

FORSCHUNG KOMPAKT

07 | 2013 ||

1 Testwerkzeug für App-Sicherheit

Ob Shoppingportale, Spiele oder soziale Netzwerke – Apps sind vor allem auf Privatnutzer ausgerichtet. Doch auch für Unternehmen bergen sie Risiken. Ein Testframework hilft künftig, Sicherheitslücken und Schadsoftware in Apps zu entlarven.

2 Farbe für die Solarfassade

Gebäudeplaner sind beim Einbau von Photovoltaikelementen bisher auf schwarze oder bläulichgraue Solarmodule angewiesen. Mithilfe der Dünnschichttechnik machen Forscher aus den Zellen nun bunte Designobjekte.

3 Unterwasserantrieb aus dem 3D-Drucker

Die Natur macht erfinderisch: Beim Bau eines lautlosen Antriebssystems für Boote und Wassersportgeräte diente der Oktopus Forschern als Vorbild. Das Besondere: Der Antrieb lässt sich kostengünstig mit einem 3D-Drucker in einem Arbeitsgang herstellen.

4 Fitnesstest für Korrosionsschutzschichten

Innenbeschichtungen in Erdölaufbereitungsanlagen sind in den verschiedenen Teilen der Anlagen unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt. Forscher analysieren anhand vergleichender Tests, welche Materialien jeweils am besten geeignet sind.

5 Roboter inspiziert Drahtseile

Trag- und Spannseile von Brücken, Aufzügen und Seilbahnen sind enormen Belastungen ausgesetzt. Ihre Funktionstüchtigkeit muss daher regelmäßig überprüft werden. Ein neuartiger Roboter erkennt Risse, bevor sie ein gefährliches Ausmaß annehmen.

6 Aluminium beizen mit dem Klebeband

Ein neues Klebeband macht das lokale Beizen von Aluminium einfacher, sicherer und umweltfreundlicher. Im Gegensatz zu bisherigen Verfahren wie Beizpasten, -sprays oder -bädern fällt kein Spülwasser an, das aufwendig entsorgt werden muss.

7 RFID für Faserverbundwerkstoffe nutzen

Antennen, die Radiowellen weiterleiten können, verwandeln Bauteile in intelligente Objekte. Forscher haben jetzt einen Weg gefunden, diese auch in Faserverbundwerkstoffe einzubetten. Damit funktioniert die Technologie auch bei Kohle- und Glasfasern.

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: Franz Miller, Britta Widmann, Tobias Steinhäüßer, 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.

Testwerkzeug für App-Sicherheit

FORSCHUNG KOMPAKT

07 | 2013 || Thema 1

»Bitte wenden Sie sich an den Administrator«. Diese Meldung erscheint meist auf dem Bildschirm, wenn Mitarbeiter auf dem Unternehmensrechner eine neue Software installieren wollen. Der Grund: Die Firmen wollen sich gegen Computerviren und andere Schadsoftware schützen und sichergehen, dass Betriebsgeheimnisse nicht nach außen gelangen. Was bei fest installierten Rechnern gang und gäbe ist, gestaltet sich bei mobilen Smartphones allerdings schwierig. Die Firmen können kaum verhindern, dass Mitarbeiter verschiedene Apps auf ihr Gerät laden; vor allem, wenn es sich um private Geräte handelt, die mit dem Firmennetz verbunden werden. Doch wie vertrauenswürdig sind die einzelnen Apps – haben sie eine Schadsoftware im Schlepptau, die Dokumente und Passwörter klaut oder Maschinen und Server sabotiert? Wie steht es um die Sicherheit – werden wichtige Informationen unverschlüsselt übertragen? Wie sind Unternehmensdaten gespeichert – können fremde Personen darauf zugreifen, etwa wenn der Besitzer das Smartphone verliert?

Individuelle Testberichte

Antworten auf diese Fragen liefert künftig das »Appicator-Testframework«, das Forscher am Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie SIT in Darmstadt entwickelt haben. Dieses System erstellt für Firmen zu jeder App und zu jedem Betriebssystem einen individuellen Testbericht. »Unser Framework »Appicator« umfasst verschiedene Analysemethoden und -Werkzeuge«, sagt Dr. Jens Heider, Abteilungsleiter »Testlab Mobile Security« am SIT. »Es kann sowohl Apps für Android- als auch für iOS-basierte Smartphones analysieren – es arbeitet also unabhängig von der Plattform. Zudem lässt es sich beliebig erweitern.« Die Analyse läuft dabei automatisch. Findet »Appicator« eine Sicherheitslücke oder eine Schadsoftware, gibt es eine Warnung aus. Einmal gescannt und für sicher befunden heißt aber nicht, dass dies für alle Zeiten gilt. In bestimmten Abständen wiederholt die Software ihre Kontrolle daher – denn Apps werden regelmäßig verändert und überarbeitet. Mit Hilfe des »Appicators« können Firmen entweder eine Whitelist erstellen, also eine Liste mit unbedenklichen Apps, die Mitarbeiter auf den Smartphones nutzen können. Oder eine Blacklist, auf der sich diejenigen Apps befinden, die gefährlich sind und die die Mitarbeiter auf keinen Fall installieren dürfen.

»Beim Appicator handelt es sich nicht um eine Test-Software, sondern um ein flexibles Testsystem, in dem wir verschiedene Test-Werkzeuge kombinieren«, sagt Heider. Viel Entwicklungsarbeit haben die Wissenschaftler in die Verständlichkeit gesteckt: Anfangs lieferte »Appicator« Ergebnisse, die nur Informatiker verstehen. Mittlerweile gibt die Software allgemeinverständliche Warnungen aus, etwa: »Die App speichert Daten unverschlüsselt und birgt daher ein Sicherheitsrisiko«. Eine weitere Hürde, die die Forscher zu meistern hatten, lag in der Geschlossenheit der iOS-Systeme: Der Apple-Konzern hält sich bedeckt darüber, wie das System aufgebaut ist. Die Wissenschaftler

mussten also selbst herausfinden, was unter der Haube steckt und welche Risiken der Plattform geprüft werden müssen.

Das Framework ist bereits im Betrieb – es wird ständig weiterentwickelt und an neue Betriebssysteme angepasst. Momentan testen und optimieren die Forscher es gemeinsam mit der Industrie. Die Testphase läuft noch bis zum Herbst dieses Jahres. Ein Ergebnis: Unternehmen wünschen sich oft firmenspezifische Testfälle. Weiterhin soll das System an firmeneigene App-Stores und Mobile-Device-Management-Systeme angebunden werden. Das SIT bietet »Appicator« deshalb ausschließlich als Dienstleistung an. Dennoch könnten die Ergebnisse auch privaten Nutzern zu Gute kommen: »Wir erwarten, dass das Niveau der Apps durch die zunehmende Kontrolle steigt und sie immer weniger Sicherheitslücken beinhalten.«



Nicht jede App ist vertrauenswürdig. Manche installieren Schadsoftware, andere klauen Dokumente oder Passwörter. Von diesen sollte man besser die Finger lassen. (© Fraunhofer SIT) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Farbe für die Solarfassade

Wer Dach oder Fassade aus energetischen Gründen mit standardisierten Sonnenkollektoren verkleidet, verändert das ursprüngliche Erscheinungsbild – nicht immer zum Vorteil des Gebäudes. Denn bislang gibt es meist nur dunkle Photovoltaikmodule auf dem Markt. »Die gezielte Vereinigung von Photovoltaik- und Designelementen, die dem Begriff von ›customized Photovoltaik‹ gerecht wird, ist bisher nur unzureichend realisiert«, konstatiert Kevin Füchsel, Projektleiter am Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena.

