

FORSCHUNG KOMPAKT

11 | 2013 ||

1 Intelligent trainieren mit Fitness-Shirt und E-Bike

Bewegung schützt vor Krankheiten. Doch wann trainiert man optimal? Ein Fitness-Shirt hilft künftig, Überlastung oder Unterforderung zu vermeiden. Der Clou: Kombiniert mit einem Elektrorad und einem Smartphone wird es zum intelligenten Trainingsgerät.

2 Sicherer App-Store für Android

Apps lesen oft unbemerkt Daten von mobilen Endgeräten aus. Gerade für Unternehmen bedeutet das ein großes Sicherheitsrisiko. Ein neuer App-Store sortiert jetzt mit Hilfe einer Filtersoftware problematische Android-Anwendungen automatisch aus.

3 Spezialkamera spürt Tumore auf

Krebspatienten haben die besten Heilungschancen, wenn bösartiges Gewebe restlos entfernt wird. Doch oft sind die winzigen Krebsnester für Chirurgen kaum zu erkennen. Eine neue Kamera spürt versteckte Tumore während einer Operation auf.

4 Solarzellen nutzen Wärmestrahlung

Die Wärmestrahlung der Sonne ist für Silizium-Solarzellen größtenteils verloren. Hochkonverter jedoch wandeln die Infrarotstrahlung in nutzbares Licht um. Forscher nutzen diesen Effekt nun erstmals für die Stromerzeugung.

5 Stahlfaserbeton schnell kontrollieren

Stahlfaserbeton ist praktisch und rasch einsatzbereit. Doch die Qualität des Werkstoffs lässt sich nur schwer überprüfen – daher lehnen viele Bauunternehmer ihn ab. Mit einem neuen mathematischen Verfahren lässt sich das jetzt schnell kontrollieren.

6 Organische Leuchten und Solarzellen aus dem Drucker

Flimmernde Fassaden, gebogene Monitore, blinkende Kleidung, Leuchttapeten sowie flexible Solarzellen – und das alles zum Ausdrucken. Das ist keine Vision, sondern wird mit neuen Druckverfahren bald möglich sein.

7 Intelligente Kunststoffe in Echtzeit prüfen

Zusätze in Nanogröße schützen Kunststoffe vor Kratzern und Flammen oder lassen sie antibakteriell wirken. Dafür muss die Verteilung der Partikel innerhalb der Kunststoffmischung exakt stimmen. Ein neues Messgerät überprüft das jetzt in Echtzeit.

8 Kurzmeldungen

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 66 Institute und selbstständige Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Mehr als 22 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen das jährliche Forschungsvolumen von 1,9 Milliarden Euro. Davon erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft rund zwei Drittel aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Die internationale Zusammenarbeit wird durch Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien gefördert.

Impressum

FORSCHUNG KOMPAKT der Fraunhofer-Gesellschaft | Erscheinungsweise: monatlich | ISSN 0948-8375 | Herausgeber und Redaktionsanschrift: Fraunhofer-Gesellschaft | Presse und Öffentlichkeitsarbeit | Hansastraße 27c | 80686 München | Telefon +49 89 1205-1302 | presse@zv.fraunhofer.de | Redaktion: Beate Koch, Britta Widmann, Tobias Steinhäuser, Janine van Ackeren | 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.

Intelligent trainieren mit Fitness-Shirt und E-Bike

FORSCHUNG KOMPAKT

11 | 2013 || Thema 1

Die Textilbranche erlebt derzeit eine Revolution: Bot Kleidung bisher vor allem Schutz vor Kälte, Regen und Schnee, so geht der Trend nun hin zu intelligenten, funktionalen Hightech-Textilien: Selbstreinigende Jacken, Handschuhe, die Giftstoffe erkennen oder Ski-Anoraks mit integriertem Navigationsgerät sollen ihren Trägern das Leben erleichtern. Bei den meisten der schlaun Kleidungsstücke handelt es sich um Prototypen. Von der Stange gibt es sie noch nicht. Bald reif für den Massenmarkt ist das FitnessSHIRT vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen, das beim Tragen kontinuierlich Körpersignale wie Atmung, Puls und die Herzratenvariabilität – ein Maß für Anpassungsfähigkeit und Stressbelastung – misst. Das Trikot soll voraussichtlich im Lauf des nächsten Jahres erhältlich sein, ein Investor ist bereits gefunden.

Smarte Elektronik verbirgt sich im Stoff

Leitfähige, im Trikotstoff integrierte textile Elektroden erfassen die Herzaktivitäten des Trägers. Ein elastisches Band um den Oberkörper nimmt zudem die Bewegungen des Brustkorbs beim Atmen auf. Eine abnehmbare, mit Druckknöpfen befestigte Elektronik-einheit digitalisiert die Rohdaten und berechnet anhand von Algorithmen weitere Kennwerte wie Puls oder Atemfrequenz. Die Daten werden per Funk an ein Smartphone oder wahlweise an einen PC übertragen, der sie weiter ausgewertet und speichert. Diese Parameter bilden die Grundlage, um Vitalfunktionen wie Stress, Leistungsfähigkeit, Anspannung oder Entspannung zu beurteilen.

»Das FitnessSHIRT ist vielseitig einsetzbar. Es bietet völlig neue Möglichkeiten für Sport, Freizeit und Wellness, aber auch für die Medizinbranche«, sagt Christian Hofmann, Ingenieur am IIS. Beispielsweise könnte dieser »Fitnessbegleiter« Senioren oder Reha-Patienten bei Gymnastikübungen sowie beim Fahrradfahren Rückmeldung zu ihren Vitaldaten geben und sie so vor Überlastung schützen. Auch Sportler profitieren: Zum einen trägt sich das Shirt komfortabler als ein Brustgurt. Zum anderen liefern die integrierten Sensoren detailliertere Informationen. Neben Puls und Atmung erfassen Beschleunigungssensoren die Bewegung des Anwenders und nehmen eine Auswertung vor. »Ist der Puls beispielsweise hoch, während die Atemfrequenz und die Bewegungsaktivität niedrig sind, könnte dies ein Hinweis auf mögliche Herzprobleme sein«, so Hofmann.

