

FORSCHUNG KOMPAKT

10 | 2015 ||

1 Leuchtender Wegweiser zum Auto

In der neuen BMW 7er Reihe erleichtert ein Lichtteppich in Form eines strahlenförmigen Lichtmusters den Einstieg bei Dunkelheit. Fraunhofer-Forscher haben dazu spezielle Mikrooptiken entwickelt, die das Licht vom Fahrzeugboden gezielt auf den Einstiegsbereich lenken.

2 Eiweiße aus Reis – Rohstoff statt Abfall

Extrahiert man Reisstärke aus dem Reis, bleiben Eiweiße zurück. Ein wertvoller Rohstoff, der bislang von Reisstärkeproduzenten teuer entsorgt wird. Ein neues Verfahren spaltet das Eiweiß nun in kleinere Stücke, in Peptide, und reinigt sie. Die Peptide wiederum könnten in Kosmetika und Nahrungsergänzungsmitteln wertvolle Dienste leisten.

3 Prächtige Farben durch umweltfreundliche Kristalle

Quantum Dots haben für einen Qualitätssprung bei der Farbwiedergabe in LC-Displays gesorgt. Diese cadmiumbasierten Nanokristalle entpuppten sich allerdings als umweltschädlich. Fraunhofer-Forscher arbeiten gemeinsam mit einem Industriepartner an einer vielversprechenden Alternative: Quantum Dots aus Indiumphosphid.

4 Ortungssysteme verbessern Flughafenlogistik

Auf dem Vorfeld des Flughafens herrscht viel Verkehr: Schlepper, Tankwagen und Busse bewegen sich emsig um den Jet. Dabei droht die Gefahr von Zusammenstößen. Ein verbessertes Ortungssystem erhöht künftig die Sicherheit und lässt die logistischen Prozesse effizienter werden – vorhandene Flughafenkapazitäten werden besser genutzt.

5 Harnsteine schnell analysieren

Harnsteine gehören allgemein zu den häufigsten Erkrankungen. Eine konsequente Nachsorge kann der erneuten Steinbildung nach der Operation vorbeugen. Hierfür muss jedoch die Zusammensetzung des Steins bekannt sein. Fraunhofer-Forscher entwickeln ein System, das die direkte Analyse nach dem Eingriff erlaubt.

6 Günstige Wafer für Solarzellen

Siliziumwafer sind das Herzstück von Solarzellen. Sie herzustellen, ist jedoch nicht billig. Über 50 Prozent des reinen Siliziums werden zu Staub zerspannt. Eine neue Herstellungsmethode von Fraunhofer-Forschern räumt auf mit diesen Materialverlusten: Die Hälfte des Rohstoffs und 80 Prozent Energie lassen sich so einsparen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 66 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Knapp 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von zwei Milliarden Euro. Davon erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft etwa 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 | Kommunikation | Hansastraße 27c | 80686 München | Telefon +49 89 1205-1302 | presse@zv.fraunhofer.de | Redaktion: Beate Koch, Britta Widmann, Tobias Steinhäuser, Janine van Ackeren, Tina Möbius | Abdruck honorarfrei, Belegexemplar erbeten. Alle Pressepublikationen und Newsletter im Internet auf: www.fraunhofer.de/presse. FORSCHUNG KOMPAKT erscheint in einer englischen Ausgabe als RESEARCH NEWS.

Leuchtender Wegweiser zum Auto

FORSCHUNG KOMPAKT

10 | 2015 || Thema 1

Der Abend im Restaurant war unterhaltsam, es ist spät geworden. Leider ist der Parkplatz nur schlecht beleuchtet – doch der Fahrer weiß sich zu helfen: Einen Knopf am Autoschlüssel gedrückt, und schon breitet sich vor dem Einstiegsbereich seines Wagens ein strahlenförmiger Lichtteppich aus.

Das Designelement gehört zur Ausstattung der neuen BMW 7er Reihe und basiert auf speziellen Mikrooptiken des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena. »Dank dieser spezifisch konstruierten Mikrooptiken wird es möglich, das Licht von der Unterseite des Fahrzeugs aus strahlenförmig auf eine etwa vier Quadratmeter große Fläche beidseitig vor den Einstiegsbereich zu projizieren«, erklärt Dr. Andreas Bräuer, Abteilungsleiter für Mikrooptische Systeme am IOF. Ganz neu ist der leuchtende Wegweiser nicht: Auch andere Automobilhersteller arbeiten bereits an einem entsprechenden Feature für Oberklasse-Fahrzeuge. Bei den bisherigen Lösungen wurde die Leuchte allerdings entweder im Außenspiegel oder in der Tür montiert. Das Problem: Bei der Integration in den Spiegel bewegt sich das Lichtbild bei Türöffnung weg von dem Bereich, den es eigentlich ausleuchten soll. Bei der Integration in die Türunterseite kann bei geschlossenen Türen kein Licht den Boden erreichen.