Das lässt sich ändern. Der IOF-Physiker befasst sich seit vier Jahren in einer vom Bundesforschungsministerium (BMBF) geförderten Nachwuchsgruppe mit nanostrukturierten Solarzellen, die für die industrielle Herstellung geeignet sind. Zusammen mit einem Fraunhofer-Team und Wissenschaftlern der Friedrich-Schiller-Universität in Jena suchen die Optikspezialisten nach kosteneffizienten Techniken und Fabrikationsprozessen, die sowohl den Wirkungsgrad von Solarmodulen erhöhen als auch mehr Gestaltungsmöglichkeiten für Architekten und Gebäudeplaner bieten.

Bunte Solarzellen aus hauchdünnen Siliziumwafern

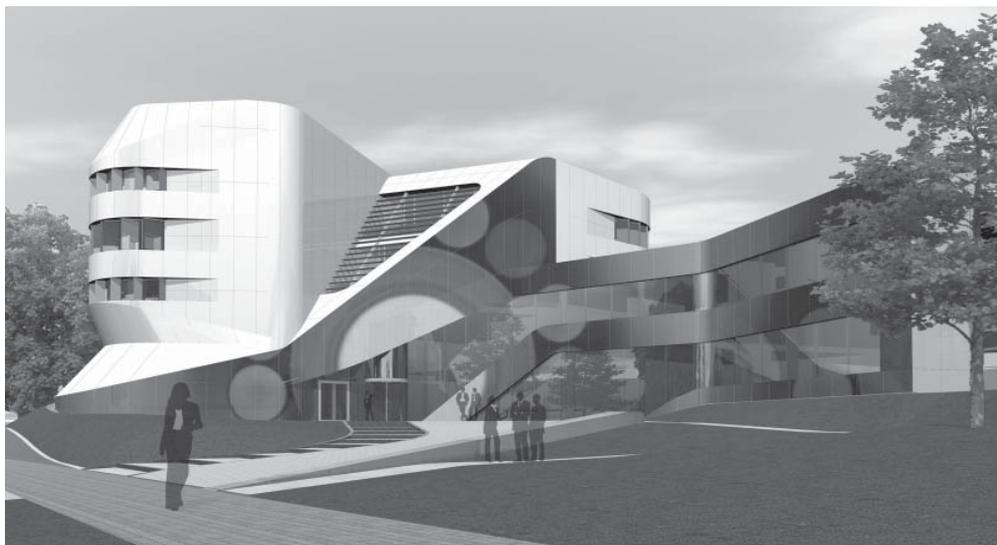
Derzeit erarbeitet Füchsel mit seinem »efficient design«-Team die Grundlagen zur Herstellung von bunten Solarzellen aus hauchdünnen Siliziumwafern, die sich besonders für Designfassaden und Hausdächer eignen. Das einige Mikrometer dicke Halbleitermaterial Silizium absorbiert Licht und wandelt es in Strom um. Damit viel Licht in das Siliziumsubstrat gelangt, erhält die Halbleiterschicht eine optisch neutrale Schutzbarriere (Insulator), auf die eine hundert Nanometer dünne Oxidschicht aufgetragen wird. Dieses »Transparent Conductive Oxid« (TCO) ist leitfähig und hilft in erster Linie dabei, möglichst viele Lichtteilchen in die darunter liegende Halbleiterschicht zu lenken. »Das TCO hat eine geringere Brechzahl als Silizium, daher wirkt es als Entspiegelungsschicht«, erläutert Füchsel.

Der einfache Aufbau dieser SIS-Solarzelle (Semiconductor-Insulator-Semiconductor) mit der transparenten Frontschicht hat einen weiteren Vorteil: Man kann damit nicht nur mehr Licht einfangen. Die Module lassen sich zudem in verschiedenen Farben und Formen gestalten. »Die Farbe erhalten wir dadurch, dass wir die physikalische Dicke des transparent leitfähigen Oxids variieren oder die Brechzahl verändern«, erklärt der Physiker. Den Forschern aus Jena ist es damit gelungen, waferbasierte Siliziumphotovoltaik mit Prozessen der Dünnschichtphotovoltaik zu verbinden. Auch bei der Auswahl des Beschichtungsmaterials gehen die Forscher innovative Wege: Während heute meist das teure Indiumzinnoxid (ITO) benutzt wird, arbeitet man im IOF-Labor am Einsatz von kostengünstigerem Zinkoxid, dem Aluminium beigemischt wird. Neben der SIS-Solarzelle ermöglichen aber auch Farbstoffsolarmodule und flexible organische Solarzellen neue Möglichkeiten bei der Gestaltung von Fassaden.

Aber wie wirkt sich die Farbe auf die Effizienz der neuen SIS-Module aus? »Große Abstriche beim Wirkungsgrad farbiger Solarzellen mussten wir nicht machen. Die zusätzliche, transparente TCO-Schicht hat kaum Einfluss auf die Stromausbeute«, so Füchsel. Simulationen ergaben, dass SIS-Zellen einen Wirkungsgrad von bis zu 20 Prozent erreichen können. Wie hoch die elektrische Ausbeute in der Praxis sein wird, hängt von dem gewünschten Design der Photovoltaikmodule und der Gebäudeausrichtung ab. Nicht mit jedem Farbton lässt sich gleichviel Strom gewinnen. Einschränkungen gibt es beispielsweise bei bestimmten Mischungen aus den Farben Rot, Blau und Grün.

Mehrfarbige Gestaltung der Zellen ist denkbar

Um mehrere Solarzellen zu einem großflächigen Modul verschalten zu können, wollen die IOF-Wissenschaftler laserbasierte optische Lötverfahren nutzen. Sie ermöglichen mikrometerfeines Arbeiten, ohne das umgebende Material zu beschädigen. Außerdem arbeiten die Forscher daran, die leitfähige TCO-Schicht per Inkjet-Druckverfahren auf dem Siliziumwafer zu kontaktieren. Das hilft nicht nur, die Herstellung der Solarzellen zu beschleunigen, sondern ermöglicht zusätzliche Freiheitsgrade im Design. Selbst großflächige Werbetafeln, die ihren eigenen Strom erzeugen, wären mit SIS-Solarzellen möglich. Sowohl die mehrfarbige Gestaltung der Zellen, als auch die Integration von gestalterischen Elementen auf Solarzellen und Modulen wurden bereits patentrechtlich geschützt. »Damit eröffnen sich vielseitige Möglichkeiten, ein Gebäude als Informationsträger mit Firmennamen oder künstlerischen Bildern einzusetzen«, betont Füchsel.



