

## **FORSCHUNG KOMPAKT**

05 | 2014 ||

### **1 Netzhautscanner für die Handtasche**

Anhand seiner Netzhaut lässt sich ein Mensch eindeutig identifizieren. Forscher arbeiten daran, dass jedermann die Technologie nutzen kann. Mit dem Prototyp eines kompakten tragbaren Retinascanners sind sie dieser Vision näher gekommen.

### **2 Schaltungen und Sensoren aus dem Drucker**

Drucker mausern sich zu Multitalenten. Sogar Sensoren und elektronische Bauteile können inzwischen auf 2D- und 3D-Oberflächen gedruckt werden. Eine neue, roboter-gestützte Fertigungsstraße automatisiert den Prozess.

### **3 Lagebestimmung im Orbit leicht gemacht**

Mikrosatelliten müssen leicht sein, jedes Gramm zählt. Dies gilt auch für Gyroskope – Sensoren, die die Lage der Satelliten im Orbit bestimmen. Ein neuartiges Modell ist sieben Mal leichter und deutlich kleiner als bisherige Systeme.

### **4 Flugzeugtragflächen automatisiert montieren**

Flugzeugtragflächen werden bislang manuell montiert. Künftig lässt sich der Prozess automatisieren. Ein neuartiger, schlangenförmiger Roboter gelangt selbst in die hintersten Winkel der Tragflächen, um dort Komponenten zu verschrauben.

### **5 Schneller zum richtigen Krebsmedikament**

Wie sich eine Krebserkrankung entwickelt, ist oft schwer vorherzusagen. Neue Erkenntnisse aus der Fraunhofer-Forschung helfen, den Krankheitsverlauf besser zu verstehen und für den Patienten die individuell richtige Therapie zu finden.

### **6 Keramikschrauben – korrosions- und hitzebeständig**

Schrauben sind meist aus Stahl. Große Hitze oder Säure setzt diesem sonst so stabilen Material jedoch stark zu. Eine Alternative: Keramische Schrauben. Welche Kräfte sie aushalten, können Forscher nun präzise vorhersagen.

### **7 Laser und Plasma als Powerteam**

Mit Laserstrahlen lassen sich kleinste Mikrostrukturen in Materialien einbringen. Bei transparenten Werkstoffen wie Glas ist dazu jedoch viel Energie nötig. Forscher haben eine effizientere Lösung gefunden: Sie kombinieren den Laser mit einem Plasmastrahl.

### **8 Kurzmeldungen**

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 67 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Rund 23 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von zwei Milliarden Euro. Davon erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft über 70 Prozent aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Die internationale Zusammenarbeit wird durch Niederlassungen in Europa, Nord- und Südamerika sowie Asien gefördert.

---

**Impressum**

FORSCHUNG KOMPAKT der Fraunhofer-Gesellschaft | Erscheinungsweise: monatlich | ISSN 0948-8375 | Herausgeber und Redaktionsanschrift: Fraunhofer-Gesellschaft | Unternehmenskommunikation | Hansastraße 27c | 80686 München | Telefon +49 89 1205-1302 | [presse@zv.fraunhofer.de](mailto:presse@zv.fraunhofer.de) | Redaktion: Beate Koch, Britta Widmann, Tobias Steinhäüßer, Janine van Ackeren, Tina Möbius | Abdruck honorarfrei, Belegexemplar erbeten.

Alle Pressepublikationen und Newsletter im Internet auf: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse). FORSCHUNG KOMPAKT erscheint in einer englischen Ausgabe als RESEARCH NEWS.

## Netzhautscanner für die Handtasche

.....  
**FORSCHUNG KOMPAKT**

05 | 2014 || Thema 1  
.....

Die Netzhaut ermöglicht uns das Sehen. Sie verrät jedoch auch, wer wir sind. Das Blutgefäßmuster der Retina ist ein biometrisches, bei jedem Menschen einzigartiges Merkmal. Mit speziellen Augenscannern könnte man sich unterwegs eindeutig und sicher identifizieren. Zum Beispiel um Bankgeschäfte zu tätigen, an der Supermarktkasse zu bezahlen oder seine Wohnung bzw. sein Auto aufzuschließen. Doch noch sind die Geräte viel zu groß und unhandlich für den mobilen Einsatz.

Vom 20. bis 22. Mai 2014 stellen Wissenschaftler des Dresdner Fraunhofer-Instituts für Photonische Mikrosysteme IPMS auf der internationalen Fachmesse für optische Technologien Optatec den Prototyp eines Retinascanners vor, der klein, ergonomisch der menschlichen Hand angepasst und für Brillenträger geeignet ist (Halle 3, Stand D50). »Laut unseren Informationen ist das Gerät in seiner Kompaktheit einzigartig«, sagt Dr. Uwe Schelinski, Gruppenleiter Systemintegration am IPMS. Die für die Aufnahme der Retina notwendigen optischen Bauteile haben die Forscher in einem Volumen von circa zwölf mal neun mal sechs Zentimetern untergebracht. Dazu gehören zum Beispiel Infrarot-Laser, Okular und MEMS-Scannerspiegel (engl. micro-electro-mechanical systems). Dank dieser Mikrospiegel gelang es, das optische System so kompakt zu gestalten.

### Einzigartiges Muster – vergleichbar mit dem Fingerabdruck

Die mikroelektronischen Bauteile auf Siliziumbasis sind nicht größer als kleine Mikrochips. Sie lenken den augensicheren Laserstrahl so, dass er in der Lage ist, die Netzhaut gezielt abzutasten. Die eingebaute Optik erzeugt aus den reflektierten Laserstrahlen ein Bild der Retinaoberfläche. Da die Blutgefäße der Netzhaut Licht weniger reflektieren als die restliche Fläche ihrer Nervenzellen, lässt sich ihr Muster graphisch eindeutig abbilden und mit dem vorher gespeicherten Muster seines Besitzers vergleichen. Bei jedem Menschen ist dieses Muster individuell einzigartig, genau wie der Fingerabdruck, die Iris, die Gesichtszüge oder die Stimme, und beweist seine Identität.