Anders der Lichtteppich im BMW: Dort ist das Lichtmodul im Bereich der Fahrtür an der Schwelle zum Fahrzeugboden angebracht. Wie aber ist es dann möglich, das Licht quasi um die Ecke auf den Einstiegsbereich zu lenken? »In unserer Mikrooptik projizieren Mikrolinsen das Licht gezielt auf die gewünschte Fläche«, erläutert Dr. Peter Schreiber vom IOF, der die Entwicklungsarbeiten zum Projekt betreut. Ursprünglich ging es den Jenaer Wissenschaftlern darum, winzige und dennoch lichtstarke digitale Projektoren zu bauen, wie man sie beispielsweise im Smartphone benötigt. Physikalisch ist das ein Widerspruch – denn je kleiner die Projektoren werden, desto weniger Licht wird ausgestrahlt. Die Lösung der IOF-Experten und Expertinnen: Sie bauen die Projektoren zwar extrem klein, ordnen dann aber viele dieser Winzlinge in einem Array – einer wabenförmigen Struktur – an. »Wir können die Lichtstärke anpassen, indem wir die Anzahl dieser Mikroprojektoren verändern. Egal ob wir dann 150, wie beim BMW Lichtteppich, oder 3000 Projektoren verwenden: Die Dicke des Arrays bewegt sich auf jeden Fall im Millimeterbereich«, sagt Bräuer.

Projektionslinsen können einzeln angeordnet werden

Ein Nebeneffekt dieser Art von Arraybeleuchtung erwies sich für die Entwicklung des Lichtteppichs als entscheidend: Die Projektionslinsen, die das Licht einfangen und dann als Abbild auf eine Fläche projizieren, lassen sich einzeln und individuell zur Lichtquelle anordnen. Man kann also die Abbilder der einzelnen Linsen aus unterschiedlichen Positionen genau übereinanderlegen. »Auf diese Weise projizieren wir selbst bei extrem flachen Beleuchtungswinkeln ein hochwertiges und lichtstarkes Bild. Diese Lichttechnik

und deren erstmalige Applikation im BMW Welcome Light Carpet ermöglichen somit ein neues Nachterscheinungsbild der BMW 7er Reihe«, so Marcel Sieler, BMW Entwickler, der ebenfalls aus dem Team des IOF stammt. Für die Anwendung im Automobil konstruierten die IOF-Wissenschaftler ein 10x10 mm² großes Mikrooptik-Bauteil, das mit einem Deckglas versehen ist. Um das empfindliche Modul während der Fahrt gegen Steinschlag zu schützen, wird es mit der Öffnung gegen die Fahrtrichtung am Unterboden des Fahrzeugs verbaut. Auch kleinere Verschmutzungen auf dem Frontglas sind dank der speziellen Optik kein Problem: Da es sich mit den vielen Einzelprojektoren um eine mehrkanalige Beleuchtung handelt, wird die Helligkeit zwar unter Umständen etwas verringert, das Licht wird jedoch nie komplett abgedeckt.

In der neuen BMW 7er Reihe ist der Lichtteppich mittlerweile serienmäßig enthalten. »Damit haben wir mit unserer Entwicklung erstmalig einen Volumenmarkt erreicht«, freut sich Bräuer. Doch das Forscherteam hat auch neue Einsatzgebiete im Blick: »Die Anwendungsmöglichkeiten einer solchen Arraybeleuchtung sind extrem breit gefächert und reichen von Beleuchtungslösungen für die Sicherheits- und Medizintechnik über den Maschinenbau bis hin zu klassischen Signalleuchten«, so der Wissenschaftler.



Mikrolinsen projizieren das Licht auf den Einstiegsbereich der neuen BMW 7er Reihe. (© BMW) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Eiweiße aus Reis – Rohstoff statt Abfall

FORSCHUNG KOMPAKT

10 | 2015 || Thema 2

Reis enthält viele wertvolle Bestandteile und dient weiten Teilen der Erdbevölkerung als Grundnahrungsmittel. Zum überwiegenden Teil besteht das Getreide aus Stärke. Diese wird von vielen Betrieben extrahiert und verkauft, etwa als gluten- und allergenfreie Babynahrung. Die Eiweiße, die dabei übrig bleiben, entsorgen die Hersteller vielfach – und das zu hohen Preisen. Dabei könnten die Eiweiße aufgrund ihrer physiologischen Aktivität von großem Nutzen sein: etwa für Nahrungsergänzungsmittel oder für Kosmetika. Sie sind ein reines Naturprodukt, und der Körper kann sie gut aufnehmen.