Die Fotomontage zeigt wie das Gebäude des Fraunhofer IOF in Stuttgart mit einer »efficient design«-Solarfassade gestaltet werden könnte. (© Fraunhofer IOF) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Unterwasserantrieb aus dem 3D-Drucker

FORSCHUNG KOMPAKT

07 | 2013 || Thema 3

Oktopoden – auch als Kraken oder Tintenfische bekannt – gelten als die intelligentesten wirbellosen Tiere, man bezeichnet sie auch als die »Weisen der Meere«. Sie sind lernfähig, können Dosen öffnen und sogar Muster unterscheiden. Clever verhalten sie sich auch, wenn ein Feind naht. Während sie sich normalerweise mit ihren acht Armen über den Meeresboden bewegen, flüchten sie bei Gefahr mit dem Kopf voran, indem sie das Rückstoßprinzip anwenden. Dabei nehmen die Weichtiere Wasser in ihrer Mantelhöhle auf und verschließen diese dann durch Zusammenziehen der Ringmuskeln. Anschließend pressen sie das Wasser mit hohem Druck durch einen Trichter heraus. Der dabei entstehende Rückstoß drückt den Oktopus in entgegengesetzter Richtung vorwärts. Durch Verändern der Trichterstellung kann der Krake gezielt seine Fortbewegungsrichtung steuern. Dieses intelligente Rückstoßprinzip stand Forschern des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA beim Entwickeln eines Unterwasserantriebs Pate. »Kraken nutzen diese Art der Fortbewegung hauptsächlich für eine plötzliche schnelle Flucht. Das System ist zwar einfach, aber effektiv. Die Oktopoden können damit über kurze Strecken enorm beschleunigen«, sagt Andreas Fischer, Ingenieur am IPA in Stuttgart. »Wir haben das Antriebsprinzip in unsere Unterwasseraktoren integriert: Vier elastische Kunststoffbälle mit einem mechanischen Innenleben pumpen Wasser und sorgen so für Vortrieb.«

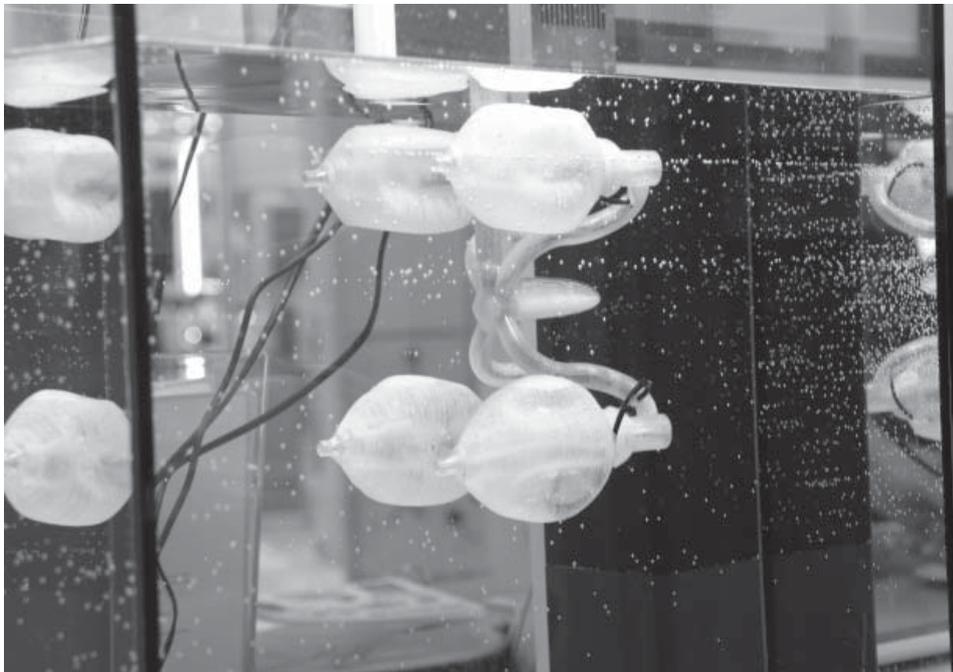
Jeder Aktor beziehungsweise Kunststoffball verfügt über eine Öffnung, über die das Wasser angesaugt wird; ein Rücklaufventil verhindert den Rückfluss. Ein Hydraulikkolben zieht die integrierte Seilstruktur wie einen Muskel zusammen und presst so das Wasser aus dem rund 20 x 6 Zentimeter großen Ball heraus. Der Hydraulikkolben wiederum wird durch eine Motorpumpe bewegt. »Unser Unterwasseraktor eignet sich, um kleine Boote präzise zu manövrieren. Denkbar ist auch der Einsatz als Schwimmhilfe für Wassersportgeräte wie Jetskis, Surfbretter oder Tauchscooter, die Taucher in die Tiefe ziehen. Im Gegensatz zu Schiffspropellern ist er geräuscharm, auch können sich Fische nicht verfangen«, betont der Forscher die Vorzüge des Systems, das erste Tests im Labor bereits erfolgreich bestanden hat.

Industrieroboter verkürzt Produktionsprozess

Der Clou: Die Experten können den Antrieb in einem Arbeitsgang per 3D-Druck fertigen. Um dessen komplexe innere Geometrie formlos mit einem weichen Kunststoff herstellen zu können, entschieden sich die Forscher für das generative Fertigungsverfahren Fused Deposition Modeling, kurz FDM. Hierbei wird der zu verarbeitende Kunststoff im Schmelzkopf per Hitze verflüssigt und in der Druckdüse in einen dünnen Strang umgewandelt. Dieses Filament wird anschließend schichtweise von unten nach oben zu einem komplexen 3D-Bauteil aufgetragen. Als Material verwenden Fischer und sein Team thermoplastischen Kunststoff wie Polyurethan, da dieser sehr flexibel ist. Der

so hergestellte Unterwasserantrieb hält extremen Drücken stand, ohne zu brechen. Selbst nach starker Belastung nimmt er wieder seine Ursprungsform an.

Per FDM ist es den Forschern zudem möglich, die Aktoren zu skalieren, sogar zwei Meter große Bauteile lassen sich dreidimensional drucken. Dies gelingt ihnen mithilfe eines eigens entwickelten Industrieroboters, der mit drei Schmelzköpfen ausgestattet wurde. »Derzeit liegt das maximale Bauvolumen von kommerziell erhältlichen FDM-Anlagen bei 91,4 x 61 x 91,4 Zentimetern, wobei nicht mehr als zehn verschiedene Thermoplaste schichtweise verarbeitet werden können. Mit einem roboterbasierten FDM sind weitaus größere Bauteile auch mit unterschiedlich kombinierbarem Material herstellbar. Indem wir beispielsweise Endlosfasern in Thermoplasten integrieren, können wir in kurzer Zeit carbonfaserverstärkte Bauteile (CFK) kostengünstig fertigen«, erläutert der Wissenschaftler die Vorteile des Schmelzverfahrens. Auch lässt sich der Produktionsprozess durch den Einsatz von mehreren Robotern, die gleichzeitig an einem Bauteil arbeiten, deutlich verkürzen.