Von dem hohen Tragekomfort und den Möglichkeiten zur Leistungsdiagnostik haben sich auch die Entwickler des MENTORbikes überzeugt – einem neuartigen Trainingsgerät bestehend aus einem Elektrofahrrad (Pedelec), einem Smartphone sowie einer intelligenten Dienstplattform. Die Projektpartner unter der Leitung von BitifEye Digital Test Solutions wollen das Pedelec künftig in Kombination mit dem Fitnessstricot vom IIS nutzen. Das Shirt wird kabellos über ein Smartphone mit dem Fahrrad und der Plattform im Internet verknüpft, wo die Daten visualisiert, analysiert und dokumentiert

werden. Das Smartphone am Fahrradlenker sammelt die übertragenen Vitalparameter wie Puls und Atemfrequenz sowie die physikalischen Daten – etwa die erbrachte Leistung und die Geschwindigkeit – analysiert diese und schaltet bei Bedarf den Elektromotor zu. »Übersteigt der Puls beispielsweise einen Maximalwert von 150, wird der Fahrer durch den Motor unterstützt und somit entlastet. Sinkt der Puls unter einen Wert von 80 Schlägen pro Minute, wird der Elektromotor gedrosselt und die Tretlast wieder erhöht. Die Motorleistung passt sich also automatisch an die Fitness der Radfahrer an«, erläutert Markus Gratzfeld, Ingenieur bei BitifEye. So sei sichergestellt, dass diese sich weder überanstrengen noch unterforderten, ein optimaler Trainingszustand sei jederzeit gewährleistet. Rehapatienten, insbesondere Personen mit Herz- und Gefäßerkrankungen, könnten ihre Leistungsgrenzen besser überwachen, sich mehr zutrauen und ihren Bewegungsradius erweitern.

Wie das MENTORbike im Zusammenspiel mit dem FitnessSHIRT funktioniert, demonstrieren die Forscher vom IIS vom 20. bis 23. November auf der Messe Medica 2013 in Düsseldorf im Live-Betrieb am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand in Halle 10, Stand F05. Künftig wollen die Wissenschaftler mit ihrem FitnessSHIRT eine differenziertere Bewertung der Herzfunktion ermöglichen und auch den Herzrhythmus auf Störungen überwachen. Einen entsprechenden Algorithmus entwickeln die Experten derzeit. Mit dem intelligenten Kleidungsstück könnte dann ein EKG in medizinischer Qualität für kardiologische Auswertungen erfasst werden. Ärzten stünde es frei, das Trikot für Langzeit-EKGs zu nutzen.



Das FitnessSHIRT liest beim Tragen kontinuierlich Körpersignale wie Puls und Atmung aus. Die ausgewerteten Daten lassen sich beispielsweise auf einem Smartphone oder Tablet PC visualisieren.
(© Fraunhofer IIS) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Sicherer App-Store für Android

FORSCHUNG KOMPAKT

11 | 2013 || Thema 2

Jeder hat sie, jeder nutzt sie: Apps, kleine Computerprogramme. Installiert auf Smartphones und Tablets erleichtern sie den Alltag. Ein Fingertipp auf die quadratischen Icons und wir wissen, wo die nächsten Regenwolken zu erwarten sind, können von unterwegs unsere Zugtickets buchen und mobil Computerspiele starten oder unsere Lieblingsmusik hören. Für die meisten von uns sind die mobilen Helferlein unverzichtbar geworden. Zusammen fast zwei Millionen von ihnen tummeln sich bereits heute auf den Plattformen der beiden größten Anbieter Apple und Google. Tendenz steigend.

Datenschutzrisiken und wirtschaftlicher Schaden

Doch die Miniprogramme tun nicht nur Gutes. »Das Geschäftsmodell lautet bei kostenlosen Apps oft: Für meine Dienstleistung brauchst du zwar nicht zu zahlen, aber dafür hole ich mir deine Daten«, gibt Dr. Julian Schütte von der Fraunhofer-Einrichtung für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC in Garching bei München zu bedenken. Die Apps greifen die Daten meist ohne das Wissen der Nutzer ab. Der Klau reicht von Adressdaten, über E-Mails und Aufenthaltsorten bis hin zur Identifikationsnummer des Endgeräts. Die App-Entwickler geben die Daten dann für orts- und personenbezogene Werbung an Dritte weiter. »Eine Tatsache, die vielleicht weniger kritisch gesehen wird oder sogar von Nutzen ist, wenn man die Apps privat nutzt. Für Unternehmen dagegen birgt sie große Risiken. Wenn Mails mit unternehmenskritischen Inhalten, Geopositionen von Mitarbeitern oder vertrauliche Kontaktdaten unerkannt weiter gegeben werden, ist das nicht nur datenschutztechnisch problematisch. Es droht auch wirtschaftlicher Schaden«, warnt Schütte.

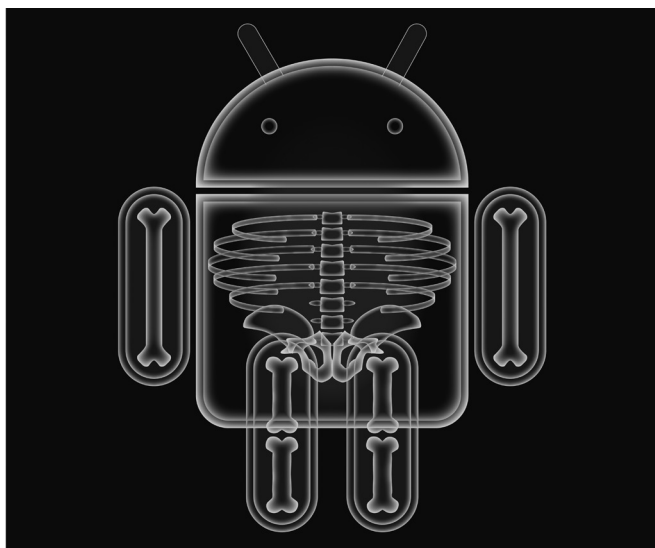
Um sich vor diesen Gefahren zu schützen, verstärken die IT-Abteilungen der Unternehmen die Kontrolle der Apps, die Mitarbeiter nutzen. »Beim etablierten mobilen Betriebssystem »iOS« haben Mobile Device Manager – IT-Mitarbeiter, die den Pool von Firmenhandys verwalten – bereits eine recht große Kontrolle über die Software, die auf den Geräten gespeichert ist. Aber für den mittlerweile marktführenden Nachzügler »Android« existiert nach unseren Kenntnissen aktuell kein Werkzeug, mit dem die Unternehmens-IT das »wilde« Downloaden von Apps verhindern kann«, schildert Schütte die Herausforderung für die Unternehmen.