Im EU-Projekt BIORICE haben Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen gemeinsam mit europäischen Partnern nun ein Verfahren entwickelt, um diesen Rohstoff zu nutzen. »Wir haben aus einem Nebenprodukt, das eigentlich Kosten verursacht, ein hochwertiges Produkt generiert, das in Nahrungsmitteln und Kosmetika genutzt werden kann«, sagt Dr.-Ing. Jürgen Grän-Heedfeld, Wissenschaftler am UMSICHT. »Das ist für diesen Rohstoff bislang einzigartig.«

Peptide – nach Größe sortiert

Doch wie werden die Eiweiße verarbeitet? Zunächst spalten die italienischen Projektpartner von der Universität Bologna die Eiweiße in Bruchstücke auf, die Peptide. »Wir trennen diese Peptide der Größe nach, wir sortieren sie quasi«, erläutert Grän-Heedfeld. Dazu nutzen die Forscher verschiedene Membranen, die wie Filter wirken. Zunächst filtern sie die Peptide, die in einer wässrigen Suspension vorliegen, über eine Membran mit 0,2 Mikrometer großen Poren. Die größeren unverdaulichen Proteine, die man also selbst mit bloßem Auge erkennen kann, bleiben vor der Membran hängen. Die Lösung, die die Membran passiert hat, ist nun klar: Die darin enthaltenen Peptide sind zu klein, um sie mit dem Auge erkennen zu können. Diese Lösung schleusen die Wissenschaftler nun durch drei weitere Membranen. Das Ergebnis: Peptide in vier verschiedenen Größenordnungen. Der Vorteil dieser Methode: Die Forscher setzen ausschließlich auf physikalische Trennmethode, es kommt keinerlei Chemie zum Einsatz. Das Endprodukt ist naturrein. Mittlerweile haben die Wissenschaftler das Verfahren erfolgreich auf größere Maßstäbe übertragen: Statt der anfänglichen 15 bis 200 Milliliter arbeiten sie nun mit Lösungsmengen von bis zu 20 Litern.

Schonende Trocknung

In einem weiteren Schritt trocknen die Wissenschaftler die einzelnen Fraktionen – also die vier Lösungen, die nach der Filtration zurückbleiben. Dazu nutzen sie das etablierte und schonende Verfahren der Gefriertrocknung, wie es auch für Himbeeren im Müsli angewandt wird, sowie die Sprühtrocknung. Bei der Gefriertrocknung zieht ein Vakuum das Wasser aus dem Produkt heraus, der Wasserdampf wird an einem Kondensator

gefroren. Dieses Verfahren ist extrem schonend, allerdings auch energieaufwändig. Die Sprühtrocknung belastet die Eiweiße zwar etwas mehr, ist jedoch schneller: Eine Düse sprüht die Lösung in einen Heißluftstrom. Dieser trocknet die Eiweißstücke in Sekundenbruchteilen – zurück bleibt das reine Peptid, das ein wenig an Milchpulver erinnert. »Auf diese Weise können wir im Labor Peptid-Mengen von 100 bis 200 Gramm leicht herstellen«, erklärt Grän-Heedfeld. Die Herausforderung lag vor allem darin, thermische Schädigungen zu vermeiden und die Peptide stabil zu halten. Denn sie sind ein Naturprodukt, das sich leicht verfärben oder gar schimmeln könnte. »Das Herstellungsverfahren umfasst viele Parameter. Um diese richtig einzustellen, braucht man viel Erfahrung und Expertise«, sagt Grän-Heedfeld.

Die Peptide, die die Forscher mit ihrem Verfahren produzieren, sind gänzlich neu: Sie stammen aus einem anderen Rohstoff als alle, die bereits auf dem Markt sind. Dennoch ist der Körper bereits mit ihnen vertraut: Essen wir Reis, zerlegt der Magen diesen schließlich auch – und zwar in die noch kleineren Aminosäuren, also in die einzelnen Bausteine der Peptide und Eiweiße.

Am Ende der Peptid-Herstellungskette steht derzeit ein klein- und mittelständiges Unternehmen mit Sitz in der Schweiz und in Italien: Es wird die Peptide vermarkten. Bevor diese als Bestandteile von Cremes und Nahrungsergänzungsmitteln in die Supermarktregale wandern, stehen allerdings noch viele Untersuchungen und Analysen an – vor allem, was ihre Verträglichkeit und Wirkungsweise angeht.