Vier elastische Kunststoffbälle pumpen Wasser und sorgen so für den erforderlichen Vortrieb. Das Antriebssystem wurde mit dem generativen Fertigungsverfahren Fused Deposition Modeling hergestellt. (© Fraunhofer IPA) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Fitnesstest für Korrosionsschutzschichten

FORSCHUNG KOMPAKT

07 | 2013 || Thema 4

Innenbeschichtungen von Erdölförderanlagen müssen einiges aushalten: Aggressive chemische Substanzen, hohe Temperaturen und Drücke sowie Sand- und Gesteinspartikel setzen den Behälterwänden zu. Das führt nach einer gewissen Zeit zur Korrosion der verbauten Stähle. Die Beschichtungen in Tanks, Separatoren und Pipelines müssen daher in regelmäßigen Abständen erneuert werden. Wie lange das Material »durchhält«, hängt jedoch stark von der individuellen Belastung ab, der es ausgesetzt ist. Nicht jede Schicht ist für jede Anwendung gleich gut geeignet. Bislang fehlen den Anlagenbetreibern jedoch systematische Untersuchungen, um die auf dem Markt verfügbaren Materialien für unterschiedliche Belastungen vergleichend zu bewerten.

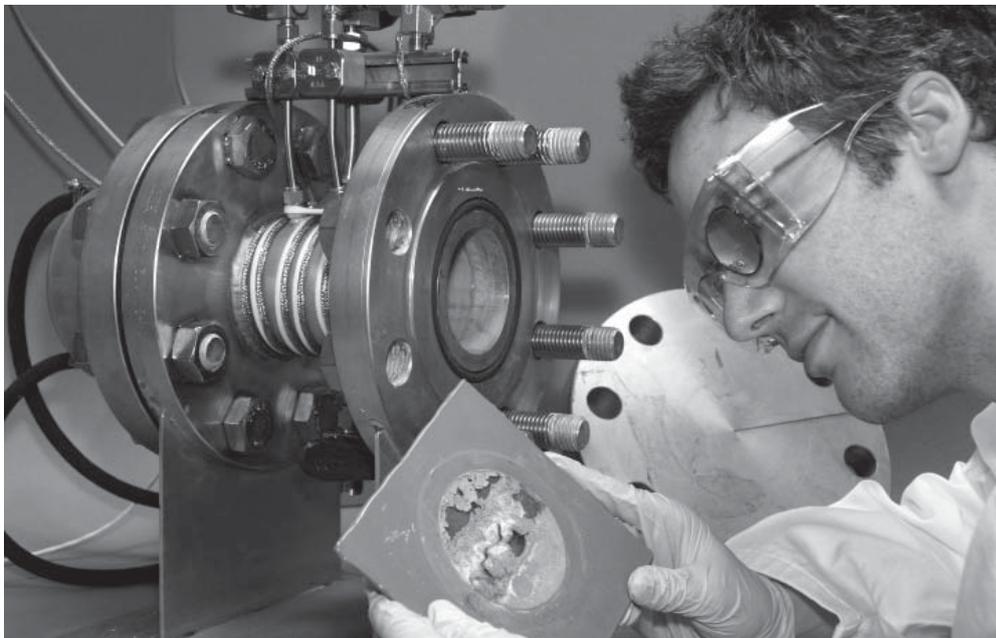
Forscher des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg wollen diese Lücke jetzt schließen: Im Rahmen eines von der Deutschen Wissenschaftlichen Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle (DGMK) geförderten Projekts haben die Freiburger ein Testprogramm zur Korrosionsbeständigkeit unter verschiedenen Belastungsszenarien erarbeitet, das die Bedingungen in einer Anlage realitätsnah abbilden soll. »In den verschiedenen Teilen der Anlage werden ganz unterschiedliche Anforderungen an das Beschichtungsmaterial gestellt«, erklärt Dr. Matthias Gurr vom IWM. So befinden sich etwa in unmittelbarer Nähe zum Bohrloch meist noch Sand- oder Gesteinspartikel im geförderten Gemisch. In diesem Teil der Anlage ist es vor allem entscheidend, dass die Beschichtung der mechanischen Belastung durch Abrieb standhält. Aber auch chemische Faktoren setzen dem Material zu. Etwa Salzlösungen wie das Lagerstättenwasser, die bei der Förderung zusammen mit dem Rohöl aus dem Boden gepumpt werden. Beschichtungen, die mit dieser Lösung in Berührung kommen, brauchen eine hohe chemische Beständigkeit und eine gute Undurchlässigkeit, um die darunterliegende Stahloberfläche effektiv vor Korrosion schützen zu können. »Die Salzlösung wird zu einem späteren Zeitpunkt im Separator vom Öl abgetrennt. Für Anlagenteile, die sich hinter dem Separator befinden, ist die Resistenz gegenüber der Salzlösung dann zum Teil nicht mehr so wichtig«, so Gurr.

Kondensationseffekte berücksichtigen

Um die Korrosionsbeständigkeit von Beschichtungen im Labor zu untersuchen, wenden die Forscher verschiedene Tests an. Beim Autoklaventest geben sie eine Materialprobe zusammen mit einem Medium – etwa einem Öl-Salzlösungs-Gemisch – in einen gasdichten Behälter und setzen diesen Temperaturen bis 150 Grad Celsius aus. Die kritische Grenze für eine erhöhte Korrosionsanfälligkeit liegt bei den meisten Materialien deutlich darunter. Die Untersuchung ist bereits Stand der Technik – allerdings lassen sich damit nicht alle Bedingungen simulieren, die in einer Anlage tatsächlich auftreten. Bei nicht zusätzlich isolierten Containern spielen beispielsweise auch thermisch induzierte Spannungen und Kondensationseffekte eine Rolle, da es dort zu Temperaturgefällen zwischen der Außenwand und dem Inneren des Behälters kommt. Um diese

Temperaturunterschiede unter Laborbedingungen nachstellen zu können, setzen die Wissenschaftler spezielle Atlas-Zellen ein: Das sind Stahlrohre, an deren offenen Enden jeweils eine Materialprobe aufgepresst wird, um sie zu verschließen. »Die Beschichtung wird dadurch zu einem Teil der Behälterwand«, erläutert Gurr. Während das Medium im Inneren der Zelle hochgeheizt wird, können die Forscher die Außentemperatur über einen zweiten Kreislauf nach unten regulieren.

Ihre Untersuchungsergebnisse stellen die Experten in einer umfangreichen vergleichenden Tabelle zusammen. Mit deren Hilfe könnten Anlagenbetreiber künftig auf einen Blick sehen, welches Material für spezifische Belastungsparameter die besten Werte aufweist. Derzeit laufen Gespräche mit mehreren Industriepartnern aus dem Projektkonsortium, um Beschichtungsmaterialien auch unter realen Bedingungen in einer Anlage testen zu können. Gurr und sein Team hoffen auf erste Ergebnisse in etwa zwei Jahren. »Die Korrelation zwischen unseren Labortests und den Feldversuchen wäre eine wichtige Grundlage, um zukünftig auch konkrete Vorhersagen über die Lebensdauer eines Beschichtungssystems treffen zu können«, so Gurr.



