichen Hörprozess nachbilden und zuverlässige Vorhersagen der Geräuschqualität liefern. © L'Oréal, Peter Böttcher

Förderpreis für Hörforscherin

Lena Schell-Majoor, Wissenschaftlerin am Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT gehört zu den Preisträgerinnen des Programms »FOR WOMEN IN SCIENCE«. Damit fördern die deutsche UNESCO-Kommission und L'Oréal Deutschland in Zusammenarbeit mit der Stiftung der Nobelpreisträgerin Christiane Nüsslein-Volhard hochqualifizierte Nachwuchswissenschaftlerinnen mit Kind.

Aufgrund ihrer herausragenden wissenschaftlichen Leistung und ihres besonderen Engagements über Fachgrenzen hinaus wurde Schell-Majoor zusammen mit zwei weiteren

Wissenschaftlerinnen mit dem Förderpreis ausgezeichnet. Die 31-jährige Ingenieurin arbeitet in der Oldenburger Projektgruppe Hör-, Sprach- und Audiotechnologie des IDMT. Dort entwickelt sie Computermodelle, die den menschlichen Hörprozess nachbilden und zuverlässige Vorhersagen der Geräuschqualität liefern.

Das Programm »FOR WOMEN IN SCIENCE« vergibt jährlich drei Stipendien im Wert von 20 000 Euro, um die Situation hochqualifizierter Doktorandinnen mit Kind zu verbessern und so herausragende Wissenschaftlerinnen für die Forschung zu erhalten.

Fraunhofer auf Messen

Januar

15. – 24. Januar
Grüne Woche mit Fachschau nature.tec
internationale Ausstellung der
Ernährungswirtschaft und Landwirtschaft

Februar

23. – 25. Februar
Embedded World, Nürnberg
Fachmesse für embedded Technologien

März

08. – 10. März
JEC World 2016
Composites, Werkstoffe

14. – 18. März
CeBit, Hannover
IT-Messe

Informationen zu allen Messen:
www.fraunhofer.de/messen
www.fraunhofer.de/veranstaltungen

Franziska Kowalewski
Susanne Pichotta

franziska.kowalewski@zv.fraunhofer.de
susanne.pichotta@zv.fraunhofer.de

Personalien

Professor Eicke Weber, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE, erhielt den Walter-Scheel-Preis 2015. Die Auszeichnung von der Friedrich-Naumann-Stiftung für Freiheit und der Freundeskreis Walter Scheel wird seit 2011 an Personen vergeben, die sich in der Entwicklungszusammenarbeit engagieren.

Mit dem japanischen Terahertz-Technologie-Preis 2015 wurde **Professor René Beigang** geehrt. Beigang leitet die Abteilung »Materialcharakterisierung und -prüfung MC« am Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM. Die Auszeichnung erhalten international herausragende Persönlichkeiten, die sich in besonderer Weise für die Förderung der Terahertz-Technologie in Wissenschaft und industrieller Anwendung einsetzen.

Die Institutsleiterin des Fraunhofer-Instituts für Offene Kommunikationssysteme FOKUS, **Professorin Ina Schieferdecker**, wurde zur neuen Präsidentin des Arbeitskreises Software-Qualität und -Fortbildung e.V. (ASQF), ernannt. ASQF ist ein Fachverband und Kompetenznetzwerk rund um die Themen Software-Entwicklung, Zuverlässigkeit und Sicherheit.

Für ihre entscheidenden Beiträge zur Entwicklung und zur praktischen Implementierung des mp3-Audiocodierungsverfahrens ehrte die Eduard-Rhein-Stiftung **Professor Karlheinz Brandenburg**, **Dr.-Ing. Bernhard Grill** und

Professor Jürgen Herre mit dem Technologie-Preis 2015. Die Wissenschaftler arbeiteten am Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS an dem Standard. mp3 gehört zu den bedeutendsten deutschen Erfindungen der vergangenen Jahrzehnte. Der Preis ist mit 30 000 Euro dotiert.