Weitere Informationen: <http://www.biorice.eu/>



Mit spezieller Filtrationstechnik werden die Peptide aus dem Reis-Eiweiß der Größe nach getrennt. (© Fraunhofer UMSICHT) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Prächtige Farben durch umweltfreundliche Kristalle

FORSCHUNG KOMPAKT

10 | 2015 || Thema 3

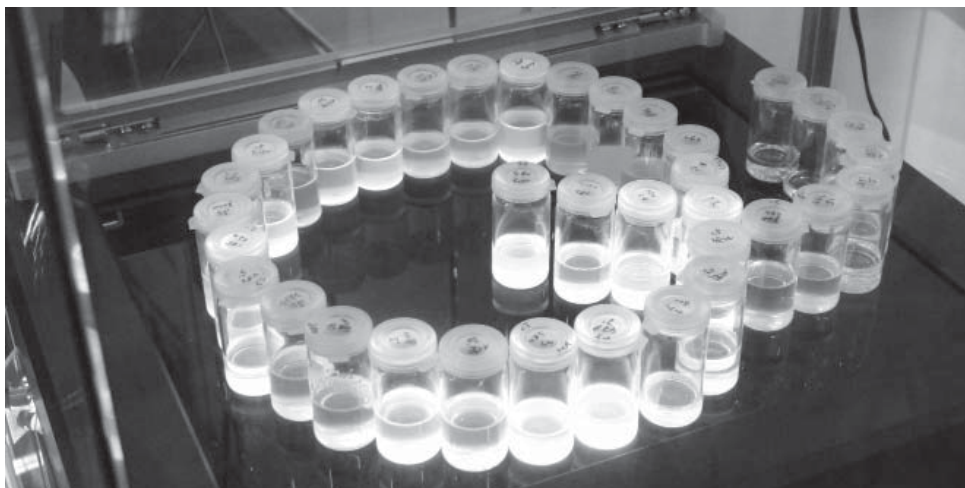
Die Landschaft ist atemberaubend. Für einen Moment vergisst man, dass der Adler, der am Himmel seine Kreise zieht, nicht direkt vor dem eigenen Fenster vorbeifliegt – so real erscheint das Bild im Fernseher. Die täuschend echten Eindrücke liegen nicht nur an der hohen Auflösung moderner Geräte. Auch Farben spielen eine Rolle; sie werden immer brillanter und satter. Dies bewirken winzige Kristalle, die nur wenige Atome dick sind: Quantum Dots (QD). Diese Nanoteilchen sorgen in der Hinterleuchtungseinheit eines LC-Displays mit QD-Technik nicht nur für ein Feuerwerk der Farben, sondern haben noch eine andere herausragende Eigenschaft: »Ein großer Vorteil der Quantum Dots besteht darin, dass sich ihre optischen Eigenschaften gezielt modifizieren lassen, indem man ihre Größe variiert«, erklärt Dr. Armin Wedel vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam. »Man muss also für die einzelnen Farben Blau, Grün und Rot nicht mehr drei verschiedene Materialien herstellen, sondern kann mit einem einzigen Ausgangsmaterial arbeiten«. Das spart Zeit und Kosten.

Die Potsdamer Forscherinnen und Forscher entwickeln seit einigen Jahren solche Quantum Dots für Kunden aus unterschiedlichen Branchen. Für jede Anwendung stellen sie die Nanoteilchen durch chemische Synthese maßgeschneidert her. Dabei entstehen zunächst sehr kleine Teilchen, welche blaues Licht aussenden. Ab einer Größe von etwa zwei Nanometer ändert sich die Farbe zu grün. Die mit sieben Nanometer größten Quantenpunkte emittieren im roten Spektralbereich. Aktuell entwickeln Wedel und sein Team für das niederländische Unternehmen NDF Special Light Products B.V. Quantum Dots für die Display-Hinterleuchtung. Sie sollen die Farbwiedergabe der Displays verbessern und die Farben naturgetreuer darstellen. Dazu werden Kristalle für verschiedene Emissionsfarben hergestellt und in Kunststoffe eingebracht. Diese Kunststoffe werden anschließend zu Folien verarbeitet und als Konvertierungsfilm in das Display eingebaut.

Ersatz aus Indiumphosphid

Bei dieser Aufgabe stehen die Forscher vor einer neuen Herausforderung: Die EU-Kommission diskutiert derzeit über ein Verbot des umweltschädlichen Cadmiums in Konsumgütern bis 2017. Bislang galt es als ideales Ausgangsmaterial für die Herstellung der Kristalle: Cadmiumbasierte Quantum Dots erreichen eine schmalbandige Spektrumsschärfe von nur 20 bis 25 Nanometer. Weltweit suchen Displayhersteller nun nach geeigneten Materialien mit ähnlichen Eigenschaften. Am IAP ist man hier auf einem vielversprechenden Weg: »Wir erproben in Kooperation mit NDF Special Light Products Quantum Dots auf Basis von Indiumphosphid«, so Wedel. Dabei erreichen die Potsdamer immerhin schon eine Spektralschärfe von 40 Nanometer. Das erscheint auf den ersten Blick nicht weit entfernt von der Qualität, die man mit cadmiumbasierten Quantum Dots erzielt, macht sich jedoch bei der Farbtreue noch bemerkbar. »Wir sehen das als ersten Meilenstein, arbeiten aber an einer weiteren Verbesserung«, so Wedel.