Diese Lücke haben die Wissenschaftler am AISEC geschlossen. Ihr neuer App-Store filtert problematische Android-Apps automatisch heraus und bietet den Mitarbeitern nur mobile Anwendungen an, die konform mit den unternehmenseigenen Vorgaben zur IT-Sicherheit sind. »Administratoren und Mobile Device Manager können damit selbst bestimmen, welche Apps installiert werden dürfen und welche nicht«, beschreibt Schütte den Mehrwert. Weitere wesentliche Vorteile der AISEC-Lösung: Die Analyse der Apps ist flexibel und lässt sich an unterschiedlichste Firmen-Richtlinien anpassen. Die IT-Abteilung kann außerdem festlegen, dass Apps Daten nur verschlüsselt kommunizie-

ren dürfen. »Kein unerhebliches Feature in Zeiten des NSA-Skandals«, so Schütte. Und schließlich funktioniert die Software nicht nur für Apps aus bestehenden Angeboten. »Mit Hilfe unseres App-Stores können Firmen Märkte mit eigenen Apps aufbauen, die sicherheitstechnisch sauber sind«, ergänzt Schütte.

Der Unbedenklichkeitsfilter für Android-Apps besteht aus einer App, die auf dem Endgerät des Nutzers installiert ist, und dem Analyse-System »App-Ray«. Letzteres ist im Backend direkt eingebunden in die IT-Architektur des Unternehmens. Suche und Download der Apps geschieht dabei ausschließlich über diese App. »Der Mitarbeiter bekommt so automatisch nur unbedenkliche Anwendungen präsentiert«, erklärt Schütte. Das gewährleistet das Herzstück des Stores – die Analyse im Backend. Es testet Apps automatisch auf Herz und Nieren und gibt sie dann entweder frei oder nicht. »Mit Hilfe von »App-Ray« wissen wir, woher und wohin die Daten innerhalb von Apps fließen, können in ihnen enthaltene Dateien und Quelltexte untersuchen, alle Datenflüsse technisch nachstellen, die App innerhalb einer Testumgebung ausführen und dabei ihr Verhalten beobachten. So entsteht ein sicherheitstechnisches Gesamtbild jeder einzelnen verfügbaren mobilen Anwendung«, beschreibt Schütte die Funktionsweise. Die AISEC-Lösung funktioniert wie ein Framework und bindet bestehende Sicherheits-Features ein. Zum Beispiel ein Analyse-Tool, das die Apps mit 40 verschiedenen Virenscannern gleichzeitig untersucht.

Die Forscher haben einen Prototypen des sicheren App-Stores bereits programmiert. Ein Demo-Video von »App-Ray« kann unter folgender Webadresse angesehen werden: <http://www.app-ray.de/>



»App-Ray« schickt Android-Apps durch die digitale Röntgenröhre. Mitarbeiter können nur unbedenkliche Anwendungen installieren. (© Fraunhofer AISEC) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Spezialkamera spürt Tumore auf

FORSCHUNG KOMPAKT

11 | 2013 || Thema 3

Tumoroperationen sind selbst für versierte, erfahrene Chirurgen eine große Herausforderung. Denn zum einen lassen sich die Ränder des Tumorgewebes nur sehr schwer von normalem Gewebe unterscheiden. Zum anderen sind verstreute Krebsnester und Frühkarzinome kaum zu erkennen. Beim Entfernen der Tumorherde ist der Arzt bislang allein auf sein geschultes Auge angewiesen. Eine Spezialkamera soll künftig selbst kleinste, leicht übersehbare Tumorreste während der Operation sichtbar machen und so Chirurgen bei den komplizierten Eingriffen unterstützen.

Der Trick: Die Kamera zeigt Fluoreszenzfarbstoffe an, die das Tumorgewebe einfärben. Sie werden dem Patienten vor der Operation in die Venen injiziert und docken auf dem Weg durch den Körper gezielt am Tumor an. Wird das entsprechende Areal dann mit Licht einer bestimmten Wellenlänge bestrahlt, wird die Fluoreszenz angeregt und das bösartige Gewebe leuchtet grün, blau, rot oder in einer anderen Farbe – je nach verwendetem Farbstoff. Das Aussehen des gesunden Gewebes bleibt unverändert. So kann der Operateur Tumorherde sehen, die er mit bloßem Auge nicht erkennt.

Neues System zeigt mehrere Farbstoffe gleichzeitig an

Multispektrales Fluoreszenz-Kamerasystem nennen die Forscher der Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie (PAMB), einer Außenstelle des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, ihre neue Operationshilfe. Sie soll sich in Zukunft unter anderem in OP-Mikroskope und Endoskope einbauen lassen. Vom 20. bis 23. November werden die Mannheimer Wissenschaftler erstmals einen Prototyp des Hightech-Geräts auf der Messe Medica 2013 in Düsseldorf am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand präsentieren (Halle 10, Stand F05). Das Novum an dieser Kamera: Sie kann mehrere Fluoreszenzfarbstoffe gleichzeitig in Echtzeit anzeigen – bisher erhältliche Systeme beherrschen das nicht. Der Vorteil: Arterien und dünne Nerven, die während eines Eingriffs nicht verletzt werden dürfen, lassen sich ebenfalls per Farbstoff einfärben. Auch sie können dann mit der neuen Kamera detektiert werden, da sie sich deutlich von der Umgebung abheben.

»Wie gut ein Farbstoff durch die Kamera sichtbar ist, hängt in hohem Maß von der Auswahl des richtigen Fluoreszenz-Filtersets ab. Der Filter trennt das eingestrahlte Anregungslicht vom abstrahlenden Fluoreszenzlicht, sodass sich das kranke Gewebe auch bei sehr geringer Lichtintensität von der Umgebung abhebt«, sagt Nikolas Dimitriadis, Wissenschaftler am PAMB. Für ihre Aufnahmen benötigen der Forscher und seine Kollegen nur eine Kamera und ein Filterset, das bis zu vier Farbstoffe zeitgleich darstellen kann. Eine eigens entwickelte Software analysiert und verarbeitet die Bilder in Sekundenschnelle und präsentiert sie fortlaufend während der Operation auf einem Monitor. Dabei wird das normale Farbbild mit den Informationen aus dem Fluoreszenzbild überlagert. »Der Operateur erhält wesentlich genauere Informationen. Millimeter-

große Tumorreste oder Metastasen, die er sonst womöglich übersehen würde, sind am Bildschirm im Detail zu erkennen. Patienten, die unter Fluoreszenzsicht operiert werden, haben eine bessere Chance auf Heilung«, sagt Dr. Nikolas Dimitriadis, Leiter der Gruppe »Biomedizinische Optik« am PAMB.