Durchgefallen beim Fitness-Test! Begutachtung einer entnommenen Schichtprobe nach Durchführung eines Beständigkeitstests in der Atlas-Zelle. (© Fraunhofer IWM) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Roboter inspiziert Drahtseile

Langsam, ganz langsam krabbelt der Roboter das Drahtseil hinauf. Während er mit raupenähnlichen Bewegungen an Höhe gewinnt, scannt er die Oberfläche aus Stahl, und prüft, ob Defekte vorliegen. FluxCrawler nennen die Forscher vom Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP das System. Es eignet sich für die regelmäßige Qualitätskontrolle von Tragseilen und Spannkabeln aus Stahl, wie sie in Brücken, Kränen, Aufzügen, Seilbahnen und Skiliften verbaut sind. Denn durch Spannungsbelastungen, Verschleiß und Korrosion sind diese Stahlstränge stark beansprucht.

Mittels magnetischer Streuflussprüfung spürt der Roboter nicht nur winzige Risse an der Oberfläche auf, sondern auch solche, die tiefer gehen. Bei diesem Verfahren wird das Seil einem Magnetfeld ausgesetzt, das im Fall eines Defekts »gestört« ist – an den Fehlerstellen entsteht ein messbares Streufeld. »Entdeckt man solche Mikrorisse nicht rechtzeitig, kann das zu Brüchen im Stahl führen. Um fatale Folgen oder gar Katastrophen zu vermeiden, sind Materialchecks unerlässlich«, sagt Dr.-Ing. Jochen Kurz, Abteilungsleiter am IZFP in Saarbrücken.

Prüfsystem eignet sich für viele Seildurchmesser

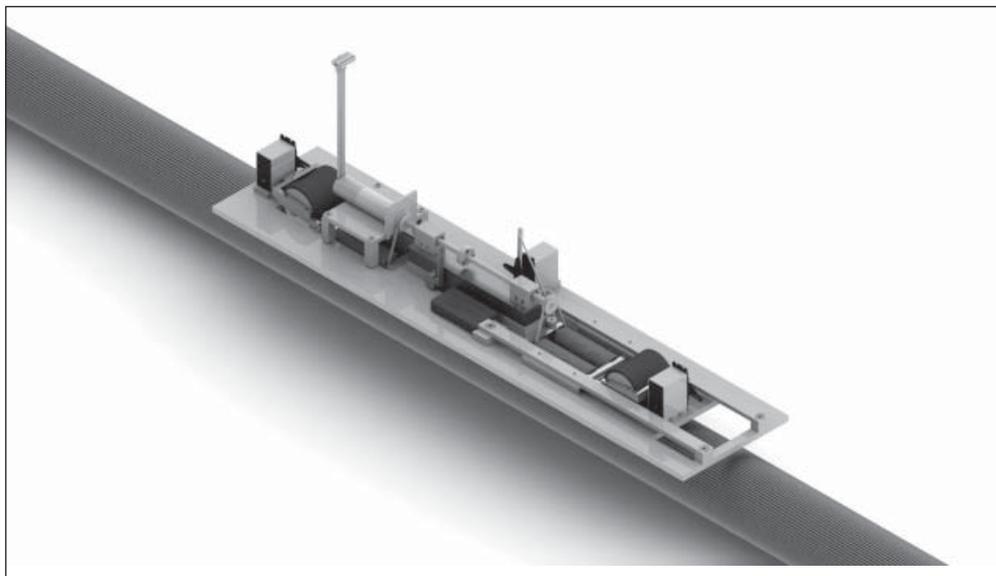
Die Prüfung von Stahlseilen per magnetischem Streufluss ist zwar schon gängige Praxis, doch bislang werden hierfür Spulen eingesetzt, die das Seil eng umfassen müssen. Das Problem: Da die Durchmesser und Ummantelungen der Seile stark variieren, lassen sich die Spulen aufgrund ihres begrenzten Durchmesserbereichs nur in wenigen Fällen beziehungsweise jeweils nur für Kabel mit einem speziellen Umfang einsetzen. Zudem können sie die exakte Winkelposition eines Fehlers nicht orten. FluxCrawler hingegen prüft durchmesserunabhängig: Der rund 70 Zentimeter lange Roboter scannt zylinderförmige Oberflächen, indem er das Seil einmal umläuft, er muss es also nicht umfassen. Ein Permanentmagnet verhindert das Abrutschen, er hält FluxCrawler am Seil fest. Gleichzeitig erzeugt er die für die Messung erforderliche Magnetisierung. Zwischen den Enden des u-förmigen Magneten befindet sich eine mit mehreren Sonden bestückte Sensorzeile, die schnelle Flächenscans ermöglicht. Während FluxCrawler das Seil umläuft, kann der Sensorprüfkopf die genaue Winkellage des Fehlers ermitteln und erkennen, ob der Riss rechts, links, oben oder unten liegt. Der Roboter kann Seile mit einem Durchmesser von 4 bis 20 Zentimeter prüfen. Gesteuert wird die batteriebetriebene Plattform per Bluetooth durch einen PC. Im Computer entsteht ein Bild des magnetischen Streufelds auf der gesamten Seiloberfläche; jede auffällige Position wird hochaufgelöst am Monitor dargestellt.

Kooperation mit französischem Carnot-Institut

FluxCrawler ist ein Ergebnis des Projekts »FilameNDT« (NDT, kurz für Non Destructive Testing). In diesem entwickeln Jochen Kurz und sein Team vom IZFP gemeinsam mit

dem französischen Carnot-Institut VITRES-IFSTAR neben dem magnetischen Streufluss auch andere zerstörungsfreie Prüfverfahren wie den elektromagnetisch angeregten Ultraschall und mikromagnetische Prüfmethode – letztere für ein Monitoring – weiter. »FluxCrawler ist jedoch nicht uneingeschränkt einsetzbar. Schäden in verdeckten Bereichen – etwa dort, wo ein Spannseil in einer Fahrbahn verankert ist – kann der Roboter nicht erkennen. Für die Fehlersuche in verdeckten Bereichen nutzen wir eine andere zerstörungsfreie Prüfmethode – den elektromagnetisch angeregten Ultraschall (EMUS)«, erläutert Kurz. Hierbei erzeugen die Forscher mit einem Sensorprüfkopf, der direkt auf das Seil gesetzt wird, eine geführte Ultraschallwelle. Diese durchdringt das Material und wird bei Fehlstellen reflektiert. Aus den zurückgesendeten Signalen rekonstruiert der Rechner ein Bild. Dabei analysiert er die physikalischen Veränderungen, die die Welle im Werkstoff erfährt, und ermittelt daraus die Verhältnisse im Inneren des Materials. Somit kann man die Lage eventuell winziger Schadstellen erkennen.