Die Mühe dürfte sich lohnen: Nicht nur bei Fernsehdisplayherstellern sind die kleinen Farbwunder begehrt. Auch für Sonderanwendungen, etwa Displays für die Medizintechnik oder die Luftfahrt, gibt es ein großes Marktpotenzial. Des Weiteren könnten Quantum Dots auch den Wirkungsgrad von Solarzellen steigern oder in der Bioanalytik eingesetzt werden. Für solche Spezialanwendungen müssen die optischen Eigenschaften der Quantenpunkte genau an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden. »Aufgrund unserer langjährigen Erfahrung bei der Herstellung kundenspezifischer Quantum Dots sind wir dafür gut gerüstet«, resümiert Wedel.



Quantenpunkte ermöglichen es, jede beliebige Farbe in sehr hoher Brillanz herzustellen.

(© Fraunhofer IAP) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Ortungssysteme verbessern Flughafenlogistik

FORSCHUNG KOMPAKT

10 | 2015 || Thema 4

Dichter Nebel hängt über dem Vorfeld des Flughafens. Schlepper, Push-Backs und Tankwagen bewegen sich nur im Schneckentempo – und selbst dabei kann es immer wieder zu Zusammenstößen kommen, sei es mit anderen Fahrzeugen oder mit Flugzeugen. Bei Nebel oder strömendem Regen dauern das Tanken und Beladen mit Koffern, Luftfracht und Verpflegung deutlich länger als bei klarer Sicht. Passagiere müssen daher länger als geplant in den Wartehallen sitzen, und auch bei Frachtcontainern gerät der Zeitplan ins Wanken. Künftig beeinträchtigen schlechte Witterungsbedingungen die Arbeit auf dem Vorfeld weitaus weniger. Die Grundlage dafür schaffen Forscher und Forscherinnen des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg gemeinsam mit verschiedenen europäischen Partnern im EU-Projekt e-Airport. Das Projekt wird von der European GNSS Agency im Rahmen des EU-Forschungsprogramms Horizon 2020 gefördert.

»Wir entwickeln ein Ortungssystem, das die Sicherheit auf dem Vorfeld erhöht«, erläutert Olaf Poenicke, Wissenschaftler am IFF. »Zudem ermöglicht es, die Kapazität von Flughäfen effizienter zu nutzen, denn das System lässt die logistischen Prozesse deutlich strukturierter ablaufen als bisher.« Ein wichtiger Aspekt: Der Luftverkehr nimmt stetig zu. Flughäfen sind daher gezwungen, entweder neue Start- und Landebahnen sowie Terminals zu bauen oder die Kapazität der bestehenden Infrastrukturen effizienter zu nutzen.

Basis des neuartigen Ortungssystems im Projekt e-Airport ist das europäische Satellitensystem Galileo. Das Prinzip ist ähnlich wie beim Navigationsgerät im Pkw: Die Schlepper, Push-Backs und anderen Fahrzeuge haben einen Empfänger für globale Navigationsatellitensysteme, kurz GNSS, mit an Bord, der über das fahrzeugeigene Stromnetz versorgt wird. Dieser empfängt die Signale der Galileo-Satelliten und anderer Systeme wie GPS und ermittelt darüber die exakte Position. Die Ortungsdaten werden beispielsweise via WLAN oder Mobilfunkverbindungen an den Leitstand verschickt, an dem alle Informationen zusammenlaufen. Das Leitsystem wiederum schickt Rückmeldungen an die Fahrer: Auf einem Display warnt es sie, wenn das Fahrzeug einem anderen zu nahe kommt, zu dicht an Sperrgebiete heranfährt oder vorgegebene Fahrtrouten verlässt. »Am IFF bringen wir unser Luftfrachtspezifisches Wissen in diesen Leitstand ein, bilden die Prozessmodelle und beschreiben die Arbeitsaufträge, die der Schlepperfahrer erhält«, erklärt Poenicke. Mit Hilfe der Prozessmodelle werden ideale Soll-Prozesse definiert. Diese werden im Leitstand mit den Ist-Daten verglichen, die die Sensoren vom Vorfeld senden. Auf diese Weise lassen sich Abweichungen identifizieren und daraus abgeleitete Anweisungen an die Schlepperfahrer senden.

Zwar gibt es bereits Ortungssysteme, die Fahrzeugpositionen bestimmen können. Allerdings basieren diese bisher auf GPS. Vor allem in der Nähe von Gebäuden birgt dies Probleme: Es kommt zu Verschattungen, die Ortungsinformationen sind ungenau oder

reißen komplett ab. Anders bei e-Airport: Die zusätzlichen Signale der Galileo-Satelliten sowie weitere Korrektursignale vom europäischen D-GPS-System EGNOS erhöhen die Genauigkeit und Ausfallsicherheit erheblich.