Um das multispektrale Fluoreszenz-Kamerasystem möglichst flexibel einsetzen zu können, ist es möglich, es für andere Farbstoffkombinationen umzurüsten. »Ein bereits erhältliches Präparat, um Tumore sichtbar zu machen, ist die 5-Aminolävulinsäure (5-ALA). Mediziner setzen sie insbesondere für Glioblastome ein – einem der häufigsten bösartigen Hirntumore bei Erwachsenen«, erläutert Dimitriadis. 5-ALA führt zur Ansammlung eines roten Farbstoffs im Tumor und kann ebenfalls mit der Kamera detektiert werden. 2014 soll sich das multispektrale Fluoreszenz-Imagingsystem am Menschen bewähren: Dann sind erste klinische Versuche an Patienten mit Glioblastomen geplant.



**Links: Die neue Kamera zeigt mit Fluoreszenzfarbstoffen eingefärbte Strukturen an (hier: helle Bereiche).
(© Fraunhofer IPA) | Bild in Farbe und Druckqualität:
www.fraunhofer.de/presse**

Solarzellen nutzen Wärmestrahlung

FORSCHUNG KOMPAKT

11 | 2013 || Thema 4

In der Sonnenstrahlung steckt mehr als das Auge sieht: Ein Sonnenbrand entsteht durch die unsichtbare UV-Strahlung, während die ebenfalls unsichtbare Infrarotstrahlung als Wärme auf der Haut zu spüren ist. Auch Solarzellen »sehen« nur einen Teil der Sonnenstrahlung: Bei jenen aus Silizium gehen etwa 20 Prozent der Energie des Sonnenspektrums verloren – denn sie können einen Teil der Infrarotstrahlung, kurz IR-Strahlung, nicht zur Stromerzeugung nutzen.

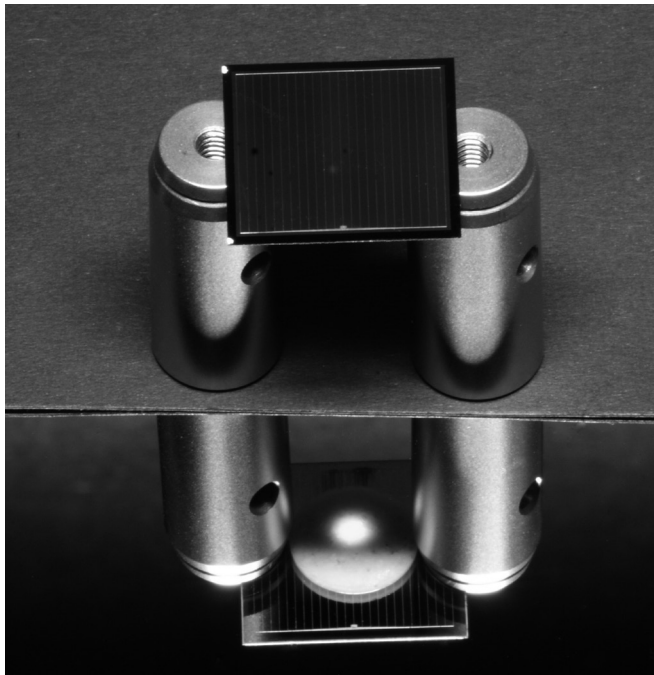
Forscher des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg haben – gemeinsam mit ihren Kollegen der Universität Bern und der Heriot-Watt University Edinburgh – nun erstmals einen Teil dieser Strahlung für Silizium-Solarzellen mit Hilfe eines Hochkonverters im praktischen Einsatz genutzt. Die Technologie, die Infrarot in nutzbares Licht umwandelt, ist seit den 1960er Jahren bekannt. Allerdings wird sie erst seit 1996 in Verbindung mit Solarzellen untersucht. »Wir konnten die Solarzellen sowie die Hochkonverter so optimieren, dass wir den bisher größten Gewinn an Effizienz erzielen konnten«, freut sich Stefan Fischer, Wissenschaftler am ISE. Das Potenzial ist groß: Silizium-Solarzellen wandeln theoretisch etwa 30 Prozent des Sonnenlichts, das auf sie fällt, in elektrischen Strom um. Hochkonverter könnten diesen Anteil auf 40 Prozent erhöhen.

Eine »Leiter« für Lichtteilchen

Doch wie schafft es der Hochkonverter, das IR-Licht für die Solarzelle zu nutzen? Treffen die Sonnenstrahlen auf die Solarzelle, absorbiert diese das sichtbare und das nahinfrarote Licht. Der infrarote Anteil wird jedoch nicht absorbiert, er geht durch sie hindurch. Auf der Rückseite trifft er auf den Hochkonverter – im Wesentlichen ein mikrokristallines Pulver aus Natrium-Yttrium-Fluorid, das in einen Polymer eingebettet ist. Ein Teil des Yttriums haben die Wissenschaftler durch das optisch aktive Element Erbium ersetzt, welches letztendlich für die Hochkonversion verantwortlich ist.

Trifft nun Licht auf diesen Hochkonverter, regt es die Erbium-Ionen an. Das heißt, diese werden in einen höheren Energiezustand versetzt. Man kann sich diese Reaktion wie den Aufstieg auf eine Leiter vorstellen: Ein Elektron im Ion nutzt die Energie des Lichtteilchens, um auf die erste Stufe der Leiter zu treten. Ein weiteres Lichtteilchen lässt das Elektron auf die zweite Stufe klettern, und so weiter. Von der obersten Stufe kann das so angeregte Ion dann herunter »springen«. Dabei entsendet es Licht mit der Energie all jener Lichtteilchen, die dem Elektron beim »Hochklettern« geholfen haben. Der Hochkonverter sammelt die Energie mehrerer dieser Teilchen und überträgt diese auf ein Einziges. Dieses hat dann so viel Energie, dass die Solarzelle es »sieht« und nutzen kann.

Um einen solchen Hochkonverter einsetzen zu können, mussten die Forscher die Solarzellen optimieren. Denn üblicherweise sind sie auf der Rückseite mit Metall bedampft, damit der Strom aus den Solarzellen herausfließen kann – es kann also kein Licht hindurch. »Wir haben die Solarzellen mit Metallgittern auf der Vorder- wie auf der Rückseite versehen, damit das IR-Licht durch die Solarzelle hindurch geht. Zudem lässt sich das Licht so von beiden Seiten nutzen, man spricht von einer bifacialen Solarzelle«, erläutert Fischer. Vorder- und Rückseite der Solarzelle haben die Wissenschaftler mit speziellen Antireflex-Beschichtungen versehen. Diese entspiegeln die Oberflächen und sorgen dafür, dass die Zelle möglichst viel Licht aufnimmt. »Wir haben die Antireflex-Schichten erstmals auch für die Rückseite der Solarzelle optimiert. Das könnte die Effizienz der Module erhöhen und deren Energieerträge steigern. Erste Firmen versuchen das bereits zu realisieren, indem sie beidseitige Solarzellen verwenden«, so Fischer.