Ein Monitoring System ist bereits testweise an der Saarbrücke in Mettlach installiert, die saniert wird. Kurz und sein Team sind zuversichtlich, dass auch FluxCrawler schon bald in der Praxis für die Schadensdiagnose eingesetzt wird – erste Anfragen aus der Industrie liegen schon vor. Der Roboter ist inzwischen patentiert, erste Tests an Seilen im Labor konnten die Forscher erfolgreich abschließen. Als nächstes stehen Tests bei der Seilprüfstelle der DMT GmbH in Bochum, einem Prüflaboratorium für die zerstörungsfreie und zerstörende Prüfung von metallischen und nicht-metallischen Erzeugnissen, auf der Agenda.



CAD-Modell des Prüfroboters auf einem Drahtseil. (© Fraunhofer IZFP) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Aluminium beizen mit dem Klebeband

FORSCHUNG KOMPAKT

07 | 2013 || Thema 6

Das Leichtmetall Aluminium findet traditionell im Flugzeugbau Anwendung und überall dort, wo es auf ein geringes Gewicht ankommt. Auch in anderen Branchen, wie dem Automobilbau, wird es immer häufiger eingesetzt. Allerdings ist Aluminium ein unedles Metall und muss vor Korrosion geschützt werden. Dazu wird es in den meisten Fällen beschichtet, zum Beispiel mit einem Lack. Für Leichtbaukonstruktionen bietet sich zunehmend das Kleben als Füge­technik an. Sowohl das Lackieren als auch das Kleben sind aber nur nach einer Vorbehandlung des Aluminiums möglich. Diese dient dazu, undefinierte Schichten aus Oxiden, Hydroxiden und Verunreinigungen von der Oberfläche zu entfernen, die sich praktisch auf jeder technischen Aluminiumoberfläche befinden. Ein wichtiges Vorbehandlungsverfahren ist das Beizen, bei dem Chemikalien in einem Behandlungsbad die Verunreinigungen auflösen und eine frische Oberfläche des Metalls freigelegt wird.

Schwierig ist der Einsatz von Badverfahren für große Teile, die nur teilweise behandelt werden müssen oder im Falle von Nacharbeiten und Reparaturen. Hier werden lokale Behandlungen immer wichtiger. Die Hersteller verwenden dafür vorwiegend Beizpasten oder Beizsprays, die von Fachkräften per Hand aufgetragen beziehungsweise aufgesprüht werden. Das Problem: Die genutzten Stoffe sind sauer oder alkalisch. Der Rest des Bauteils muss aufwendig geschützt, die Beize abgespült und das Spülwasser aufbereitet sowie speziell entsorgt werden. »Aktuell ist keine zufriedenstellende Lösung für das lokale Beizen verfügbar. Uns kam deshalb die Idee eines Beizkleb­bands, das man bequem auf den Stellen aufbringen kann, die behandelt werden müssen«, beschreibt der Experte für Adhäsions- und Grenzflächenforschung Dr. Malte Burchardt den Forschungsansatz am Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen.

Neuartiger Klebstoff mit hohem Wasseranteil

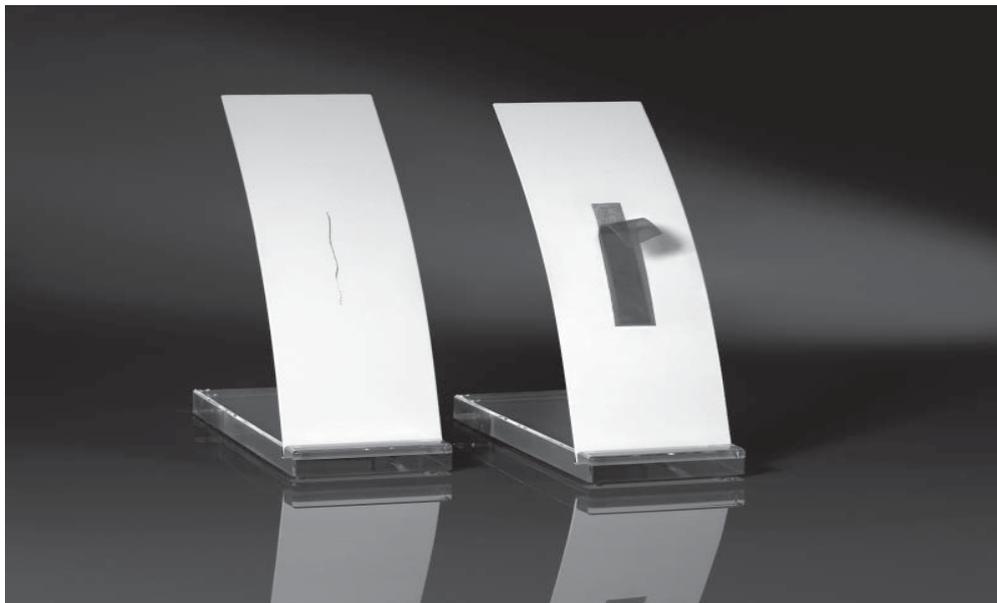
Dazu war die Entwicklung eines völlig neuen Klebstoffs erforderlich: Einerseits soll sich das Beizklebeband wie ein gewöhnliches Klebeband auftragen und danach rückstands­frei abziehen lassen. Andererseits müssen alle für den Beizprozess notwendigen Chemikalien in den Klebstoff integriert werden. »Für das Beizen wird ein hoher Wasseranteil im Klebstoff benötigt. 95 Prozent aller herkömmlichen Klebstoffe für Klebe­bänder sind jedoch lösemittelbasiert und funktionieren nicht mehr, sobald Wasser mit ins Spiel kommt«, schildert Dr. Malte Kleemeier aus dem Bereich Klebstoffe und Polymerchemie die Herausforderung. Den Fraunhofer IFAM-Wissenschaftlern gelang es, auf Grundlage wasserlöslicher Polymere eine geeignete Klebstoffformulierung zu entwickeln.

Die Technologie ist ebenso leistungsfähig wie das Beizen mit Pasten, Sprays oder in Beizbädern. Das haben praktische Tests gezeigt. Im Gegensatz zu den bisherigen Verfahren fällt kein Spülwasser an, das aufwendig entsorgt werden muss. Es reicht aus,

das Bauteil nach dem Abziehen des Beizklebebands mit einem feuchten Tuch kurz abzuwischen. »Die Beizklebebands sind einfach, sicher und umweltfreundlich zu handhaben«, fasst Kleemeier die Vorteile zusammen.

Die Forscher entwickelten das neue Klebeband in Zusammenarbeit mit Industriepartnern, unter anderem aus der Luftfahrt- und Automobilbranche. Gerade in Bereichen mit hohen Qualitätsstandards kann das Klebeband seine Vorteile ausspielen. Im letzten Jahr wurde die Entwicklung mit dem »SURFAIR Award for Innovation« ausgezeichnet.

Im nächsten Schritt will das IFAM die Bänder zusammen mit seinen Partnern zur Fertigungsreife bringen. Gleichzeitig testen sie, ob sich das Beizklebeband für andere Werkstoffe, zum Beispiel Edelstahl, nutzen lässt.