Container und Paletten schneller zum Ziel

Bislang erhalten die Schlepperfahrer ihre Fahraufträge meist in Papierform. Wo müssen sie welchen Dolly – also einen mit Luftfracht-Paletten oder -Containern beladenen Anhänger – ankoppeln? Wo sollen sie sie abliefern? Dabei kommt es immer wieder zu Fehlern: Dollys werden beispielsweise auf dem Flughafengelände abgestellt, vergessen und müssen später aufwändig gesucht werden. »Unser System vermeidet solche Fehler: Es kennt sowohl den Soll-Zustand als auch den tatsächlichen und gibt den Fahrern entsprechende Arbeitsanweisungen«, sagt Poenicke.

Dazu entwickeln die Forscher spezielle Funksensoren, die an den Dollys angebracht werden. Über ein energiesparendes Funkprotokoll senden sie ihre Informationen wie beispielsweise die Identifikationsnummer des Anhängers und seinen Beladungszustand an ein Empfangsgerät im Schlepper. Das Gerät wertet automatisch aus, welche Dollys angekoppelt sind und leitet die Dolly-Daten zusammen mit den Positionsdaten des Schleppers an den Leitstand weiter. Das e-Airport-System weiß somit ständig Bescheid – über die letzte Meldung beispielsweise auch, wo auf dem Vorfeld ein Dolly abgestellt wurde. Kurzum: Am Leitstand liegen nicht nur die Informationen zu den Fahrzeugen gebündelt vor, sondern auch die zu den Dollys und der geladenen Fracht.

Auf dem Deutschen Logistik-Kongress der Bundesvereinigung Logistik BVL vom 28. bis 30. Oktober in Berlin stellen die Forscher das Projekt e-Airport vor (Stand P/24).



Durch die im EU-Projekt e-Airport entwickelten Ortungssysteme können die Prozesse auf den Vorfeldern am Flughafen effizienter gesteuert werden. (© Fraunhofer IFF) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Harnsteine schnell analysieren

FORSCHUNG KOMPAKT

10 | 2015 || Thema 5

Immer mehr Deutsche leiden an Harnsteinen, die mitunter auch als Nierensteine bezeichnet werden. Die Zahl der Neuerkrankungen hat sich in den letzten zehn Jahren verdreifacht. Harnsteine sind oft nicht größer als ein Reiskorn, einige wachsen jedoch auf einen Durchmesser von mehreren Zentimetern an. Bleiben sie im Harnleiter stecken, verursachen sie kolikartige Schmerzen. Lassen sie sich nicht auflösen, werden sie per Stoßwellen behandelt oder minimalinvasiv per Endoskop zertrümmert und entfernt.

Bei vielen Patienten tritt das Leiden nach einer Behandlung erneut auf. Laut wissenschaftlichen Studien kann eine konsequente Nachsorge die erneute Bildung von Steinen um 50 Prozent verringern. Empfehlungen zur Änderung der Ernährung oder zur medikamentösen Prävention basieren auf der Zusammensetzung des Steins. Forscher vom Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM entwickeln im Auftrag eines Industriepartners ein Mess- und Diagnosesystem, das die schnelle, automatisierte Analyse und somit eine maßgeschneiderte Nachsorge nach der Zertrümmerung ermöglicht. Dabei arbeiten sie eng mit der Sektion Urotechnologie an der Klinik für Urologie des Universitätsklinikums Freiburg zusammen.

»Nur sehr wenige Patienten mit Harnsteinerkrankung erhalten eine umfassende Anschlussdiagnostik und Beratung nach der Behandlung«, weiß Dr. Arkadiusz Miernik, Arzt und Wissenschaftler am IPM. Der Grund: Die derzeit angewendeten konventionellen Technologien wie beispielsweise die Infrarotspektroskopie sind kostenintensiv und aufwändig. Sie erfordern die Vorbereitung der Steinproben und werden von Speziallaboren durchgeführt. Da jedoch nur wenige Zentren die Analyse anbieten, beträgt die Wartezeit zum vorliegenden Ergebnis bis zu drei Wochen. »In der Zwischenzeit ist der Patient entlassen, in der Regel zunächst beschwerdefrei und kommt nicht wieder zum Arzt. Zwar wird ihm empfohlen, regelmäßig ausreichend zu trinken, sich körperlich zu bewegen und eventuell vorhandenes Übergewicht abzubauen. Ein ausführliches Abschlussgespräch bezüglich weiterer vorbeugender Maßnahmen einschließlich Analyse des individuellen Risikoprofils findet in der Regel nicht statt«, sagt Miernik. Bestimmte Harnsteine entstehen jedoch aufgrund von Stoffwechselstörungen. Durch eine Steinanalyse lassen sich einige davon aufdecken – der Patient könnte somit auch medikamentös behandelt werden.