Eine zweiseitige Silicium-Solarzelle – hier aufgelegt auf Aluminium-Zylindern – wird von oben mit einem Infrarotlaser beleuchtet.
(© Fraunhofer ISE) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Stahlfaserbeton schnell kontrollieren

FORSCHUNG KOMPAKT

11 | 2013 || Thema 5

Man überspannt Täler und Flüsse mit ihm, man baut Wände daraus und kleidet damit Tunnels aus: Beton ist das am häufigsten verwendete Baumaterial. Meist kommt Stahlbeton zum Einsatz. Das Prinzip kennt jeder, der schon einmal eine Baustelle näher betrachtet hat: Aus langen Stahlstangen biegen die Arbeiter ein dichtes Stahlgerüst, die Bewehrung, die dann mit Beton aufgefüllt wird. Doch Stahlbetonbau ist zeitraubend. Es können Tage und Wochen vergehen, bis die Bewehrung großer Gebäude geknüpft ist und endlich mit Beton vergossen werden kann.

Schneller geht es mit Stahlfaserbeton. Man mischt dem flüssigen Beton einfach kiefern-nadellange Stahlfasern bei. Im ausgehärteten Beton übernimmt dieses Fasergewebe dann die Aufgabe der klassischen Bewehrung. Es schluckt die Kräfte und gleicht Risse aus. Trotzdem hat sich der Stahlfaserbeton bislang nicht durchgesetzt. Der Grund: Seine Qualität lässt sich nur schwer ermitteln. Bisher gibt es keine Methode, mit der man einfach und zuverlässig untersuchen kann, wie gut sich die Fasern im Beton verteilt haben. Davon aber hängt die Tragfähigkeit des Werkstoffs entscheidend ab. Sind die Fasern verklumpt oder einzelne Bereiche einer Betonplatte völlig frei von Fasern, kann das Material Belastungen weniger gut widerstehen. Vielen Bauunternehmern ist der Einsatz von Stahlfaserbeton deshalb zu unsicher.

Software bewertet das Fasersystem

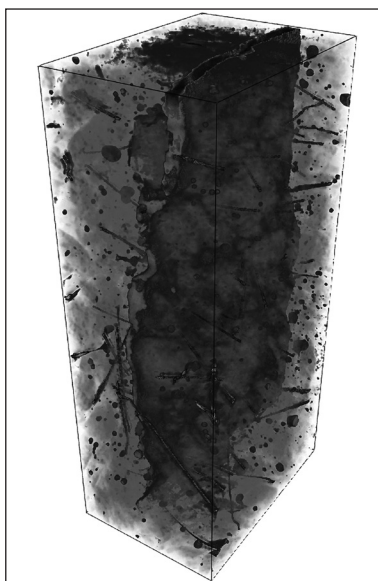
Für Durchblick im Faserbeton sorgt jetzt ein neues Analyseverfahren, das Mathematiker vom Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern entwickelt haben: Mithilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung ermittelt es in wenigen Sekunden, wie die vielen Fasern in einer Betonprobe verteilt sind. Die Experten um Projektleiter Dr. Ronald Rösch nutzen dafür Röntgendaten aus einem Computertomographen (CT). »Das ist wie bei einer medizinischen Untersuchung«, sagt er, »nur, dass wir keinen Menschen, sondern eine Probe aus dem fertigen Bauteil untersuchen.«

Die Forscher ziehen dazu einen etwa zehn Zentimeter langen Bohrkern aus dem Beton. Dieser wird mit Röntgenstrahlung abgetastet. Die Auflösung dieses industriellen CT ist etwa tausendmal feiner als bei einem medizinischen Gerät. Das System macht mikrometerfeine Strukturen sichtbar. Es spuckt einen hochaufgelösten dreidimensionalen Datensatz der Betonprobe mit etwa acht Milliarden Bildpunkten aus; eine gewaltige Datei. Diese Bilddaten analysieren Rösch und seine Mitarbeiter mit ihrer Software. Zunächst prüft diese anhand der Kontrastunterschiede, zu welcher Struktur jeder einzelne Bildpunkt gehört, zum Beton, zu einem Steinchen, einer eingeschlossenen Luftblase oder zu einer Stahlfaser. So werden im Bild nach und nach sämtliche Fasern sichtbar.

»Dieses Bild allein hilft aber wenig«, erklärt Rösch, »weil das Gewirr so dicht ist, dass man mit dem bloßen Auge kaum einzelne Fasern erkennen kann.« Die Kaiserslauterer Forscher haben daher eine Software entwickelt, die Ordnung ins Chaos bringt: Sie bewertet nicht jede einzelne Faser, sondern gleich das ganze System. Das Programm entscheidet einfach, ob ein Pixel Bestandteil einer Faser ist und welche Richtung sie hat.

Für jeden Bildpunkt berechnet das Programm, wie die benachbarten Stellen definiert sind. Handelt es sich um eine Faser oder nicht? Interessant sind vor allem die Punkte, an denen sich viele Fasern berühren oder kreuzen. Denn zunächst ist nicht klar, zu welcher Faser jedes einzelne benachbarte Pixel eigentlich gehört; zur Faser, die von links oben auf die Kreuzung trifft oder zur der, die direkt von oben kommt. Deshalb nutzen die Wissenschaftler hier die Wahrscheinlichkeitsrechnung. Sie gewichtet die Lage jedes Punkts und ordnet diesen logisch sinnvoll einer Faser zu. Die Software verrät nicht nur, wie hoch der Faseranteil in der Probe ist, sondern auch, wie die Fasern ausgerichtet sind. »Das ist vor allem wichtig, wenn die Betonbauteile Kräfte aus einer bestimmten Richtung aufnehmen müssen«, sagt Rösch, beispielsweise bei Brücken, über die Autos und Züge rauschen.

Natürlich weiß Rösch, dass sich ein Computertomograph, der derzeit noch die Größe eines Wandschranks hat, nicht direkt auf einer Baustelle einsetzen lässt. »Doch die Hürde ist überwindbar«, sagt Rösch. »Unsere Kollegen am Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT in Erlangen haben schon ein Gerät von der Größe einer Bierkiste entwickelt.« Ein Prototyp für die Praxis könnte in fünf Jahren verfügbar sein, schätzt der Mathematiker.



In der Computertomographie wird der Betonzylinder detailliert dargestellt. Der Riss verläuft entlang der dunklen Fläche. (© Fraunhofer ITWM) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Organische Leuchten und Solarzellen aus dem Drucker

FORSCHUNG KOMPAKT

11 | 2013 || Thema 6

Die Zeit sperriger Fernsehgeräte, kantiger Leuchtreklamen und Displays in Geschäften oder an Flughäfen läuft langsam ab. Denn bald heißt es zuhause: »Schatz, roll schon mal den Bildschirm aus, der Film fängt gleich an«. Und im öffentlichen Raum könnte fast jede beliebige Fläche zum Bildschirm werden. »Das sind zwar noch Visionen, doch sie haben gute Chancen, Wirklichkeit zu werden«, sagt Dr. Armin Wedel, Bereichsleiter am Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam-Golm. Erste gebogene Bildschirme wurden auf der diesjährigen Internationalen Funkausstellung in Berlin präsentiert. Möglich machen das organische, lichtemittierende Dioden: OLEDs.

Wedel sieht neben Bildschirmen und Displays für die Unterhaltungselektronik zwei weitere Anwendungsfelder, in denen die Technik ihre Stärken ausspielen kann: Beleuchtungen aller Art und digitale Beschilderung. Damit gemeint sind Werbe- und Informationssysteme wie elektronische Plakate, Werbung, Großbildprojektionen, Verkehrsschilder und -leitsysteme.

Zusammen mit dem Anlagenbauer MBRAUN haben die Forscher eine Fertigungsanlage konstruiert, mit der sich OLEDs, aber auch organische Solarzellen im industrienahen Maßstab entwickeln lassen. Innovativ daran ist, dass sich jetzt OLEDs und Solarzellen aus einer Lösung leuchtender organischer beziehungsweise absorbierender Moleküle drucken lassen. So können sie einfach auf die Trägerfolie aufgedruckt werden. Üblicherweise geschieht dies bisher durch das Verdampfen von kleinen Molekülen im Hochvakuum, was den Prozess sehr teuer macht.

Größere Serien möglich

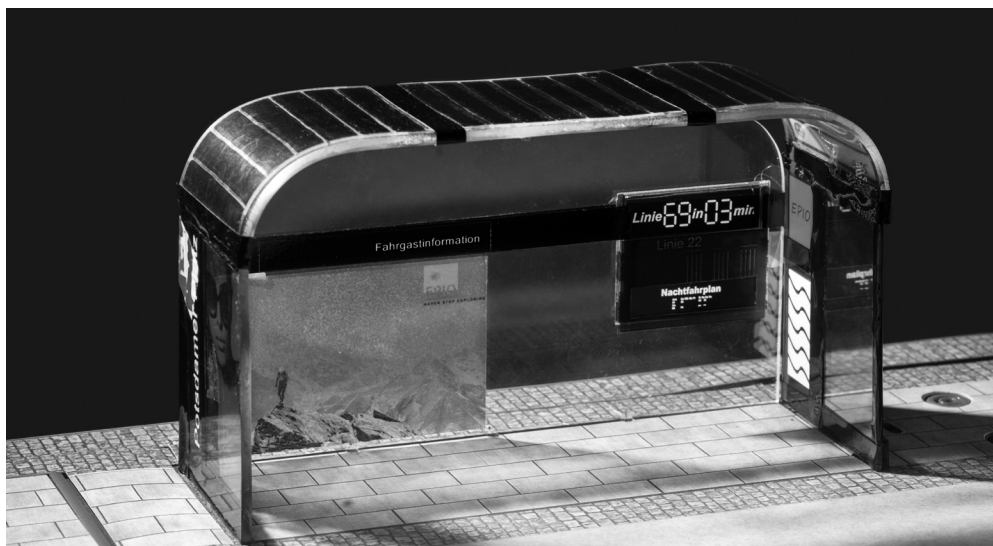
Mit verschiedenen Drucktechniken haben die Forscher Bauelemente bisher nur im Labormaßstab entworfen. Nun lassen sich größere Musterserien realisieren. Das ist vor allem vorteilhaft für die vom IAP anvisierten Anwendungen bei großen Leuchtflächen und Informationssystemen: Denn hier sind individuelle Lösungen und keine allzu großen Stückzahlen gefragt. »Nun sind wir in der Lage, mit vergleichsweise geringem Aufwand organische Bauelemente unter industrienahen Bedingungen zu realisieren. So lassen sich neue Ideen in kommerzielle Produkte überführen«, sagt Wedel.

Das Herzstück der Pilotanlage ist ein Roboter, der verschiedene Drucker wie einen Tintenstrahler ansteuern kann: Die organischen Leuchtdioden werden aus verschiedenen Ausgangsstoffen Schicht für Schicht von den Druckern auf das Trägermaterial aufgetragen. Das geschieht sehr homogen, wodurch eine makellose Leuchtschicht entsteht. »Auf diese Weise können wir hochpreisige Nischenmärkte bedienen. Ähnlich wie beim Digitaldruck, lässt sich die organische Elektronik individuell aufbringen«, erklärt Wedel.

Branchenexperten schätzen gedruckte OLEDs als zukunftssträchtigen Milliardenmarkt ein. »Deutschland und Europa haben sich auf die OLED-Beleuchtung fokussiert, weil hier große Unternehmen wie Osram und Philips beheimatet sind«, erläutert Wedel. »Die Produktionsanlage wird dabei helfen, Wettbewerbsvorteile in diesem Marktsegment zu sichern. Wir stärken dadurch die deutsche Forschungslandschaft und demonstrieren zudem die Leistungsfähigkeit des deutschen Anlagenbaus«, sagt Dr. Martin Reinelt, Geschäftsführer des Maschinenbauers MBRAUN in Garching.

OLEDs bieten im Vergleich zu herkömmlichen Display-Technologien viele Vorteile: Sie benötigen anders als Flüssigkristalldisplays keine Hintergrundbeleuchtung und verbrauchen deswegen weniger Energie. Da die Dioden selbst farbiges Licht aussenden, sind Kontraste sowie die Farbdarstellung besser. Außerdem ermöglichen die selbstleuchtenden Displays einen Betrachtungswinkel von fast 180 Grad. Und weil sie kein Hintergrundlicht benötigen, können sie sehr dünn ausfallen. Das eröffnet neue Gestaltungsmöglichkeiten.

Damit sich OLEDs auf dem Markt durchsetzen, müssen noch einige Herausforderungen gemeistert werden. »Das Haupthemmnis sehe ich in der hohen Investitionssumme, die für eine Produktion nötig ist«, sagt Wedel. Er erwartet deshalb, dass OLEDs, zumindest bei der Beleuchtung, herkömmliche Leuchtmittel nicht ablösen, sondern ergänzen werden. Produktionstechnisch liefert er einen weniger zurückhaltenden Ausblick: »Meine Vision ist, eines Tages einfach die Tintenpatrone am Drucker auszutauschen, um sich selbst Leuchtelemente auszudrucken.«



An der Bushaltestelle der Zukunft informieren flexible OLEDs die Fahrgäste. Hergestellt werden sie einfach per Drucker. (© Fraunhofer IAP / Till Budde) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Intelligente Kunststoffe in Echtzeit prüfen

FORSCHUNG KOMPAKT

11 | 2013 || Thema 7

Funktionale Bauteile aus Kunststoff begegnen uns zum Beispiel, wenn wir die Tür unseres Kühlschranks öffnen. Die dort verbauten Materialien sind nicht nur pflegeleicht und haben eine nützliche Form, sondern wirken auch antibakteriell. Der Grund dafür sind Zusätze in Nanogröße, die dem Granulat während der Herstellung beigemischt werden. Solche Bauteile lassen sich je nach Art, Form und Verteilung der Partikel innerhalb der Polymermischung mit unterschiedlichsten Eigenschaften ausstatten. Schon äußerst geringe Mengen der kleiner als 100 Nanometer großen Partikel reichen aus, um eine antibakterielle Wirkung, Kratz- und Flammenschutz, elektrische oder thermische Leitfähigkeit oder verbesserte mechanische Festigkeit zu erreichen. Damit diese Merkmale auch einwandfrei wirken, muss das Mischverhältnis von Granulat und Zusätzen sowie deren Verteilung exakt stimmen. Das zu überprüfen ist bislang sehr aufwändig und kompliziert: Es geschieht erst nach der Herstellung. Oft wird die gewünschte Zusammensetzung des Kunststoffmischs erst nach mehreren produzierten Testmengen erzielt. Das verzögert den Produktionsprozess und führt zu unnötigem Materialverbrauch.

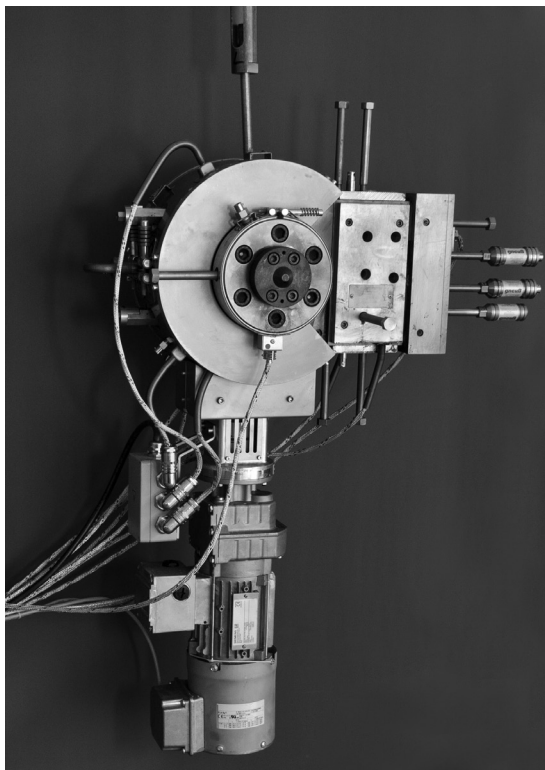
Das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT in Pfinztal bei Karlsruhe hat jetzt zusammen mit anderen Partnern ein Werkzeug entwickelt, das die Charakterisierung von polymeren Nanokompositen bereits während der laufenden Produktion erlaubt. »Das spart nicht nur Materialkosten und Zeit. Es hilft auch, die Qualität der durch Nanozusätze hervorgerufenen zusätzlichen Eigenschaften weiter zu verbessern«, sagt Irma Mikonsaari vom ICT.

Direkt am Mischgerät analysieren

Montiert wird die »onBOX« einfach an der Ausgangsdüse des Fördergeräts. Dort überprüfen Sensoren die Kunststoffmischung – unter anderem mit Hilfe von Spektroskopie, Ultraschall und Mikrowellen. Sie charakterisieren die Masse noch direkt in der Mischanlage und untersuchen, wie diese aus Kunststoff und Nanopartikeln zusammengesetzt ist. Untersucht wird, wie zähflüssig sie ist, welchen Druck sie hat oder wie die Partikel verteilt sind und ob sie Konzentrationsschwankungen aufweisen. Gleichzeitig nehmen die Sensoren die thermische und elektrische Leitfähigkeit des Polymers sowie dessen Temperatur unter die Lupe. Ein Rechner gleicht die Daten mit den Zielgrößen aus dem System ab und verarbeitet sie innerhalb eines künstlichen neuronalen Netzes weiter. Der Computer errechnet dann je nach gewünschter Anwendung das exakte Mischverhältnis sowie den entsprechenden Verarbeitungsprozess und gibt diese Information direkt an die Steuerung der Maschine weiter. »Das Nanopartikel-Netzwerk bildet sich wie gewünscht aus, die einzelnen Partikel verteilen sich optimal. Der Zustand der Kunststoffschmelze kann bereits beim Austritt aus der Düse charakterisiert werden«, präzisiert Mikonsaari.

Die Wissenschaftlerin stellt die »^{on}BOX« am 19. November 2013 beim »NanoOnSpect«-Workshop im ICT in Pfinztal vor. Das Messgerät ist an einer Pilotanlage angebracht, die 30 Kilogramm Kunststoffmischung verarbeiten kann. Gleichzeitig informieren die Forscher über den Stand des von der EU geförderten Projekts »NanoOnSpect«. Eingeladen sind nicht nur Rohstofflieferanten und Kunststoffhersteller, sondern auch Unternehmen, die intelligente Kunststoffe weiterverarbeiten und verwerten.

»NanoOnSpect« ist Anfang 2011 gestartet und hat eine Laufzeit von insgesamt vier Jahren. Ziel des Konsortiums aus Wissenschaft, Verbänden und Industrie ist es, die Herstellungsprozesse intelligenter Kunststoffe mit zugesetzten Nanopartikeln zu optimieren. Dazu entwickeln die Projektpartner einerseits Technologien, die helfen, Verteilung, Größe und Aufbau der Nanozusätze sowie die Eigenschaften der Kunststoffmischungen besser zu charakterisieren. Andererseits konzipieren die Beteiligten ein neues Mischverfahren, das die Vorteile bestehender Abläufe vereint. »Die »^{on}BOX« ist bereits ein sehr konkretes Forschungsergebnis, von dem die Industrie ab sofort profitieren kann«, weist Mikonsaari auf die anwendungstechnische Relevanz des neuen Werkzeugs hin.



Die »^{on}BOX« überprüft funktionale Kunststoffe direkt an der Mischanlage auf deren Zusammensetzung und die Verteilung der Nanopartikel.
(© Fraunhofer ICT) | Bild in Farbe und Druckqualität:
www.fraunhofer.de/presse

Waldnutzung im Wandel

Der Wind raschelt in den Blättern, die Sonnenstrahlen bahnen sich einen Weg in das Unterholz, Vögel hüpfen von Ast zu Ast – bei Wäldern denken die meisten Menschen zunächst an lange Spaziergänge, Freizeit und Erholung. Doch der Wald ist ebenso ein Wirtschaftsfaktor: Er liefert Holz als Brennmaterial und Rohstoff für Baumaterialien und Papier. Wie sich die Nutzung des europäischen Waldes in den letzten 60 Jahren verändert hat, untersuchten Forscher des Fraunhofer MOEZ in Leipzig gemeinsam mit der Universität Freiburg in einer Studie. Die Arbeit ist Teil des EU-Projekts »INTEGRAL«, in dem es um das Management europäischer Waldökosysteme geht.

Diese Bestandsaufnahme zur Waldnutzung in Europa ist bisher einzigartig und lieferte den Wissenschaftlern einige überraschende Ergebnisse – die später in konkrete Handlungsempfehlungen für die Politik münden sollen. So fanden die Forscher beispielsweise heraus, dass die Zahl der Waldbesitzer in vielen Ländern Europas zugenommen hat. Häufig nennen die Besitzer allerdings kleinere Waldstücke ihr Eigen. Auch die wirtschaftliche Waldnutzung hat sich geändert: Großen Einfluss darauf hat unter anderem die aufstrebende Wirtschaftsmacht China, deren holzverarbeitende Industrie rasant gewachsen ist und die Strukturen des Welthandels stark beeinflusst. Ein anderer Trend: Holz als Brennmaterial ist gefragt wie nie. Ob das allerdings anhält, ist angesichts der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten und der steigenden Preise von Biomasse ungewiss.

Fraunhofer-Zentrum für Mittel- und Osteuropa MOEZ

Neumarkt 9 | 04109 Leipzig | www.moez.fraunhofer.de

Kontakt: Annamaria Riemer | Telefon +49 341 231039-132 | annamaria.riemer@moez.fraunhofer.de

Presse: Kristina Dietrich | Telefon +49 341 231039-242 | kristina.dietrich@moez.fraunhofer.de

Mit Terahertzwellen schwarze Kunststoffe wirtschaftlich recyceln

Das Armaturenbrett des Fahrzeugs ist nicht wiederzuerkennen: Zu kleinsten Stücken zerschnitten bewegt es sich auf dem Fließband der Recyclinganlage langsam voran. Auf die Plastikteile wartet ein zweites Leben als Dämmstoff, Kleidungsstück oder Gartenstuhl. Die Wiederverwertung klappt aber nur, wenn die Maschine die einzelnen Kunststoffsorten in reiner Form aussiebt. Doch genau hier liegt das Problem: Herkömmliche Sensorsysteme, zum Beispiel bildgebende Nahinfrarotspektrometer, tun sich oft schwer, dies exakt zu tun – insbesondere bei schwarzem Plastik. Der zum Schwärzen eingesetzte Ruß absorbiert sowohl im sichtbaren als auch im infraroten Wellenlängenbereich einen Großteil der elektromagnetischen Strahlung, die notwendig ist, um die unterschiedlichen Sorten zu erkennen.

Diese Lücke im Recyclingkreislauf wollen die drei Fraunhofer-Institute für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB in Karlsruhe, für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR in Wachtberg sowie für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS in Sankt Augustin im gemeinsamen Projekt »blackVALUE« schließen. Sie haben gezeigt, dass es möglich ist, mit Hilfe der Terahertz-Spektroskopie (THz) und hoch effizienten Identifikationsalgorithmen eine Anlage zu bauen, die wirtschaftliches Recyceln schwarzer Kunststoffe im industriellen Maßstab erlaubt. Herzstück einer solchen Sortiermaschine ist eine Kamera, die mittels niedriger THz-Frequenzen das Material kostengünstig und in einer hohen Stückzahl charakterisiert.

Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

Fraunhoferstraße 1 | 76131 Karlsruhe | www.iosb.fraunhofer.de

Kontakt: Robin Gruna | Telefon +49 721 6091-263 | robin.gruna@iosb.fraunhofer.de

Presse: Sibylle Wirth | Telefon +49 721 6091-300 | sibylle.wirth@iosb.fraunhofer.de

Datendetektive in Isolierfenstern

Pralle Sonne, eisiger Wind, klirrende Kälte – Isolierfenster müssen einiges aushalten. Und das nicht nur hinsichtlich der schwankenden Temperatur: Denn steigt oder fällt diese, so ändert sich auch der Druck zwischen den beiden Fensterscheiben – sie beulen aus oder ziehen sich zusammen. Diese Belastungen können zu kleinsten Rissen an den Rändern der Scheiben führen. Für das bloße Auge kaum sichtbar kann das Isoliergas durch diese Risse entweichen. Die Folge: Die Fenster verlieren ihre isolierende Wirkung.

Datenlogger, spezielle Messgeräte, sollen Fensterherstellern nun Aufschluss darüber geben, welche Temperaturen und Drücke im Inneren des Fensters herrschen – und ihnen dabei helfen, die Produktionsprozesse und die Konstruktion der Fenster zu optimieren. Entwickelt haben die Sensoren Forscher vom Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS in Duisburg. Sie sind nur wenige Millimeter dick und passen somit in den schmalen Raum zwischen den Fensterscheiben. Mitarbeiter der Materialprüfanstalt der TU Darmstadt haben die Datenlogger in 40 verschiedene Isolierfenster eingebaut und diese in einen Klimaschrank gesteckt. Dort müssen sie zwölf Wochen lang Temperaturschwankungen zwischen -18 und +53 Grad Celsius überstehen. Die Sensoren messen in dieser Zeitspanne Druck und Temperatur zwischen den Scheiben, funken die Daten nach außen und speichern sie zudem auf einem integrierten Speicher. So helfen sie, Isolierfenster noch dichter zu machen.

Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS

Finkenstraße 61 | 47057 Duisburg | www.ims.fraunhofer.de

Kontakt: Dr. Gerd vom Bögel | Telefon +49 203 3783-228 | gerd.vom.boegel@ims.fraunhofer.de

Presse: Martin van Ackeren | Telefon +49 203 3783-130 | martin.van.ackeren@ims.fraunhofer.de