Anwendung des Beizklebebands vor der Reparatur eines Lackschadens. Der Lack wird durch Schleifen entfernt, das Beizband zur Vorbehandlung der Metalloberfläche aufgebracht. Nach dem Abziehen des Klebebands und einer kurzen Reinigung mit einem feuchten Tuch kann die Oberfläche neu lackiert werden. (© Fraunhofer IFAM) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

RFID für Faserverbundwerkstoffe nutzen

FORSCHUNG KOMPAKT

07 | 2013 || Thema 7

Mit bloßem Auge ist es nur schwer zu erkennen. Die Werkstücke in der Produktionshalle sehen eigentlich ganz normal aus. Doch der erste Blick täuscht. Die Flugzeugbauteile sind »intelligent« und können mit den anwesenden Facharbeitern kommunizieren. Sie verraten nicht nur was sie sind, sondern auch, wer sie bisher wie bearbeitet hat und welcher Arbeitsschritt als nächstes ansteht. Quelle des Informationsflusses ist ein kleiner RFID-Chip (radio-frequency identification). Er misst nur wenige Quadratmillimeter und sendet schnell, effizient und konsistent Daten des Bauteils über Radiowellen an ein Empfangsgerät. Bislang setzen wenige Unternehmen die Technologie zur Dokumentation in der Fertigung ein. Am häufigsten nutzen sie RFID für die Zugangskontrolle oder zur Zeiterfassung, zum Beispiel in den Smartcards der Mitarbeiter.

Wie gut ein RFID-Transponder funktioniert, hängt maßgeblich vom umgebenden Werkstoff ab. Dieser kann die Antennen der Transponder beeinflussen und sich negativ auf die Reichweite sowie die Qualität der Datenübertragung auswirken. Forscher am Nürnberger Standort des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS haben jetzt RFID-Transponder entwickelt, deren Antennen auch auf Faserverbundwerkstoffen zuverlässig funktionieren. Bauteile aus Glas- oder Kohlefaser sind leicht und stabil zugleich und werden daher vor allem beim Flugzeug- und Fahrzeugbau immer häufiger eingesetzt. Doch die Fasern beeinflussen die Frequenzen besonders stark. Ihr genaues Verhalten gegenüber RFID war bisher kaum bekannt. Die Dokumentation der Produktionsschritte läuft daher immer noch mit Bleistift und Papier.

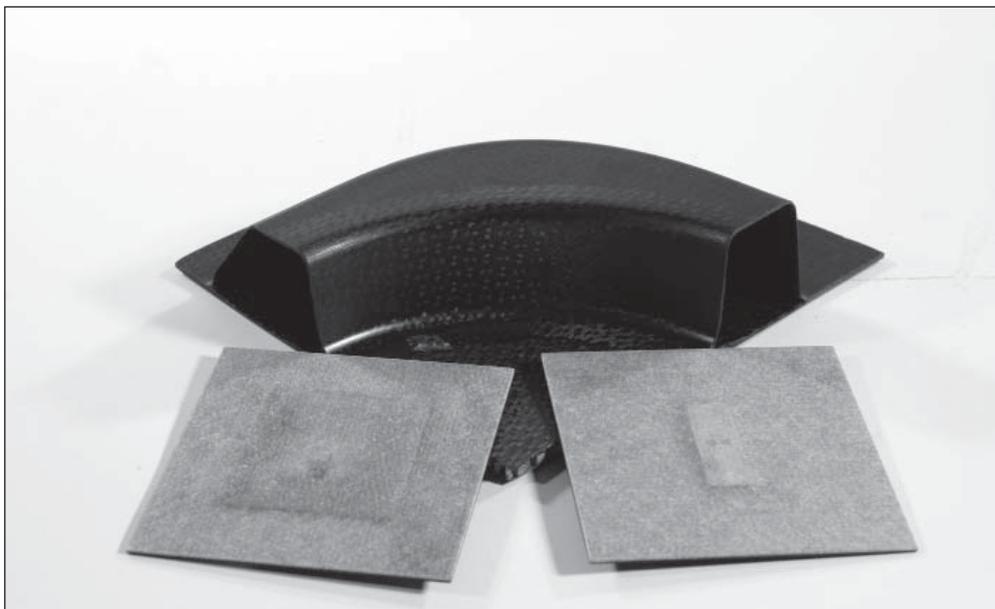
Kohlefasern schwächen Leistung der RFID-Chips

»Wir haben uns die für die RFID-Technologie relevanten Frequenzen 125 kHz (LF: low frequency), 13,56 MHz (HF: high frequency) und 868 MHz (UHF: ultra high frequency) genau angesehen und gemessen, wie sich Glas- und Kohlefasern auf die Reichweite, die Datenübertragung und die Zuverlässigkeit der Transponder auswirken«, beschreibt Dipl.-Ing. Tobias Dräger die Arbeiten am IIS. Das Ergebnis: Während sowohl LF, HF und UHF an Glasfasern gut funktionierten, schwächten bei Kohlefasern insbesondere die hohen Frequenzen die Leistung der RFID-Chips deutlich ab. »Kohlefasern sind, ähnlich wie Metall, leitfähig und dämpfen die Funksignale sehr stark – vor allem bei 868 MHz«, erklärt Drägers Kollege Dr. Iker Mayordomo.

Doch gerade die UHF-Frequenzen eignen sich durch ihre relativ großen Reichweiten von bis zu 15 Metern sehr gut für Logistik und Produktion. Bei für RFID schwierigen Werkstoffen, wie zum Beispiel Metallen, konnte diese Leistung daher bisher nur durch ein sehr teures Transponderdesign erreicht werden. »Die verwendeten Antennen und Transponder machen diese Spezialanfertigungen sehr voluminös. Gleichzeitig lassen sie sich nur schwer in die Faserverbünde integrieren«, schildert Dräger die Ausgangssituation. Zusammen mit Partnern aus der Luftfahrtindustrie und Forschung gelang es

seinem Team nun, zuverlässige Transponder zu entwickeln, die innerhalb von leitenden und zugleich physikalisch belasteten Bauteilen einwandfrei funktionieren. Die Wissenschaftler kreierten dafür ein extradünnnes Antennendesign, um die RFID-Chips auf den Werkstoffen unter einer schützenden Glasfaserschicht einbetten zu können. Gemeinsam mit Schreiner LogiData, einem Hersteller von RFID-Transpondern, hat das IIS bereits eine erste Testserie entwickelt.

Aktuell setzen sechs Prozent der deutschen Unternehmen RFID ein; vier Prozent sind es in Europa. Das ermittelte 2011 das Statistische Amt der Europäischen Union »Eurostat«. Dass dies sich bald ändern wird, davon ist RFID-Experte Maximilian Roth vom Zentrum für Intelligente Objekte ZIO, das am Nürnberger Standort des IIS angesiedelt ist, überzeugt: »Die neuen Einsatzmöglichkeiten bei den boomenden Faserverbundwerkstoffen wird die Relevanz von RFID in der Industrie weiter erhöhen. Gleichzeitig laufen aktuell einige weitere Pilotprojekte am Markt, die den Einsatz von RFID bei Logistik, Verkehr und Produktion in größerem Stil testen.« Das IIS arbeitet parallel bereits am nächsten Projekt: »SmartFiber«, das von der Europäischen Kommission gefördert ist. Die Wissenschaftler nutzen hier die RFID-Technologie, um Energie und Daten an Sensoren zu übertragen, die in Fasermaterialien eingebettet sind. Diese ermöglichen beispielsweise eine durchgängige Strukturüberwachung von Windkraftanlagen.