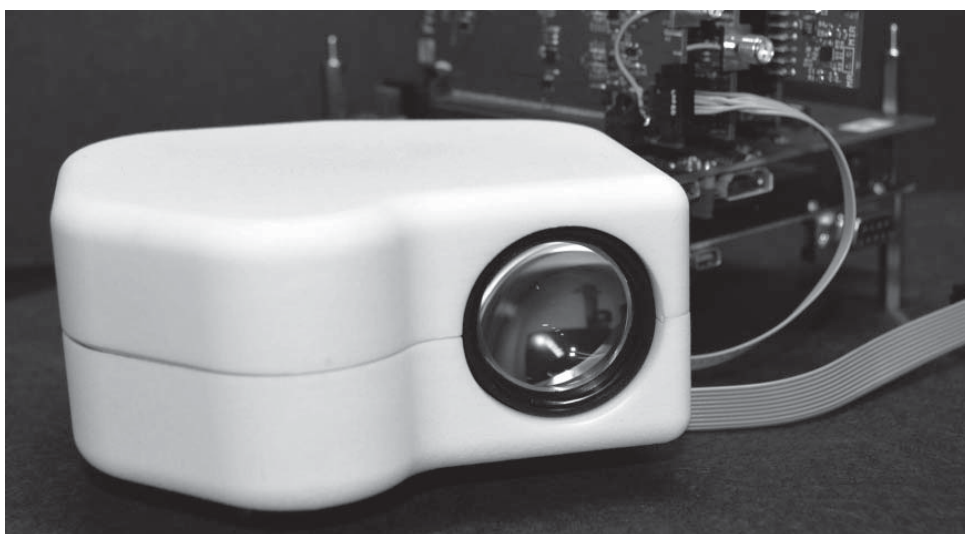
Der tragbare Retinascanner ist im Projekt MARS entstanden, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wurde. MARS steht für mobile Authentifikation mittels Retina-Scanning. Mobil ist das System durch seine Größe bereits – zumindest die optischen Bauteile. Bis zum Ende des Projekts im Dezember 2014 wollen die Wissenschaftler auch die Elektronik so integrieren, dass das Gerät nur minimal größer wird. Parallel geht es in der letzten Phase von MARS vor allem darum, an der Auswertesoftware zu feilen. Unterstützt werden die Dresdner Wissenschaftler dabei von ihren Kollegen des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI in Karlsruhe. Die Innovationsforscher sind in dem Projekt für die Ergonomie, die Akzeptanz und die rechtlichen Aspekte der Technologie verantwortlich. Weitere Partner sind

---

Optik- und Elektronikhersteller, Softwarefirmen, Anbieter von Biometrieprodukten, Sicherheitsunternehmen und Universitäten.

»Bis wir die Technik in ein Smartphone integrieren können, ist es noch ein langer Weg. Möglich wären auch kleine Zusatzmodule, die mit dem Smartphone via Bluetooth, NFC oder WLAN kommunizieren. Vielleicht ist das im ersten Schritt auch die vernünftiger Variante, da Mobiltelefone noch zu unsicher sind«, so Schelinski. Aus seiner Sicht hat die Technologie zwei wesentliche Vorteile gegenüber stationären Lösungen: »Erstens bleiben die Scans auf dem Gerät und landen in keiner Datenbank. Zweitens bin ich eher bereit, mich mit meinem eigenen Gerät zu scannen, als mit einem fest installierten Fremdsystem.« Die Idee dahinter: Nicht der Retinaabgleich selbst ist notwendig, um Anwendungen zu nutzen. Vielmehr muss das Gerät – entweder das Smartphone oder der portable Scanner – den jeweiligen Besitzer eindeutig identifizieren. Ist das der Fall, ist dieses Gerät dann selbst der Schlüssel, um Geld abzuheben, das Auto aufzuschließen etc. »Bevor die Technologie den Massenmarkt erobern kann, müssen wir sie noch kompakter konstruieren. Unser Prototyp ist ein wichtiger Meilenstein auf diesem Weg«, sagt Schelinski.

Vom 20. bis 22. Mai zeigt der Wissenschaftler zusammen mit seinen Kollegen das Gerät auf der Messe Optatec in Frankfurt erstmals der Öffentlichkeit (Halle 3, Stand D50). Messebesucher können sich selbst ein Bild von der Kompaktheit des kleinen Handtaschen-Scanners machen und erleben, wie das System live funktioniert.



**Der circa 650 Kubikzentimeter große Retinascanner des Fraunhofer IPMS. Die Forscher zeigen ihre handliche Technologie auf der Optatec 2014. (© Fraunhofer IPMS) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**

## Schaltungen und Sensoren aus dem Drucker

FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2014 || Thema 2

Drucker sind heute in jedem Büro unersetzlich. Aber auch in der Mikroelektronik, Mikrosystemtechnik und Sensorik spielen digitale Drucktechnologien eine wichtige Rolle: Am Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen stellen Forscher mit unterschiedlichen Druckverfahren elektronische Bauteile und Sensoren her. Winzige Widerstände, Transistoren, Leiterbahnen und Kondensatoren werden zunächst am Bildschirm entworfen und anschließend direkt auf zwei- und dreidimensionale Oberflächen, beispielsweise auf Platinen, aufgebracht. Anstelle von Druckfarben verwenden die Wissenschaftler »funktionelle Tinten« – elektronische Materialien in flüssiger und pastöser Form. Das Potenzial für gedruckte Elektronik ist groß – es reicht vom Digitalthermometer mit elektronischen Schaltkreisen über Solarzellen von der Rolle bis hin zu intelligenten Verpackungen mit eingebauten Sensoren.

Um flache und dreidimensionale Bauteile mit gedruckter Elektronik automatisiert herstellen zu können, haben die Wissenschaftler am IFAM eine robotergestützte Fertigungsstraße in Betrieb genommen, die gleich mehrere Druckverfahren kombiniert: Sieb-, Inkjet-, Dispens- und Aerosol-Jet-Druck sind modular in der Produktionseinheit integriert. Die Fertigungsstraße mit zentraler Robotereinheit, Bauteilzuführung, Drucksystemen und Wärmebehandlungsöfen versetzt die Forscher in die Lage, Oberflächen seriennah zu funktionalisieren.

Dank der unterschiedlichen Technologien lassen sich sowohl flächige als auch dicke und feine Strukturen auf die Substrate drucken. Mit dem Aerosol-Jet-Verfahren etwa können die Forscher feinste Strukturen mit Breiten von nur 10 Mikrometern kontaktfrei auf das Bauteil aufbringen. Hierbei wird die leitfähige Tinte pneumatisch zerstäubt und das entstehende Aerosol über einen Schlauch zum Druckkopf geführt. Dieser fokussiert den Strahl auf die Substratoberfläche, die uneben sein kann – sogar gekrümmte Oberflächen lassen sich auf diese Weise bedrucken. Auch unterschiedliche Schichtdicken und mehrlagige Strukturen sind möglich. »Eine Platine kann beispielsweise nicht nur mit Schaltkreisen, sondern auch gleich mit einer Schicht, die sie vor Korrosion schützt, ausgestattet werden«, sagt Dr. Volker Zöllmer, Abteilungsleiter am IFAM..

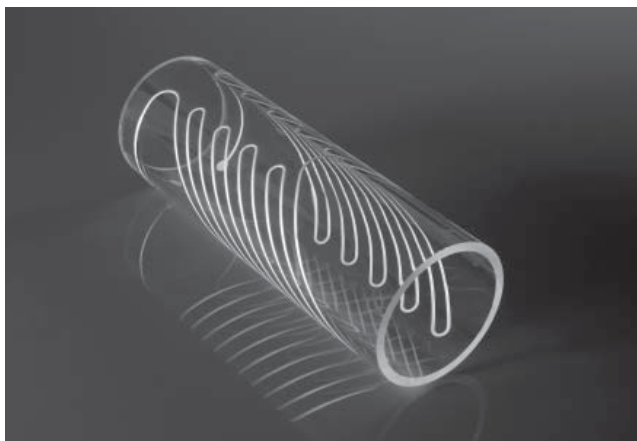
Doch wie funktioniert ein »Druckvorgang« im Detail? Nachdem per Steuerungssoftware je nach gewünschtem Endprodukt die Reihenfolge und Art der Drucker festgelegt wurde, greift der Roboter den Probenträger, also beispielsweise eine Platine, und befördert diese zur ersten Druckstation. Um 200 Mikrometer breite Leiterbahnen in die Oberfläche zu integrieren, wird zunächst der Dispenser, ein Dosiersystem mit Piezoantrieb, angesteuert. Über ein Ventil lässt sich das Volumen und die Tropfengröße der viskosen Medien – etwa eines elektrisch leitfähigen Klebstoffs – exakt dosieren. Soll die Leiterbahn zu einem Sensor führen, wird die Platine im nächsten Schritt an den Aerosoldrucker weitergeleitet. Dieses Spezialgerät für feinste Strukturen druckt den Sensor auf. Je nach Anwendung werden weitere Drucker angesteuert. Abschließend erfolgt

eine thermische Nachbehandlung im Ofen, um die gewünschten Eigenschaften zu erhalten. Die bedruckbaren Substrate können die Größe eines DIN-A3-Blatts haben, die Höhe der Bauteile kann mehrere Zentimeter betragen.

### **Oberflächen maßgeschneidert funktionalisieren**

Bei der Wahl der zu be- und verdruckenden Materialien sind den Experten vom IFAM kaum Grenzen gesetzt: Als verdruckbare Tinten kommen Metalle, Keramiken, elektrisch leitfähige Polymere, aber auch Biomaterialien wie Proteine und Enzyme in Frage. Diese Medien applizieren die Wissenschaftler je nach Anforderung auf Glas, Textilien, Metalle, keramische Platten und viele andere Werkstoffe. »Mit der neuen Fertigungsstraße können wir verschiedenste Materialien kombinieren und Produkte nach Kundenwunsch fertigen. Im Prinzip erhalten Bauteile völlig neue Funktionen – so kann eine Glasscheibe mit integriertem Temperatursensor Wärme messen. Gedruckte Sensorik eignet sich auch zur Bauteilüberwachung, um frühzeitig Risse und Schädigungen zu erkennen. Zum Beispiel können aerosolgedruckte Dehnungsmessstreifen auf einer Aluminiumoberfläche rechtzeitig auf Materialermüdungen in Karosseriebauteilen hinweisen«, erläutert Zöllmer.

Mit der robotergestützten Fertigungsstraße verkürzen sich auch die Entwicklungszeiten. Um Bauteile mit Sensorstrukturen auszurüsten, werden die Sensoren häufig nachträglich in die Bauteile integriert – ein zeitaufwändiger Prozess. Die IFAM-Forscher benötigen – je nach Anwendung – nur wenige Sekunden bis Minuten, um ein Bauteil zu bedrucken. Von den kurzen Entwicklungszeiten könnten viele Branchen profitieren, wie die Automobil- und Luftfahrtbranche, aber auch die Mikrosystemtechnik. »Wir können die Industrie bei der Produktentwicklung unterstützen, Klein- und Nullserien lassen sich mit der Fertigungsstraße herstellen«, sagt Zöllmer. Dabei hat der Kunde auch die Möglichkeit, die modulare Fertigungsstraße mit eigenen Prozessen zu erweitern.



**Zylinder – mit Sensorstrukturen funktionalisiert.**  
(© Fraunhofer IFAM) | Bild  
in Farbe und Druckqualität:  
[www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)

## Lagebestimmung im Orbit leicht gemacht

.....  
**FORSCHUNG KOMPAKT**

05 | 2014 || Thema 3  
.....

Schaut man in den Nachthimmel, sieht man bei guter Witterung nicht nur die Sterne, sondern erhascht hin und wieder auch einen Blick auf einen Satelliten. In den Erdorbit geschossen, übertragen die großen Exemplare Telefongespräche und Fernsehprogramme, während Kleinsatelliten eine Art Labor sind: Sie haben Messsysteme an Bord und liefern Forschern Daten für verschiedene Projekte. Ein Beispiel ist der Satellit TET, mit dem Wissenschaftler testen, ob neue Messsysteme den unwirtlichen Bedingungen im Orbit standhalten. Ist das der Fall, können sie auch in andere Kleinsatelliten eingebaut werden.

Ein solches System ist auch das Gyroskop, das Forscher des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM in Berlin gemeinsam mit ihren Kollegen der Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH entwickelt haben. Die Sensoren helfen dem Satelliten, seine Lage im Orbit zu bestimmen, falls die Sternenkamera versagt oder die Sterne schlecht zu sehen sind. Für eine solche Lagebestimmung sind mindestens drei Gyroskope nötig, eines für jede Raumrichtung. Sie messen die Drehrate des Satelliten und berechnen seine momentane Lage im Orbit. Als Basis dient ihnen das letzte brauchbare Sternbild.

Die Gyroskope müssen den Bedingungen im niedrigen Erdorbit standhalten – zum Beispiel Temperaturen zwischen minus 40 und plus 80 Grad Celsius unbeschadet überstehen und trotz der hohen Strahlung eine Lebensdauer von mehreren Jahren erreichen. Zudem sollen sie möglichst klein und leicht sein. Denn der Bauraum ist begrenzt, und beim Raketenstart bedeutet jedes Gramm weniger bares Geld. Gyroskope dürfen nicht allzu viel Energie verbrauchen, da Kleinstsatelliten nur ein kleines Solarpanel für ihre Energieversorgung haben.

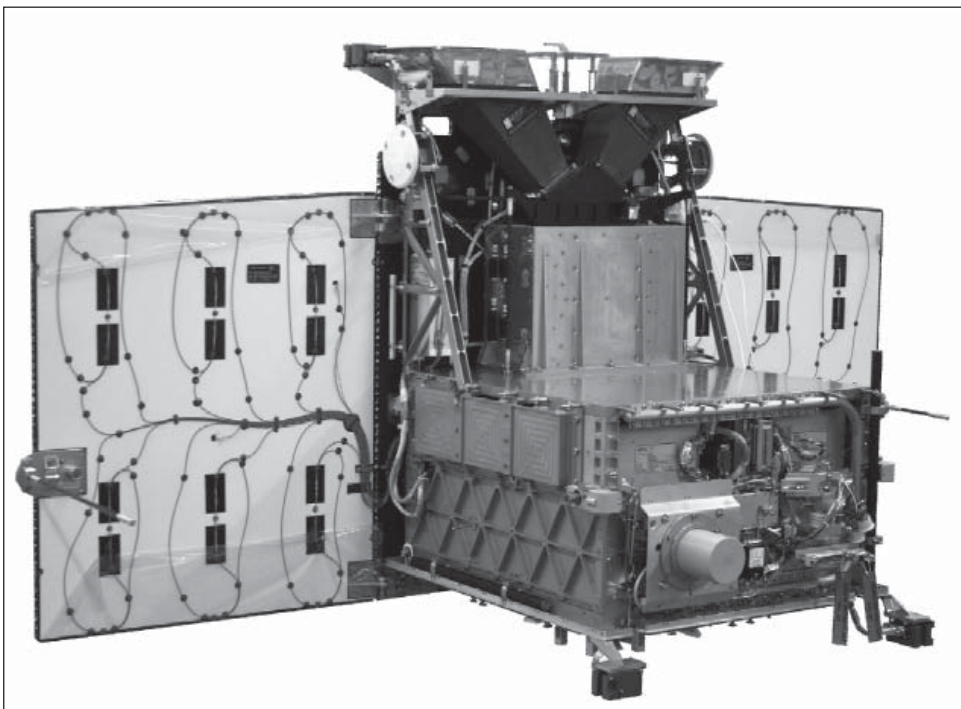
### **Kleiner als ein Portemonnaie**

»Unser Gyroskop erfüllt alle Bedingungen, und ist auch deutlich kompakter, leichter und energiesparsamer als vergleichbare Geräte«, sagt Michael Scheiding, Geschäftsführer der Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH. So bringt es statt der üblichen 7,5 Kilogramm nur ein knappes Kilo auf die Waage. Auch das Volumen haben die Wissenschaftler stark reduziert. Sind die Geräte üblicherweise so groß wie ein großer Schuhkarton, ist das neue Gyroskop mit 10 mal 14 mal 3 Zentimetern gerade mal so groß wie ein Portemonnaie. Die Forscher wollen die Größe des Systems noch einmal halbieren. Ein weiterer Pluspunkt: Es benötigt nur etwa halb so viel Energie wie vergleichbare Geräte.

Wie haben die Forscher das geschafft? Dazu ist ein Blick ins Innere der faseroptischen Gyroskope nötig. Ihr Kernstück ist eine Faserspule, eine rund ein bis zwei Kilometer lange, aufgewickelte Faser. Je länger die Faser, desto genauer arbeitet das Gyroskop.

---

»Wir haben die Länge der Faser auf 400 Meter reduziert, erreichen aber dennoch die gleiche Genauigkeit«, sagt Marcus Heimann, Wissenschaftler am IZM. »Das haben wir unter anderem über die Auswahl der optischen Komponenten erreicht.« Auch die Fügstellen der verschiedenen Fasern, die die Lichtquelle, den Detektor und die Spule miteinander verbinden, haben die Forscher optimiert. Auf der Messe SENSOR + TEST vom 3. bis 5. Juni in Nürnberg stellen die Wissenschaftler den Prototyp vor (Halle 12, Stand 12-537). Die Besucher können das Gyroskop auf einem Drehtisch rotieren lassen und es ermittelt die jeweilige Drehrate.



**Einem solchen Satellitenbus könnte das neue Gyroskop künftig bei der Lagebestimmung helfen: Die Satellitenplattform des etwa ein Meter langen TET-1. (© Astro Feinwerktechnik Adlershof GmbH) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**



## Flugzeugtragflächen automatisiert montieren

FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2014 || Thema 4

Das Flugaufkommen hat in den letzten Jahrzehnten rasant zugenommen. Der Flugzeughersteller Airbus geht davon aus, dass es sich bis 2030 verdreifachen wird. An einem einzigen Tag verzeichnet beispielsweise der Frankfurter Flughafen mehr als 1300 Starts und Landungen. Dies entspricht einer Passagieranzahl von ungefähr 155 000 pro Tag alleine in Frankfurt. Um den entsprechend hohen Bedarf an Transportmitteln zu decken, ist eine Modernisierung der Fertigungsabläufe im Flugzeugbau unumgänglich.

Bislang erfolgt die Flugzeugmontage überwiegend noch per Hand. Um die Produktion anzukurbeln, müssen manuelle Abläufe automatisiert werden. Bei einigen Prozessen im Flugzeugbau ist das problemlos möglich, bei der Montage der Tragflächen hingegen sind die Flugzeugbauer herausgefordert. Der Grund: Diese erfolgt vor allem im Innern der Tragflächen – in nebeneinander angeordneten Kammern. Zugang zu diesen Arbeitsräumen gewähren Mannlöcher – für das Montagepersonal ist es sehr mühsam, durch die nur 45 Zentimeter langen und 25 Zentimeter breiten Öffnungen in die Tragflächen zu klettern, um dort die Tragflächenkomponenten mit Passschrauben zu befestigen und Nahtstellen abzudichten. Pro Tragfläche fallen rund 3000 Passbohrungen an. Dementsprechend zeitaufwändig, körperlich anstrengend und ermüdend ist die Prozedur. Hinzu kommen gesundheitliche Belastungen durch Dämpfe, die beim Abdichten entstehen.

### Schlankes, verschränkungsfähiges Robotersystem für Innenräume

Konventionelle Industrieroboter gelangen nicht durch die engen Öffnungen. Mit ihren starren Gliedern erreichen sie auch nicht den hintersten Winkel der bis zu fünf Meter langen Arbeitsräume. Erforderlich ist ein schlanker Roboter, der zudem verschränkungsfähig ist. Ein solches Modell mit beweglichen Gliedern entwickeln Forscher am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz. »Der Roboter besteht aus acht Achsgelenken. Durch die seriell verketteten kurzen Dreh- und Kippgelenke kann er sehr enge Bahnradien abfahren und sich in die entlegensten Ecken der Kammern schlängeln. Wir nennen ihn auch Schlangenroboter«, sagt Marco Breitfeld, zuständiger Projektleiter am IWU.

Am vordersten der acht Glieder wird das Werkzeug befestigt – alternativ lässt sich auch eine Kamera für Inspektionsaufgaben anbringen. Der insgesamt zweieinhalb Meter lange Roboter ist in der Lage, bis zu 15 Kilogramm schwere Werkzeuge zu tragen – zusätzlich zu seiner Eigenlast.

Angetrieben wird die Roboterkinematik durch einen ausgetüftelten Mechanismus – das Getriebe wird derzeit zum Patent angemeldet: Aufgrund der kompakten Bauweise der einzelnen Roboterglieder scheidet ein konventioneller Motor aus. Breitfeld und sein Team haben in jedem der acht Glieder einen sehr kleinen Motor verbaut – dennoch

bringt es der Antrieb auf ein sehr hohes Drehmoment von bis zu 500 Newtonmeter. In Kombination mit Seilzug und Spindeltrieb ermöglicht er die hohe Beweglichkeit der einzelnen Glieder, die sich jeweils in einem Bereich von 90 Grad verdrehen lassen. »Das Antriebskonzept erlaubt einen Einsatz überall dort, wo hohe Kräfte und Momente auf engstem Raum benötigt werden. Im Flugzeugbau, aber auch im automobilen Karosserie- oder im Kraftwerksbau braucht man solche kompakten Automatisierungslösungen«, so Breitfeld.

Geplant ist, den 60 Kilogramm schweren Roboter auf eine mobile Plattform oder eine Schiene zu montieren, so dass er unter den Tragflächen entlangfahren und sich in jede der Kammern schlängeln kann. Hierfür kann man beispielsweise auf mobile Roboterplattformen zurückgreifen, wie sie im EU-Projekt VALERI kürzlich vom Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und Automatisierung IFF vorgestellt wurden. Derzeit testen die Forscher vom IWU das mechanische Konzept sowie die Steuerung. Vom 3. bis 6. Juni präsentieren sie auf der Messe Automatica in München einen Demonstrator des Innenraumroboters (Halle B4, Stand 228). Bis Ende 2014 soll ein Komplettaufbau des mit acht Robotergliedern ausgestatteten Systems entstehen.



**Wie eine Schlange windet sich der Roboter durch die enge Öffnung in den Innenraum der Tragfläche. Mit seinen kurzen Dreh- und Kippgelenken erreicht er den hintersten Winkel der Kammer.**

(© Fraunhofer IWU) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)

## Schneller zum richtigen Krebsmedikament

FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2014 || Thema 5

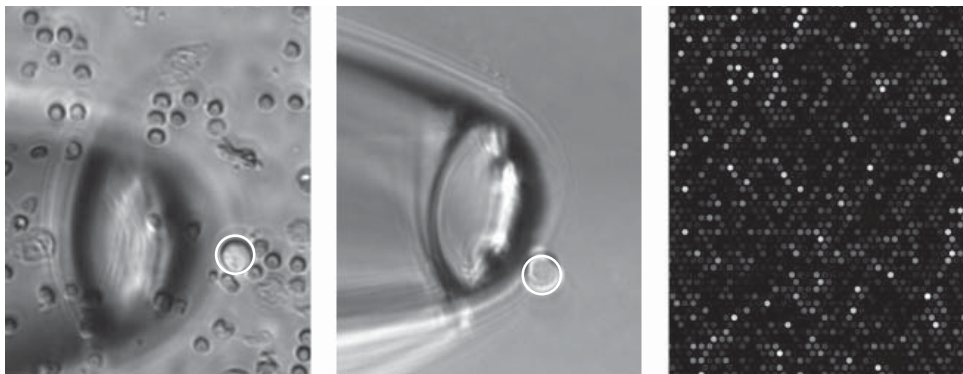
Der Kampf gegen Krebs ist für Betroffene eine langwierige Angelegenheit: Auch wenn ein Tumor operativ entfernt wurde, ist die Krankheit längst nicht ausgestanden. Zellen aus dem Tumor streuen in andere Organe und können sich dort zu neuen Metastasen auswachsen. Um auch diese gestreuten Zellen unschädlich zu machen, muss sich der Patient nach der Operation einer Chemotherapie unterziehen. Neuere Behandlungsansätze, etwa für Brustkrebs, beziehen molekulargenetische Erkenntnisse mit ein, um für die Patientinnen die wirksamste Medikation zu finden: Die Ärzte untersuchen dazu den genetischen »Fingerabdruck« des Primärtumors. Liegt dabei etwa das Gen HER2 vermehrt vor, bekommt die Patientin das Medikament Herceptin.

### Tumor streut bereits bei einer Größe von 1 bis 6 Millimetern

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Toxikologie und Experimentelle Medizin ITEM haben nun Erstaunliches herausgefunden: »Die Annahme, dass die gestreuten Zellen die gleichen Eigenschaften aufweisen wie der Primärtumor, stimmt manchmal, aber bei weitem nicht immer«, erklärt Prof. Christoph Klein, Leiter der ITEM-Projektgruppe »Personalisierte Tumorthherapie« in Regensburg. Der Wissenschaftler und sein Team konnten nachweisen, dass die Streuung weitaus früher erfolgt als bislang angenommen. Im Fall von Brustkrebs etwa wird ein Tumor in der Regel bei einer Größe von 1-2 Zentimetern diagnostiziert – die Streuung beginnt jedoch schon bei einer Größe von 1-6 Millimetern. »In diesem Krankheitsstadium ist der Primärtumor meist noch gar nicht entdeckt. Folglich kennt man auch seine Eigenschaften zu diesem Zeitpunkt nicht«, so Klein. Untersuchungen am Tiermodell bestätigen dies: Die gestreuten Zellen weisen andere Eigenschaften auf als ein Primärtumor, der bereits tastbar ist. »Krebs ist ein Evolutionsprozess: Die Zellen verändern sich im Laufe der Erkrankung«, bringt es Klein auf den Punkt.

Um eine zielgerichtete Behandlung zu gewährleisten, muss sich der Fokus bei der Diagnose nach Ansicht des Forschers künftig stärker vom Primärtumor auf die gestreuten Zellen verlagern. Die Regensburger Projektgruppe arbeitet an Verfahren, um solche Zellen mit Hilfe von Markern zu detektieren und molekulargenetisch zu analysieren. In einer kürzlich veröffentlichten Studie zu Melanomerkrankungen konnten die Forscher beispielsweise zeigen, dass sich im Wächterlymphknoten bereits in einem frühen Stadium gestreute Zellen finden lassen, die aufschlussreiche Informationen über die aktuellen Zelleigenschaften liefern. Der Wächterlymphknoten ist der erste Lymphknoten im Abflussgebiet des Tumors und muss von allen über die Lymphflüssigkeit gestreuten Tumorzellen passiert werden. Darüber hinaus belegt die Studie einen engen Zusammenhang zwischen der Anzahl der gestreuten Zellen im Wächterlymphknoten und dem Risiko, dass die Patienten an der Krankheit sterben. Kombiniert man diese Informationen mit Eigenschaften des Primärtumors, lässt sich die Prognose für den Patienten sehr gut abschätzen.

Für seine Erkenntnisse wurde Prof. Klein mit dem renommierten Deutschen Krebspreis ausgezeichnet. Der Wissenschaftler möchte mit seiner Arbeit dazu beitragen, die Dynamik von Krebserkrankungen besser zu verstehen und die Behandlung daran auszurichten. »Unser Ziel ist es, für den einzelnen Patienten die richtigen Medikamente zu finden, so dass erst gar keine tödlichen Metastasen heranwachsen«, so Klein. Bei manchen Patienten wären dabei eventuell ganz andere Maßnahmen als die hochtoxische Chemotherapie hilfreich: Denn auch Krebszellen unterliegen nach Erkenntnissen der Wissenschaftler dem Darwinschen Gesetz »survival of the fittest«: Streuen sie in andere Körperregionen, müssen sie dort mit einem anderen Selektionsdruck zurechtkommen als an ihrem Entstehungsort. Die gute Nachricht: Die meisten Zellen schaffen das nicht – und können sich folglich nie zur Metastase auswachsen.



**Die Bildfolge zeigt die Isolierung einer Brustkrebszelle (kleiner Kreis links und Mitte) und rechts einen Ausschnitt aus ihrem »molekularen Porträt«. (© Fraunhofer ITEM) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**

## Keramikschrauben – korrosions- und hitzebeständig

FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2014 || Thema 6

Kurz nicht aufgepasst – und prompt ist man über die Bürgersteigkante gestolpert. Diagnose: Komplizierter Beinbruch. Damit der Knochen wieder richtig zusammenwächst, verbinden Ärzte die Knochenfragmente mit Schienen. Verwenden sie dabei Metallschrauben, kann es jedoch zu Unverträglichkeiten kommen. Viele Mediziner würden daher keramische Schrauben bevorzugen. Ebenso bei langfristigen Implantaten: Enthalten diese metallische und damit magnetisierbare Stoffe – und sei es nur eine winzige Schraube – so macht das eine Diagnostik wie Computer- und Magnetresonanztomografie unmöglich. Auch außerhalb von Krankenhäusern wären Keramikschrauben eine gute Alternative – etwa für chemische, elektrische und thermische Anwendungen: Sie wirken elektrisch isolierend und vertragen den Einsatz in Säuren und Laugen. Darüber hinaus trotzen sie Temperaturen von über tausend Grad Celsius, während ihre metallischen Gegenstücke bei etwa 500 Grad Celsius erweichen. In Öfen beispielsweise, wo hohe Temperaturen herrschen, bestehen meist schon alle Teile aus Keramik – außer den Schrauben. »Das schwächste Material begrenzt jedoch die Anwendung. Das heißt: Die Temperatur darf nur so hoch sein, wie die Schrauben sie aushalten«, sagt Christof Koplín, Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM. »Mit Keramikschrauben könnte man den Techniksprung hin zur Keramik endlich vollständig vollziehen.«

Bisher stehen die Hersteller dem Werkstoff jedoch noch skeptisch gegenüber. Der Grund ist offensichtlich: Keramik ist spröde. Zwar gibt es durchaus Keramiken, die ähnlich viel aushalten wie Stahl. Verarbeitet man diese allerdings zu einer Schraube, bleiben schätzungsweise nur rund 10 bis 20 Prozent der ursprünglichen Tragkraft übrig. Wieviel Last sie tatsächlich tragen können, wussten die Schraubenhersteller bislang nicht.

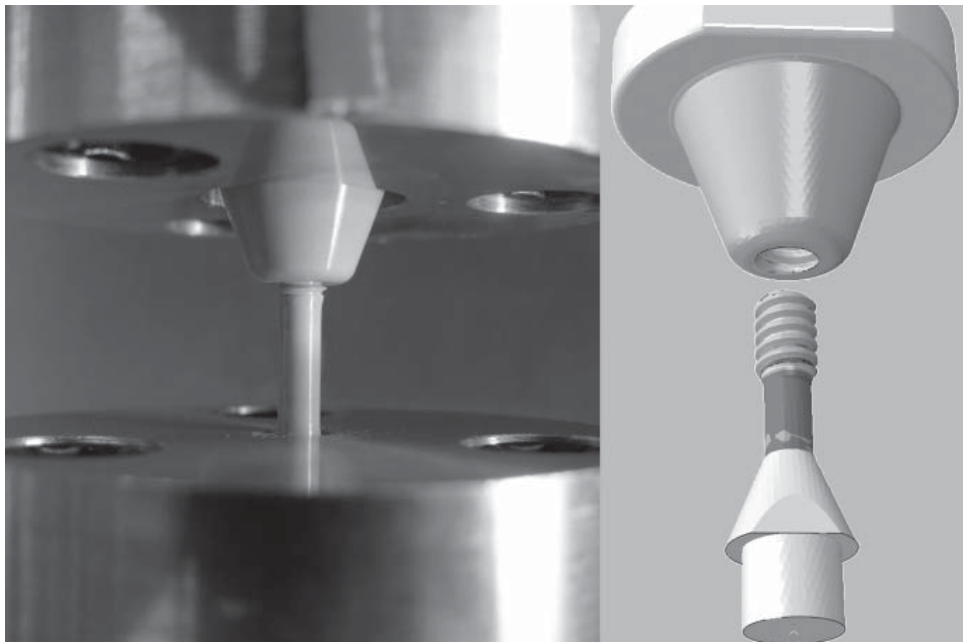
### Schraubenprüfstand für Härtetests

Forscher am IWM in Freiburg widmen sich mit einem Schraubenprüfstand und Simulationen dieser Frage – gemeinsam mit ihren Kollegen des Fraunhofer-Instituts für Keramische Technologien und Systeme IKTS in Dresden und dem Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb IWF der TU Berlin. »Wir testen verschiedene Keramikschrauben und überprüfen, wie viel sie wirklich aushalten«, erläutert Koplín. Gefördert wird das Projekt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie BMWi und der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschung AiF.

Zudem optimieren die Wissenschaftler das Schraubendesign. So liegt eine der Herausforderungen darin, dass die Belastbarkeit bei gleich gebauten Keramikschrauben stark variiert: Während die eine viel aushält, bricht die andere bereits deutlich früher. Die Schrauben dürfen daher nur so weit belastet werden, dass auch die Schwächsten unter ihnen durchhalten. Der Grund für diese Unterschiede liegt im Aufbau der Keramik: Der Werkstoff besteht aus vielen kleinen Körnern. Verbinden sich diese bei der Herstellung

nicht richtig miteinander, entsteht ein kleiner Riss, der schließlich zum Bruch führen kann. Die Forscher haben den gesamten Herstellungsprozess nun so optimiert, dass in keinem der zahlreichen Bearbeitungsschritte solche Risse entstehen. »Wir konnten die Streuung deutlich reduzieren und damit die Belastungsgrenze der Schrauben erhöhen«, sagt Koplin. Besonders viel Potenzial für Verbesserungen sieht Koplin im letzten Arbeitsschritt, der dem Schraubengewinde eine Form verleiht – sei es über das Spritzgießen oder das Schleifen. Inzwischen können sich Schraubenhersteller an das IWM wenden und sich vom Projektteam beraten lassen, welches Design für die angestrebte Schraubenbelastung gut ist und wie der ideale Herstellungsprozess aussehen sollte.

In ihrem Prüfstand haben die Forscher auch selbst hergestellte Keramikschrauben getestet. Das Besondere an diesen Lösungen: Sie haben etwa 30 bis 35 Prozent der Tragkraft von gleich gestalteten Pendanten aus Stahl. »Das ist ein großer Sprung nach vorne«, sagt Koplin. »Für viele Anwendungen würde diese Tragkraft bereits ausreichen, wenn man die Schraube etwas größer auslegt.«



Eine neu designte keramische Dehnverschraubung mit 4 mm Schraubendurchmesser wird auf ihre Belastbarkeit geprüft: links real und rechts virtuell in einer Computersimulation (inverse Modellierung). (© Fraunhofer IWM) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)

## Laser und Plasma als Powerteam

.....  
**FORSCHUNG KOMPAKT**

05 | 2014 || Thema 7  
.....

Sie finden sich im Handy genauso wie in hochwertigen Kameras oder elektronischen Fahrerassistenzsystemen: winzige optische Bauteile aus Glas, die mit Mikrostrukturen versehen sind. In der Regel kommt Lasertechnologie zum Einsatz, um die extrem feinen Strukturen in die Glasoberfläche einzubringen. Da Glas transparent ist, wird die Laserbearbeitung jedoch zur echten Herausforderung: Ist die Energiedichte des Lasers zu gering, wird zu wenig Strahlung absorbiert, um einen Effekt zu erzielen. Ist die Leistungsdichte sehr hoch, kommt es wiederum oft zu unerwünschten Nebeneffekten wie Verschmutzungen durch Abtragungsreste.

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Schicht- und Oberflächentechnik IST gehen jetzt einen völlig neuen Weg: Sie koppeln beim Strukturierungsprozess ein Atmosphärendruckplasma in den Laserstrahl ein. »Mit dieser Laser-Plasma-Hybridtechnologie ist es uns gelungen, die Strukturierung mit weitaus weniger Energie durchzuführen«, erklärt Prof. Wolfgang Viöl, Leiter des Anwendungszentrums für Plasma und Photonik am IST in Göttingen.

Unter einem Plasma versteht man ein reaktives Gas, das aus frei beweglichen energiereichen Elektronen, Ionen und Neutralteilchen besteht. Entspricht der Druck in diesem Gasgemisch ungefähr dem der Umgebung, spricht man von einem Atmosphärendruck- oder Normaldruckplasma. In der Natur kommt Plasma beispielsweise in Gewitterblitzen vor. In der Bauteilbearbeitung werden Plasmen heute oftmals eingesetzt, um Oberflächen zu veredeln oder zu modifizieren.

### Hybridtechnologie für präzise Bearbeitungsergebnisse

Neu ist die Kombination mit Lasertechnologie: Um dieses Verfahren zu realisieren, haben die Wissenschaftler eine Plasmaquelle konzipiert, die erstens ein kaltes Plasma liefert und zweitens einen sehr feinen Strahl erzeugt, der sich unkompliziert in den Laserstrahl einkoppeln lässt. »Dieser Plasmastrahl bewirkt, dass die Laserstrahlung besser absorbiert werden kann, so dass wir das Glas mit relativ geringer Laserenergie bearbeiten können«, so Viöl. Bei heutigen Standardverfahren kommt beim Bearbeiten von Glas entweder ein UV- oder ein Infrarot-Laser zum Einsatz, um die nötige Absorption zu erreichen. Beide Vorgehensweisen haben jedoch Nachteile: Während Infrarot-Laser recht ungenau sind, fallen bei UV-Lasern hohe Betriebskosten an. Die Laser-Plasma-Hybridtechnologie liefert dagegen nicht nur präzise Bearbeitungsergebnisse, sondern ist auch wirtschaftlich attraktiv.

Das neue Verfahren hat sich in Tests bei unterschiedlichsten Gläsern bereits bewährt und wurde nun zum Patent angemeldet. Das Anwendungsspektrum ist groß: Mikrooptiken aus Glas benötigt man in der Telekommunikation genauso wie in der Unterhaltungselektronik oder Sicherheitstechnik. Kleine, mit bloßem Auge nicht sichtbare

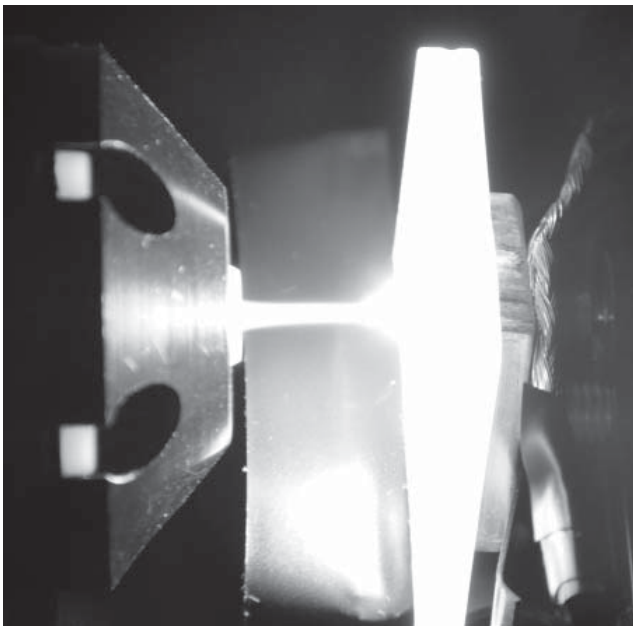
---



Mikrostrukturen in Gläsern können darüber hinaus als Plagiatsschutz für hochwertige optische Bauelemente dienen.

Auf der Optatec, der internationalen Fachmesse für optische Technologien, zeigen die Forscher vom 20. bis 22. Mai in Frankfurt einige Glasexponate, die mit dem neuen Verfahren strukturiert wurden, sowie eine Plasmaquelle, wie sie zur Bearbeitung zum Einsatz kommt (Halle 3, Stand D50).

In einem nächsten Schritt möchten die Göttinger Wissenschaftler ihren hybriden Ansatz auch auf andere Werkstoffe – etwa Metalle, Keramiken oder Kunststoffe – ausweiten. Der simultane Einsatz von Laser und Plasma könnte etwa neue Bearbeitungs- oder Beschichtungsverfahren ermöglichen – auch bei temperaturempfindlichen Materialien wie Textilien oder sogar Papier.



**Fraunhofer-Forscher kombinieren erstmals einen Laser- und einen Plasmastrahl, um Mikrostrukturen in Gläser einzubringen. Erste Ergebnisse zeigen: Der Herstellungsprozess wird dadurch präziser und wirtschaftlicher. (© Fraunhofer IST) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**



## Arbeitsräume und Lernmittel per App finden

In vielen deutschen Städten verteilen sich die Universitäten mit ihren angeschlossenen Fakultäten über das ganze Stadtgebiet. Um von einem Seminar zum anderen zu gelangen, legen Studenten weite Wege zurück. Die Zeit zwischen den Vorlesungen würden viele gern zum Lernen nutzen – doch oft sind bei ihrer Ankunft in den Bibliotheken schon alle Arbeitsplätze besetzt. Um optimal lernen zu können, benötigen die Studenten zudem Zugang zu Fachbüchern und Lerngruppen. Diesem Problem widmet sich das Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB in Karlsruhe im EU-Projekt OpenIoT, kurz für Open Source Internet of Things ([www.openiot.eu/](http://www.openiot.eu/)). Ziel ist es, eine offene Infrastruktur zu schaffen, über die sich Menschen austauschen können und Objekte sich vernetzen lassen.

Um Studierenden die Suche nach freien Räumen und anderen Hilfsmitteln wie Übungsblättern zu ermöglichen, entwickeln Forscher vom IOSB derzeit gemeinsam mit dem Karlsruher Institut für Technologie KIT die App KIT-Campus-Guide. Über die Suchfunktion kann man angeben, dass der Raum über einen Drucker und WLAN-Zugang verfügen soll. Übungsblätter lassen sich dann direkt auf den Drucker schicken und bei der Ankunft am Arbeitsplatz nutzen. Durch einen QR-Code auf den Lernmaterialien gelangen die Studenten auf die Diskussionsseiten ihrer Lerngruppe, wo sie Fragen posten und sich Hilfe von Tutoren holen oder mit Kommilitonen verabreden können. Das spontane Zustandekommen einer solchen Lerngruppe kann durch die Verbindung der sozialen Netze mit den Informationen über Ort, Räume und Lernmaterialien unterstützt werden. Mit dem KIT-Campus-Guide veranschaulichen die Forscher, wie sich das heute genutzte Internet mit seinen sozialen Netzwerken durch das Internet der Dinge erweitern lässt.

### **Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB**

Fraunhoferstraße 1 | 76131 Karlsruhe | [www.iosb.fraunhofer.de](http://www.iosb.fraunhofer.de)

**Kontakt:** Dipl.-Inform. Reinhard Herzog | Telefon +49 721 6091-294 | [reinhard.herzog@iosb.fraunhofer.de](mailto:reinhard.herzog@iosb.fraunhofer.de)

**Presse:** Sibylle Wirth | Telefon +49 721 6091-300 | [sibylle.wirth@iosb.fraunhofer.de](mailto:sibylle.wirth@iosb.fraunhofer.de)

## Keramik verlängert das Leben von Hochleistungs-LEDs

Mikroskopisch betrachtet besteht Keramik aus sehr vielen kleinen Tonmineral-Kristallen, die in Reih und Glied nebeneinander angeordnet sind. Das macht den Werkstoff zu einem sehr guten Wärmeleiter. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Keramische Technologien und Systeme IKTS in Dresden nutzen diese Eigenschaft, um aus modernen Leuchtstoffen transparente Optokeramiken für Hochleistungs-LEDs (Light Emitting Diode) herzustellen. Diese sehr hellen Lichtquellen kommen zum Beispiel bei der Straßenbeleuchtung, in Frontscheinwerfern von Autos oder in der Medizintechnik zum Einsatz. Bei allen Anwendungen gilt es, trotz hoher Energiedichte und Wärmeentwicklung möglichst lange eine sehr gute Lichtqualität aufrechtzuerhalten. Vom 20. bis 22.

.....  
**FORSCHUNG KOMPAKT**

05 | 2014 || Kurzmeldungen  
.....

Mai stellen die Wissenschaftler auf der Optatec in Frankfurt neue, besonders leistungsfähige Optokeramiken vor (Halle 3, Stand D50).

Da eine LED aus physikalischen Gründen selbst kein weißes Licht emittieren kann, müssen ihre Strahlen zunächst durch eine optische Keramik hindurch geleitet werden. Aus dem zunächst blauen wird erst durch eine gelbe Keramikscheibe ein weißer Lichtstrahl. Die Forscher sind in der Lage, Keramiken für unterschiedliche optische Anwendungen von kleinen Laborgrößen bis zu Pilotserien zu fertigen. Weitere, nicht optische Hochleistungskeramiken der Dresdner kommen beispielsweise in Brennstoffzellen, Rußpartikelfiltern, künstlichen Zähnen oder Hüftprothesen zum Einsatz.

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

Winterbergstraße 28 | 01277 Dresden | [www.ikts.fraunhofer.de](http://www.ikts.fraunhofer.de)

**Kontakt:** Dr. Katja Wätzig | Telefon +49 351 2553-7877 | [katja.waetzig@ikts.fraunhofer.de](mailto:katja.waetzig@ikts.fraunhofer.de)

**Presse:** Katrin Schwarz | Telefon +49 351 2553-7720 | [katrin.schwarz@ikts.fraunhofer.de](mailto:katrin.schwarz@ikts.fraunhofer.de)

#### **Effiziente Wäscherei-Logistik dank RFID**

Bis zu 100 000 Bettlaken und Handtücher reinigen Großwäschereien täglich, meist im Auftrag von Hotels oder Krankenhäusern. Die Wäsche jedes Kunden wird separat bearbeitet, selbst wenn die Waschanlagen dabei oft nicht ausgelastet sind. Dabei ließen sich zehn Prozent an Energie einsparen, würde man die Waschtrommeln mit Stücken mehrerer Kunden bis zur maximalen Kapazität beladen. Der Haken an der Sache: Mitarbeiter müssen später die Wäsche wieder mühsam auseinandersortieren.

Eine Lösung für dieses Problem: RFID-Tags, die an den Textilien angebracht sind und eine eindeutige Identifizierung ohne das Öffnen von Wäschesäcken ermöglichen. Bei Arbeitsbekleidung haben sich RFID-Tags bereits durchgesetzt. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF arbeiten mit Industriepartnern an Lösungen, um der Technologie auch im Flachwäschebereich – dazu gehört etwa Hotelwäsche – zum Durchbruch zu verhelfen. Sie identifizieren geeignete Stellen im Reinigungsprozess, an denen ein Auslesemechanismus integriert werden kann, so dass wirklich jedes Wäschestück erfasst wird. Die Funktechnik wurde so optimiert, dass sie auch in Umgebungen mit viel Metall und Feuchtigkeit einwandfrei funktioniert. Die RFID-Tags haben ihre Praxistauglichkeit in Tests bereits bewiesen: Sie halten sogar länger als die Wäschestücke selbst. Derzeit arbeiten die Forscher mit Kooperationspartnern an der Entwicklung eines Serviceroboters zur Sortierung von Schmutzwäsche. Dieser soll nicht nur die Arbeit erleichtern, sondern auch die Hygienestandards in Wäschereien erhöhen.

#### **Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF**

Sandtorstraße 22 | 39106 Magdeburg | [www.iff.fraunhofer.de](http://www.iff.fraunhofer.de)

**Kontakt:** Dr.-Ing. Frank Ryll | Telefon +49 391 4090-413 | [frank.ryll@iff.fraunhofer.de](mailto:frank.ryll@iff.fraunhofer.de)

**Presse:** René Maresch | Telefon +49 391 4090-446 | [rene.maresch@iff.fraunhofer.de](mailto:rene.maresch@iff.fraunhofer.de)

---