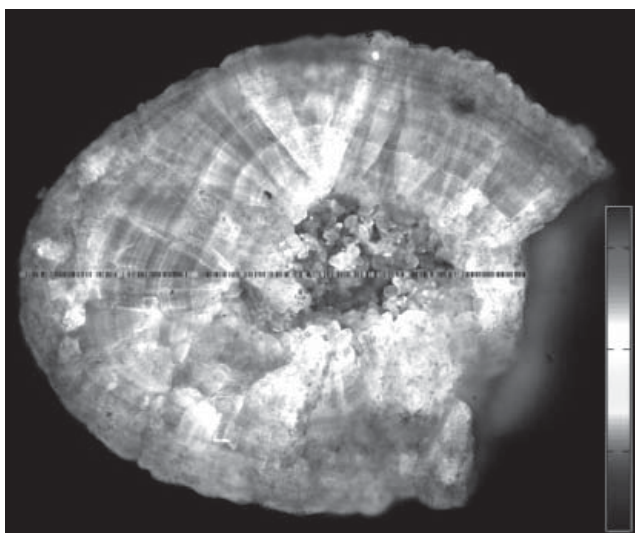
Vorbereitung der Steinproben entfällt

Miernik und sein Team setzen bei der Analyse auf die Ramanspektroskopie. Sie ermöglicht eine schnelle Charakterisierung und unterscheidet die verschiedenen Steintypen eindeutig. Die Methode liefert für jedes Probenmolekül ein charakteristisches Spektrum im sichtbaren Wellenlängenbereich – einen »chemischen Fingerabdruck« des untersuchten Materials. »Die Proben werden mit Laserlicht behandelt. Dabei strahlt etwa ein Prozent der Photonen mit einem probenspezifischen Wellenspektrum zurück. Die

ermittelten Spektren listen wir in einer Datenbank auf«, erklärt Miernik. Die bei der Ramanspektroskopie entstehende störende Hintergrundfluoreszenz konnten die Forscher softwareseitig extrahieren.

Die Methode kommt mit vergleichsweise günstigen optischen Komponenten aus und funktioniert auch bei nassen Proben. Die bisher erforderliche aufwändige Präparation entfällt. »Normalerweise müssen die Steine vor der Untersuchung getrocknet und pulverisiert werden. Das ist mit unserem Mess- und Diagnosesystem nicht nötig. Die direkt bei dem Eingriff entnommenen Proben müssen nicht weiter zerkleinert werden, man kann sie theoretisch sofort in das Ramanspektrometer legen und analysieren«, erläutert Miernik. Zwar gibt es einige wenige Speziallabore, die das Verfahren mit großen Analysegeräten bereits durchführen könnten. Doch ein kliniktaugliches kompaktes Gerät, das eine sofortige, automatisierte Diagnostik erlaubt, existiert bis dato nicht.

Das Messsystem der IPM-Forscher liegt bereits als Prototyp vor. Die Wissenschaftler haben sowohl die Hard- als auch die Software entwickelt. Es muss allerdings noch kompakter gebaut und miniaturisiert werden, bevor es zur Marktreife gelangt. Die Besonderheit des Systems ist die spektrale Datenbank, mit der die Experten zunächst die Hintergrundfluoreszenz herausrechnen und dann automatisiert die Spektren identifizieren. Die Datenbank basiert auf den Daten von neun Reinstoffen, aus denen Harnsteine zu 99 Prozent bestehen. Um die Software etablieren zu können, untersuchten die Forscher in der ersten Validierungsphase knapp 160 Harnsteinproben. Ein Referenzlabor bestätigte die Messergebnisse per Infrarotspektroskopie. »Sobald das komplette System kliniktauglich ist, können Ärzte die Steinproben ihrer Patienten mit der Datenbank abgleichen und diagnostizieren«, so Miernik.



Das neue Diagnosesystem ermöglicht die OP-begleitende Analyse von Harnsteinen. Hier wird ein Stein automatisch gemessen. (© Fraunhofer IPM) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Günstige Wafer für Solarzellen

Sie glitzern dunkelblau auf den Dächern. Im Haus sorgen sie für Helligkeit, versorgen Lampen, Kühlschränke und andere Geräte mit Strom. Die Rede ist von Solarzellen. Ein wichtiger Bestandteil sind dünne Silizium-Scheiben: Wafer. Sie herzustellen, ist arbeits- und energieaufwändig und somit entsprechend kostenintensiv. Rund die Hälfte des Siliziums geht bei der Produktion der Wafer verloren. Der derzeitige Preis für Polysilizium liegt bei etwa 15 Euro pro Kilogramm. Bei jedem Kilo Polysilizium fließt also Material für etwa acht Euro in verunreinigtes und damit unbrauchbares Silizium.