Um RFID-Tags in Faserverbundstoffe einzubauen, sind extradünne Antennen notwendig (rechte Seite: UHF-, linke Seite: HF-Transponder). (©TUM-IWB / Fraunhofer IIS) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Plagiate und Garantieverletzungen erkennen

Durch Produktpiraterie entstehen der deutschen Industrie jährlich Verluste in Milliardenhöhe. Hierzulande ist vor allem der Maschinenbau im Visier der Fälscher, die immer perfidere Strategien verfolgen. Kopiert wird nahezu alles. An der Spitze stehen Komponenten, dahinter folgen ganze Maschinen oder auch Ersatzteile. Betroffen sind vor allem Hersteller von Textil- und Kunststoffmaschinen, Kompressoren sowie Druck- und Papiertechnik. Mit einer neuen Lösung zum Plagiat- und Manipulationsschutz für Baugruppen wollen Forscher vom Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK in Berlin dem Ideenklau einen Riegel vorschieben. Das System funktioniert auch unter extremen Einsatzbedingungen. So lassen sich Komponenten von Pumpen und Kompressoren für Erdgas sichern, die praktisch schutzlos in Eis und Schnee, Wüsten oder den Tropen betrieben werden.

Bei dem Plagiatschutz handelt es sich um eine neu entwickelte Plombe, die in ausgehärtetem Lack eingebettetes Kennzeichnungspulver enthält. Dieses Pulver beweist die Originalität des Bauteils. Die Originalkomponenten werden nach dem Einbau mit der gefüllten Plombe versiegelt. Sie lässt sich mit einem geeigneten Werkzeug in das Bauteil einschlagen – auch vor Ort beim Betreiber der Anlage. Im Servicefall prüft der Servicetechniker zunächst die Unversehrtheit und Originalität der Plombe mit einem Handgerät. Erst durch ihr Zerstören gelangt er an die geschützten Baugruppen, führt die erforderlichen Arbeiten durch und versiegelt die Komponenten abschließend erneut durch Einschlagen einer neuen Plombe.

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK | Pascalstraße 8-9 | 10587 Berlin | www.ipk.fraunhofer.de

Kontakt: Dr. Roberto Feitscher | Telefon +49 30 39006-130 | roberto.feitscher@ipk.fraunhofer.de

Presse: Steffen Pospischil | Telefon +49 30 39006-140 | steffen.pospischil@ipk.fraunhofer.de

Röntgenblick für Gebäudewände

Erwirbt man ein älteres Haus, dann kauft man – was elektrische Leitungen und Wasserrohre angeht – oft die Katze im Sack. Wann wurden die Leitungen und Rohre überprüft? Welche Reparaturen sind bereits durchgeführt worden? Hier ist man meist auf den guten Willen und das Erinnerungsvermögen des Vorbesitzers angewiesen. Auch bei der Frage, wo die Leitungen verlaufen, stochert man oft im Dunkeln. Künftig soll eine App dafür sorgen, dass solche Daten und Informationen nicht verloren gehen – und Modernisierungen, Wartungen und Reparaturen über den gesamten Lebenszyklus eines Hauses dokumentieren. Entwickelt haben das Programm mit dem Röntgenblick Forscher am Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD in Darmstadt, gemeinsam mit ihren französischen Kollegen des Centre Scientifique et Technique du Bâtiment CSTB.

FORSCHUNG KOMPAKT

07 | 2013 || Kurzmeldungen

Um etwa herauszufinden, wo Leitungen verlaufen, muss der Käufer nur sein Smartphone zücken, die integrierte Kamera einschalten und auf die jeweilige Wand richten. Das Smartphone zeigt ihm dann über Augmented Reality die Verläufe der Leitungen an – die App blendet die gewünschten Informationen über das aufgenommene Kamerabild ein. Auch bei der Konstruktion neuer Häuser ist die Technologie hilfreich. Dokumentieren die Architekten mit ihrer Hilfe die dreidimensionalen CAD-Daten eines neuen Hauses, so können sie später bei ähnlichen Projekten darauf zurückgreifen und sehen, wo nachträglich Änderungen nötig waren. Die Software ist nahezu fertig, Kunden aus dem Bereich des Facility Managements testen sie momentan. Anschließend soll die NewMedia Yuppies GmbH die App zum Produkt weiterentwickeln.

Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD | Fraunhoferstr. 5 | 64283 Darmstadt | www.igd.fraunhofer.de

Kontakt: Holger Graf | Telefon +49 6151 155-471 | holger.graf@igd.fraunhofer.de

Presse: Dr. Konrad Baier | Telefon +49 6151 155-146 | konrad.baier@igd.fraunhofer.de

Maritimes Erdgas fördern und CO₂ einlagern

Das Dilemma ist bekannt: Während der globale Energiehunger stetig steigt, gehen uns langsam die Energiequellen aus. Mit immer mehr Wind- und Solarkraftanlagen soll dieser Entwicklung entgegengesteuert werden. Oder wir suchen nach bisher ungenutzten Quellen. Gashydrate gehören beispielsweise dazu. Die eisähnlichen Einschlussverbindungen aus Gas und Wasser sind vor allem im Meeresboden zu finden. Schätzungen gehen davon aus, dass die in ihnen gespeicherte Kohlenstoffmenge größer ist als die in konventionellen Lagerstätten mit Erdgas, Erdöl und Kohle. Maritime Gashydrate könnten nicht nur Erdgas in Form von Methan liefern, sondern gleichzeitig als CO₂-Lagerstätte genutzt werden. Das künstlich eingebrachte Treibhausgas CO₂ kann sich unter günstigen Voraussetzungen in eine feste Hydratstruktur umwandeln und so stabil unter undurchlässigen Sedimentschichten lagern.

Wissenschaftler haben bereits experimentell nachgewiesen, dass der Austausch beider Gase in den maritimen Sedimenten möglich, jedoch sehr zeitaufwändig ist. Forscher am Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen suchen sowohl im Labor als auch am Simulationsrechner nach Wegen, diesen Prozess zu beschleunigen. Ihr mathematisches Simulationsmodell berücksichtigt wichtige Größen wie Temperatur, Druck und Verteilung der beteiligten Stoffe. Gleichzeitig kann es die Förderrate abhängig von der Lagerstätte und der Fördermethode ermitteln.

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT | Osterfelder Straße 3 | 46047 Oberhausen | www.umsicht.fraunhofer.de

Kontakt: Dipl.-Ing. Georg Janicki | Telefon +49 208 8598-1420 | georg.janicki@umsicht.fraunhofer.de

Presse: Iris Kumpmann | Telefon +49 208 8598-1200 | iris.kumpmann@umsicht.fraunhofer.de