Die Feng Chia University in Taiwan berief **Professor Wolfgang Diehl**, den stellvertretenden Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Schicht- und Oberflächentechnik IST zum »Distinguished CHAIR Professor FCU« im »Department of Science« der Fakultät für Materialwissenschaften und Ingenieurtechnik. Damit würdigt die Universität die langjährige gute wissenschaftliche Zusammenarbeit.

Professorin Antje Prasse, Wissenschaftlerin am Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin ITEM und Oberärztin in der Klinik für Pneumologie der Medizinischen Hochschule Hannover, erhielt für ihre herausragende, umfangreiche Forschung auf dem Gebiet der idiopathischen Lungenfibrose (IPF) den »ERS Research Award on Idiopathic Pulmonary Fibrosis 2015«. Die Lungenfibrose ist eine Erkrankung des älteren Menschen, bei der das Lungengewebe zunehmend vernarbt und zerstört wird.

Impressum

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

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

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

Redaktion:
Klaudia Kunze (V.i.S.d.P.),
Beate Koch, Birgit Niesing (Chefredaktion)
Franziska Kopold, Tobias Steinhäuser, Britta Widmann, Christa Schraivogel (Bild und Produktion)

Redaktionelle Mitarbeit:
Janine van Ackeren, Eva Baumgärtner, Andreas Beuthner, Klaus Jacob, Chris Löwer, Katja Lüers, Monika Offenberger, Brigitte Röthlein, Isolde Rötzer, Tim Schröder, Monika Weiner

Graphische Konzeption: BUTTER. Düsseldorf
Layout + Litho: Vierthaler & Braun, München
Titelbild: iStockphoto / Vierthaler & Braun (m)
Druck: H. HEENEMANN GmbH, Berlin

Anzeigen: Heise Zeitschriften Verlag
Technology Review, Karl-Wiechert-Allee 10
30625 Hannover, Telefon +49 511 5352-0
www.heise.de/mediadaten
Nächster Anzeigenschluss: 8. Februar 2016

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

ClimatePartner^o
klimaneutral
Druck | ID 53170-1511-1005



Spin-offs

Elektronikprodukte zuverlässig entwickeln

Masken für die Fertigung von Mikrochips enthalten ein präzises Abbild der Schaltkreise und dienen quasi als Kopiervorlage. Ihre Muster werden bei der Chipproduktion belichtet und so auf die Silizium-Wafer übertragen. Für die komplexen Chips von heute ist diese Maskenfertigung besonders aufwändig und kostet zum Teil Millionen Euro. Deshalb muss ihr Ergebnis gleich beim ersten Mal stimmen. Mit einer neuen Software lassen sich solche mikroelektronischen Produkte bereits virtuell vor ihrer Fertigung prüfen. »Mit unserer Software COSIDE® können Bauteile, die besonders schwierig gemeinsam zu designen sind, zuverlässiger, sicherer und schneller entwickelt werden. In der Architektur gibt es solche Programme schon länger«, sagt Karsten Einwich, Geschäftsführer der Coseda Technologies GmbH. »In unserem Metier sind es analoge und digitale Chipkomponenten oder Hard- und Software, die es gilt, parallel und dennoch aufeinander abgestimmt zu entwickeln. So kann ein Unternehmen enorme Kosten und Zeit sparen.«

Coseda wurde zum 1. Juli 2015 aus dem Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Institutsteil Entwurfsautomatisierung EAS in Dresden, ausgegründet. Hier hat Karsten Einwich mehr als 15 Jahre als Gruppenleiter die Entwicklung der Software COSIDE® vorangetrieben. »Ende der 90er-Jahre drang die europäische Halbleiterindustrie darauf, eine neue Designsprache für die immer komplexer werdenden Elektronikprodukte zu entwickeln«, erinnert sich Einwich. Das EAS hat diese Entwicklung begleitet, aus der 2010 ein Industriestandard hervorging. »Zunächst dachten wir, die Anbieter von Designsoftware für Elektronik könnten die passende Software für diesen Standard selbst entwerfen, doch das ist nicht geschehen. Deshalb haben wir 2013 mit COSIDE®, die weltweit erste kommerzielle Simulationsplattform kreiert, die wir mit unserer Ausgründung jetzt vermarkten«, erklärt der Geschäftsführer. COSIDE® läuft auf Windows und Linux und wird bei den Kunden, die die Software plus Support jahreweise mieten können, direkt in die Produktionskette eingebunden. Aktuell will sich das Spin-off auf dem internationalen Markt etablieren, vor allem in den USA und Japan. Außerdem arbeitet das junge Unternehmen an der kontinuierlichen Verbesserung der Software.

Karsten Einwich
www.coseda-tech.com



Brennstoffzellenkraftwerk 2.0

In Mannheim wird 2016 das erste europäische Brennstoffzellenkraftwerk mit einer Leistung von 1,4 Megawatt entstehen und ca. 60 Prozent des Strombedarfs des Kunststoff- und Hochleistungskeramikherstellers FRIATEC decken. »Dazu haben wir im Juli 2015 eine Projektentwicklungspartnerschaft mit E.ON geschlossen«, sagt Andreas Frömmel, Vizepräsident der FuelCell Energy Solutions GmbH, FCES aus Dresden. Das Joint Venture des Fraunhofer-Instituts für Keramische Technologien und Systeme IKTS in Dresden und des amerikanischen Unternehmens FuelCell Energy FCE produziert dezentrale Brennstoffzellenkraftwerke mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 47 Prozent und einer Leistung von 250 Kilowatt bis 2,8 Megawatt und mehr. »Unsere Anlagen erzeugen in einem elektrochemischen Prozess, der neben geringem CO₂-Ausstoß praktisch frei von schädlichen Emissionen ist, aus Erd- oder Biogas saubere Energie in Form von Strom, Wärme, Kälte oder auch optional Wasserstoff«, erklärt Frömmel. »Wir garantieren unseren Kunden eine bestimmte Energieproduktion pro Jahr und bieten ihnen Full-Service-Vereinbarungen ohne Technologierisiko. Für die Nutzer fallen so nur geringe Betriebs- und Servicekosten an.« Die Anlagen mit einer Leistung von weniger als einem Megawatt werden in Deutschland gefertigt, die größeren in den USA. Sie kommen unter anderem bei Energieversorgern, Gebäudekomplexen, wie Universitäten und Krankenhäusern, und energieintensiven Unternehmen zum Einsatz.

Die FCES GmbH wurde im Mai 2012 gegründet. Zuvor hatte das IKTS Patente und Anlagevermögen der »Euro-Zelle«-Entwicklung, die auf Schmelzkarbonat-Brennstoffzellentechnologie (MCFC) basiert, von der Tognum AG, Nachfolgerin der MTU CFC Solutions GmbH, übernommen. »Das amerikanische Unternehmen FuelCell Energy arbeitet bereits seit Ende der 1960er-Jahre an dieser Technologie. Mit dem Joint Venture ließen sich die Vorteile der deutschen Entwicklung mit dem Know-how von FCE kombinieren«, sagt Frömmel.

Derzeit entwickeln FCES und das IKTS die neue Zellgeneration MCFC-Next, die schon bald zum Einsatz kommen soll. Der Vorteil: Die Zellen halten sieben statt fünf Jahre, das spart Kosten. »Neben MCFC-Kraftwerken mit 60 % elektrischer Effizienz arbeiten wir außerdem an Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) mit einer Leistung von 50 bis 200 kW«, sagt Frömmel.

Andreas Frömmel
www.fc.es.de



WIR DENKEN WEITER.



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



GRATIS



IHRE VORTEILE ALS ABONNENT:

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

LAMY SCHREIBSET

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

JETZT AUCH KOMPLETT DIGITAL

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

Gleich im Miniabo testen!



Jetzt bestellen und von allen Vorteilen profitieren:

WWW.TRVORTEIL.DE

Wer begleitet mich auf meinem Karriereweg?

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

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

Sie suchen neue
Mitarbeiter?

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

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