Weniger Verlust und 80 Prozent weniger Energie

Nicht so dagegen bei einem neuen Verfahren, das Forscherinnen und Forscher am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg entwickelt haben. »Mit unserer Methode vermeiden wir fast alle Verluste, die bei der herkömmlichen Produktion anfallen«, sagt Dr. Stefan Janz, Wissenschaftler am ISE. »Sprich: Wir senken den Materialverlust um 50 Prozent und verbrauchen 80 Prozent weniger Energie.«

Um zu verstehen, wie den Forschern dies gelungen ist, lohnt ein Blick auf die herkömmliche Herstellungsweise von Wafern: Ausgangspunkt ist ein unreiner Brocken Silizium. Dieser wird unter Zugabe von Chlor verflüssigt und aufgereinigt – Chlorsilan nennt sich der erzeugte Werkstoff. Versetzt man das entstandene Gas mit Wasserstoff, setzt sich das Material wieder zu hochreinem Polysilizium um – allerdings nicht in der kristallinen Form, die man für Solarzellen braucht. Daher werden die entstandenen Brocken wieder zerschlagen, bei 1450 Grad Celsius geschmolzen, durch unterschiedliche Methoden zum Wachsen gebracht und in 200 bis über tausend Kilogramm schwere Siliziumblöcke überführt. Aus diesen fertigt man Säulen, die letztendlich in kleine Scheiben zersägt werden, die Wafer.

Auch beim neuen Verfahren stellen die Forscher zunächst Chlorsilan her, erhitzen es auf über tausend Grad Celsius und versetzen es mit Wasserstoff. »Wir lassen das Silizium jedoch nicht einfach zufällig wachsen, sondern bringen es gleich in die gewünschte kristalline Form«, erläutert Janz. Und zwar über die Chemische Gasphasenabscheidung: Das gasförmige Silizium strömt an einem Substrat – einem Siliziumwafer – vorbei und beschichtet dabei dessen Oberfläche. Atomlage für Atomlage wächst somit der Wafer heran. Damit die Forscher ihn wieder gut vom Substrat ablösen können, bringen sie in dieses zuvor eine mechanische Sollbruchstelle ein, genauer gesagt poröses Silizium. Die Substrate können mehrere Dutzend Male wiederverwendet werden. Doch sie dienen nicht nur als »Unterlage«: Sie spenden auch die Kristallinformation. Denn für die Solarzellen benötigt man einen Siliziumkristall, in dem die Atome ähnlich wie in einem Diamanten »in Reih und Glied« angeordnet sind. Wie die Atome aus dem gasförmigen Silizium sich anordnen sollen, verrät ihnen quasi das Substrat. »Wir erhalten auf diese

Weise einen sehr guten Einkristall – also die beste Kristallart. Die Wafer sind qualitativ gleichwertig mit den konventionell hergestellten«, erklärt Janz.

Kostengünstigere Solarzellen

Kurzum: Der Wafer wächst genau so, wie die Forscher ihn haben wollen. Der aufwändige Sägeprozess entfällt – und damit auch der Arbeitsschritt, in dem fast die Hälfte des hochreinen Materials verloren geht. Weitere Vorteile: Mit der neuen Methode lassen sich die Wafer beliebig dünn herstellen. Beim herkömmlichen Prozess müssen die Siliziumscheiben mindestens 150 bis 200 Mikrometer dick sein, ansonsten wäre der Schnittverlust zu hoch. Für Solarzellen reichen jedoch weit dünnere Wafer. Dabei gilt: Je dünner die Wafer, desto kostengünstiger die Solarzelle. Das neuartige Verfahren spart daher doppelt Material – einmal bei der Herstellung des Wafers, einmal bei seiner Dicke. Das macht sich durchaus bemerkbar: Kostet der Wafer nur noch die Hälfte, sinken die Kosten für das gesamte Solarmodul um 20 Prozent.

Seit Juni 2015 hat die Ausgründung NexWafe die Vermarktung der neuen Wafer-Herstellung übernommen. »Bei der Pilotierung der Technologie arbeiten wir eng mit den Kollegen des ISE zusammen«, sagt Dr. Stefan Reber, der die Ausgründung leitet. Ende 2017, so das Ziel, soll die Fabrik stehen und die kostengünstigen Wafer in Massenproduktion fertigen.

Weitere Informationen: <http://www.nexwafe.com/>



Nach dem neuen Verfahren abgelöster Wafer (rechts), wiederverwendbares Substrat (links). (© Fraunhofer ISE) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse