

## **FORSCHUNG KOMPAKT**

08 | 2014 ||

### **1 Elektroautos effizient induktiv laden**

Unsere Zahnbürsten und Mobiltelefone laden sich mittlerweile berührungslos auf. Bald könnten Elektroautos folgen. Forscher haben eine besonders effiziente und kostengünstige Technologie dafür entwickelt.

### **2 Angenehmes Raumklima durch poröse Gläser**

Die richtige Luftfeuchtigkeit und Temperatur beeinflussen das Wohnklima entscheidend. Künftig schaffen in Putze eingearbeitete poröse Gläser ein Wohlfühlklima in Räumen. Sie regulieren die Feuchtigkeit besonders gut und beugen Schimmel vor.

### **3 Simulationsmodelle optimieren Wasserkraft**

Das Columbia River-Delta im Nordwesten der USA bietet großes Potenzial für die Wasserkraft. Über 20 000 Megawatt produzieren die Kraftwerke dort. Ein Simulationsmodell soll helfen, den Betrieb des weiträumigen Staufensystems zu optimieren.

### **4 Sensoren für mehr Sicherheit im Schienenverkehr**

Schäden an Schienenfahrzeugen erkennen, bevor es zu spät ist, und Züge erst dann warten, wenn es wirklich nötig wird: Das soll dank neuartiger Mensch-Maschine-Kommunikation über ein cloud-gestütztes drahtloses Sensornetzwerk möglich werden.

### **5 Präsentationen gemeinsam erstellen**

Heute baut jeder Redner für Vorträge eigene Präsentationen. Mit einer neuen Internet-Plattform nach Wikipedia-Vorbild können Slide-Shows jetzt gemeinsam mit anderen entworfen, geteilt und übersetzt werden. Das spart Zeit und hilft, Wissen zu verbreiten.

### **6 Nieten im Crashtest**

Nieten müssen die Karosserie eines Autos zuverlässig zusammenhalten – auch im Falle eines Crashes. Wie viel Belastung sie aushalten, ließ sich bisher nur ungenau vorhersagen. Ein weiterentwickeltes Modell liefert nun realistische Prognosen.

### **7 Maßgeschneiderte Oberflächeninspektion**

Die Qualitätskontrolle von Bauteiloberflächen ist eine komplexe Angelegenheit. Forscher haben ein hochpräzises, modulares Inspektionssystem entwickelt, das sich kundenspezifisch anpassen und in den Produktionsprozess integrieren lässt.

### **8 Kurzmeldungen**

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 67 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Rund 23 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von zwei Milliarden Euro. Davon erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft 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](mailto:presse@zv.fraunhofer.de) | Redaktion: Beate Koch, Britta Widmann, Tina Möbius, Tim Schröder, Tobias Steinhäuber | Abdruck honorarfrei, Belegexemplar erbeten. Alle Pressepublikationen und Newsletter im Internet auf: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse). FORSCHUNG KOMPAKT erscheint in einer englischen Ausgabe als RESEARCH NEWS.

## Elektroautos effizient induktiv laden

FORSCHUNG KOMPAKT

08 | 2014 || Thema 1

Kabel verschwinden immer mehr aus unserem Alltag. Telefone, Computermäuse oder Kopfhörer haben sie bereits verloren. Auch elektrische Zahnbürsten und Mobiltelefone kommen mittlerweile ohne sie aus. Informationen werden per Funk oder die nötige Energie via elektromagnetische Induktion übertragen. Forscher arbeiten daran, dass bald auch Elektroautos kabellos mit Strom aufgeladen werden. »Vor allem im Winter oder bei Regen nervt das Kabel. Schnee, Matsch und Wasser – was an den Kabeln klebt, klebt auch an den Händen«, sagt Dr. Bernd Eckardt, Abteilungsleiter Fahrzeugelektronik am Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB in Erlangen. Als E-Autofahrer spricht er aus eigener Erfahrung. Wesentlich komfortabler wäre es, die Stromer berührungslos über die Luft aufzuladen. Elektromagnetische Induktion heißt das physikalische Prinzip, das dahinter steckt. Dabei überträgt ein Magnetfeld Strom über die Luft. »Jede stromdurchflossene Leitung erzeugt ein Magnetfeld. Dass dieses selbst Strom erzeugt, hat der englische Physiker Michael Faraday im 19. Jahrhundert nachgewiesen. Stimmt die Ausrichtung zweier Leitungen im Magnetfeld überein, kann über die Luft Energie übertragen werden. Das funktioniert im Prinzip wie ein durchgeschnittener Transformator«, erklärt Eckardt. Bekannte Beispiele für diese Energieübertragung sind induktive Ladestationen für elektrische Zahnbürsten oder Smartphones sowie induktive Kochplatten.

Industrie und Wissenschaft arbeiten seit einigen Jahren daran, die Induktion auch für das Laden von Elektrofahrzeugen zu nutzen. Der bisherige Ansatz: Induktionsspulen auf der Fahrzeugunterseite und Ladestationen im Erdboden. Die Herausforderungen sind groß: Wegen des großen Abstands von bis zu 15 Zentimetern zwischen Fahrzeug und Boden müssen die Spulen leistungsstark, das heißt groß, sein. Das treibt die Kosten nach oben. Außerdem besteht die Gefahr, dass Gegenstände oder Tiere die Stromübertragung stören. Katzen zum Beispiel empfinden die leicht erwärmte Ladefläche am Boden als angenehm. Besonders problematisch: Metallische Papiere, wie zum Beispiel Kaugummi- oder Zigarettenverpackungen, können unter das Auto und auf die Induktionsfläche geweht werden und sich so stark erwärmen, dass sie sich entzünden.

### Induktionsspule vorne statt unten

Die Erlanger Forscher verfolgen deshalb einen alternativen Ansatz: Im Projekt »Energie Campus Nürnberg« haben sie innerhalb eines Jahres ein System entwickelt, bei dem das Elektrofahrzeug von der Vorderseite aus geladen wird (<http://www.encn.de>). Da das Auto näher an die Induktionsquelle fahren kann – sie im Prinzip berührt – sind die Durchmesser der Spulen wesentlich kleiner als bei der Bodenvariante: 10 statt 80 Zentimeter. Das System ist effizienter, kostengünstiger und es ist weniger wahrscheinlich, dass Hindernisse den Energiefluss stören. Die etwa hüfthohe Ladesäule ist aus Kunststoff und gibt nach hinten nach, wenn sie vom Fahrzeug berührt wird. Wenn der Druck zu stark wird, klappt sie nach unten weg. »Das Auto kann quasi darüber hin-

wegfahren. Schäden an der Karosserie entstehen bei der Berührung nicht«, so Eckardt. Mehrere Spulen – vertikal überlappend in der Säule und horizontal überlappend hinter dem Nummernschild des Fahrzeugs – lassen den Strom auch dann fließen, wenn die Säule nicht exakt von vorne und mittig angefahren wird – egal wie groß oder hoch das Auto ist.

Die Entwickler am IISB arbeiten seit etwa zwölf Jahren an dem Thema Leistungselektronik für E-Fahrzeuge und seit zwei Jahren am induktiven Laden. In dieser Zeit bauten die Forscher ein umfangreiches Know-how bei der Leistungselektronik, der Feldsimulation und der Stromverteilung der elektromagnetischen Induktion auf. Um den Wechselwiderstand möglichst gering zu halten, konzipierten sie beispielsweise die Spulen so, dass diese selbst aus mehreren dünnen, voneinander isolierten, Spulen bestehen. Das Design der Drahtrollen ist wichtig, denn sie sind es, die Richtung und Stärke des Magnetfelds bestimmen. »Wir haben die Leistung im vergangenen Jahr kontinuierlich hochgeschraubt, so dass unser Prototyp aktuell drei Kilowatt (KW) mit einem Wirkungsgrad von 95 Prozent überträgt. Aktuelle Elektroauto-Modelle sind innerhalb einer Nacht aufgeladen«, sagt Eckardt. Ziel der Forscher ist es nun, die Leistungsstärke der Spulen weiter zu erhöhen – insbesondere, um den Entwicklungen in der Batterietechnologie gerecht zu werden – und den Preis für die Ladestation weiter zu senken. »Ladesäulen werden heute mit dem Auto verkauft. Nur wenn der Preis stimmt, wird aus der Technologie ein Massenprodukt«, so Eckardt.



**Elektroautos berührungslos via Induktion aufzuladen ist noch Zukunftsmusik. Das Laden von der Vorderseite: Ein neuer Ansatz, der effizient und kostengünstig ist. (© Fraunhofer IISB) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**

## Angenehmes Raumklima durch poröse Gläser

FORSCHUNG KOMPAKT

08 | 2014 || Thema 2

Kaum etwas beunruhigt Mieter und Eigentümer so sehr wie Schimmel an den Wänden. Die schwarzen Flecken sehen nicht nur hässlich aus, sondern gefährden die Gesundheit. Vor allem durch verschärfte Dämmstandards kann es zu hoher Feuchtigkeit in Wohnräumen kommen – der Hauptursache für Schimmel. Denn mit der 2002 in Kraft getretenen Energieeinsparverordnung hat die Bundesregierung festgelegt, dass Außenbauteile von Neubauten und sanierten Altbauten luftdicht ausgeführt werden müssen, damit möglichst keine Wärme entweicht. Die Kehrseite der Medaille: Die Feuchtigkeit bleibt in den Zimmern gefangen. »Feuchteregulierende Baustoffe gewinnen daher immer mehr an Bedeutung«, sagt Ferdinand Somorowsky, Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Silicatiforschung ISC in Würzburg.

### Besonders schnelle Wasseraufnahme

Der Forscher und sein Team entwickeln gemeinsam mit der Universität Bayreuth und der Firma Keimfarben GmbH Zusätze für Farben und Putze, die ausgleichend auf das Raumklima, vor allem auf die Raumfeuchte wirken. Als Additive verwenden die Projektpartner künstlich hergestellte poröse Gläser, deren Porengröße, -volumen und Partikelform sich gezielt beeinflussen lassen – ein Vorteil dieser anorganischen Materialien gegenüber natürlichen Werkstoffen. Die Glaspartikel, die insbesondere in der Form von Flakes untersucht wurden, nehmen Wasser aus der Raumluft besonders schnell auf, speichern es und geben es langsam wieder ab. »Wasser ist als unsichtbarer Dampf ein Bestandteil der Luft. Damit das Raumklima angenehm ist und bleibt, muss das Wasser, das wir beim Duschen, Kochen und Schwitzen zusätzlich an die Raumluft abgeben, irgendwie auch wieder abgeführt werden. Wände und Decken bieten große Flächen, die für das Feuchtemanagement genutzt werden können. Wenn wir die Glaspartikel in Gipse, Putze und Farben für Innenwände einbringen, können sie täglich und jahreszeitlich bedingte Feuchteschwankungen abpuffern. Die Wohnung ist dann einfach behaglicher. 95 bis 98 Prozent der bislang erhältlichen Putze haben keine Zusätze«, erläutert Somorowsky.

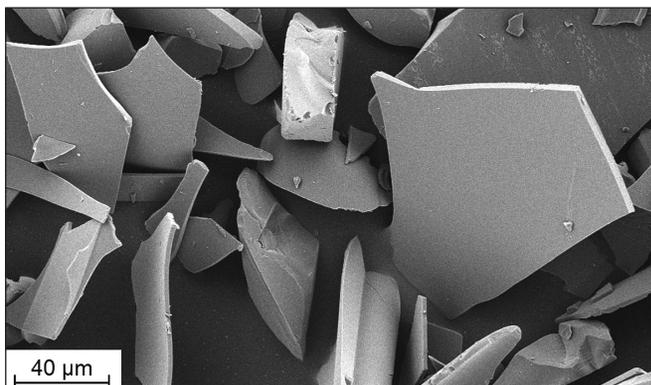
Die Glaspartikel basieren auf Vycor-Glas®. Bei diesem Glas können sich durch eine geeignete Herstellung Poren bilden, die man durch Anpassen der Prozessparameter gezielt einstellen kann. Im Gegensatz zu anderen Materialien mit Sorptionseigenschaften wie Zeolithe oder Keramiken lassen sich runde Partikel, Fasern und Flakes produzieren. Möglich sind Füllstoffe mit Porengrößen zwischen wenigen Nano- bis zu mehreren Mikrometern. »Da sich die Porosität und die Größe der Poren exakt einstellen lässt, kann man die Feuchtigkeit effektiv regulieren. Indem wir die Porengröße minimal verändern, passen wir das Material für unterschiedliche Temperaturen und verschiedene Anwendungen wie Wohn-, Feucht – oder Kellerräume an«, sagt der Forscher.

Die ungiftigen und nicht brennbaren porösen Gläser sind preisgünstig und konnten schon in Vorversuchen in großen Mengen von mehreren 100 Kilogramm hergestellt werden.

In Praxistests haben die Wissenschaftler nachgewiesen, dass Putze mit eingearbeiteten Glasflakes im Vergleich zu Zeolithen und Holzfaserplatten, die ebenfalls zur Feuchteregulierung verwendet werden, deutlich mehr Feuchtigkeit aufnehmen und diese auch wieder vollständig abgeben können. Die Tests wurden bei konstanter Temperatur und einer Luftfeuchtigkeit durchgeführt, die einem normalen Innenraumklima nachempfunden wurde. Auch in weiteren Untersuchungen mit Referenzputzen erwies sich das anorganische Material als überlegen. Bei steigender Luftfeuchtigkeit war die Massenzunahme und damit die Wasseraufnahme bei dem mit Glasflakes versetzten Putz deutlich höher als bei den Vergleichsmaterialien. »In einem 30 m<sup>3</sup>-Raum stehen über Decke und Wände etwa 40 m<sup>2</sup> Fläche für einen feuchteregulierenden Putz zur Verfügung. Um die Luftfeuchtigkeit von 72 auf 47 Prozent Luftfeuchte zu reduzieren, müssten rund 180 Milliliter Wasser aufgenommen werden können. Tatsächlich kann unser Putz mit Glasflakes mehr als einen halben Liter Wasser adsorbieren«, so Somorowsky. Auch ließen sich Schimmelpilz hemmende Substanzen in den Putz einbringen.

Ein weiterer positiver Effekt der porösen Glasflakes: Sie beeinflussen die Energiebilanz eines Gebäudes. Wird bei hoher Luftfeuchte Wasser an der Glasoberfläche angereichert, macht die dabei freiwerdende Energie die Raumluft trockener und wärmer. Bei geringer Luftfeuchte und Desorption wird die Raumluft abgekühlt und feuchter. Diese Vorgänge laufen sowohl im Winter als auch im Sommer ab, so dass man primäre Energie zum Heizen oder Kühlen einsparen kann. Vor allem beim Heizungsbetrieb verbessern gleichmäßig in der Putzschicht verteilte Glasflakes das Raumklima.

Derzeit prüfen die Projektpartner wie sich die glasbasierten Werkstoffe unter zusätzlichen Farbschichten und Tapeten verhalten. Sie gehen davon aus, dass es noch etwa zwei Jahre dauern wird, bis die umweltfreundlichen, feuchteregulierenden Putze in den Fachhandel kommen.



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme (REM) von Glasflakes. (© Fraunhofer ISC / F. Somorowsky) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)

## Simulationsmodelle optimieren Wasserkraft

FORSCHUNG KOMPAKT

08 | 2014 || Thema 3

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB entwickeln an ihrem Standort in Ilmenau Informationstechnologien, um Wasserkraftsysteme effizienter zu machen. Am Institutsteil Angewandte Systemtechnik AST erstellen sie Simulations- und Optimierungsmodelle, die sowohl externe Faktoren, wie Wetterdaten, Pegelstände und Marktpreise, als auch die Infrastruktur der Systeme zusammenführen und daraus Pläne für die zu betreibenden Anlagen errechnen. Hierzu gehören beispielsweise das Öffnen und Schließen der Schleusentore, die Regulierung der Pegel in den Stauseen und der Betrieb der Wasserturbinen. Die Betreiber können dadurch die Stromerzeugung ihrer Wasserkraftwerke an die aktuellen energiewirtschaftlichen Gegebenheiten anpassen und die erzeugte elektrische Energie mit höchstmöglichem Erlös vermarkten.

### 22 000 Megawatt im Delta des Columbia Rivers

Nach Projekten in Deutschland und China setzen die Ilmenauer ihr Fachwissen in Kooperation mit dem niederländisch-amerikanischen Unternehmen Deltares für einen der weltweit größten Wasserkraftbetreiber ein. Die Bonneville Power Administration (BPA) betreibt im Delta des Columbia Rivers im Nordwesten der USA ein komplexes, weiträumiges Staustufensystem, dessen Kraftwerke zusammen etwa 22 000 Megawatt (MW) Strom erzeugen. Das ist mehr als das Fünffache der in Deutschland verfügbaren Menge: Heute produzieren hierzulande rund 7500 Wasserkraftwerke an Flüssen und Seen eine Leistung von 4300 MW. Im Einzugsgebiet der BPA, zu dem die US-Bundesstaaten Idaho, Oregon, Washington, Montana, Kalifornien, Nevada, Utah und Wyoming gehören, leben über 12 Millionen Menschen. Zusammen mit Deltares entwickelten die Forscher im Projekt »HyPROM« ein funktionierendes Simulations- und Optimierungsmodell, das anhand vorgegebener Parameter den optimalen Betrieb des BPA-Staustufensystems gewährleistet.

»Es gibt sehr unterschiedliche Parameter, die das Erzeugen von Strom in Wasserkraftwerken beeinflussen: Niederschlagsstärke, Menge und Geschwindigkeit des Wassers sowie allgemeine Klimafaktoren gehören beispielsweise dazu. Gleichzeitig müssen Gesetze zum Fisch- und Hochwasserschutz oder Umweltvorgaben eingehalten werden«, so Dr. Divas Karimanzira, aus dem Projektteam am IOSB. »Nur wer alle Variablen im Blick hat, kann sein Wasserkraftwerk optimal betreiben. Bei »HyPROM« kommt als zusätzliche Herausforderung die Komplexität des weiträumig verzweigten Staustufensystems im Delta des Columbia Rivers dazu: Es umfasst zwei verschiedene Flüsse mit durchschnittlich 7500 Kubikmetern Wasser pro Sekunde, zehn Kraftwerke, zehn Stauseen und einen Höhenunterschied von insgesamt 350 Metern.«

Aktuell arbeiten die Wissenschaftler daran, die Simulations- und Optimierungsmodelle um energiewirtschaftliche Aspekte zu erweitern. Sie berücksichtigen dabei die fluktuie-

rende Verfügbarkeit von Wind- und Sonnenenergie ebenso wie sich stochastisch verändernde Marktpreise. »Wir sind dann in der Lage, noch mehr Informationen in die Berechnungen einfließen zu lassen. So entsteht ein Szenario, das der Realität sehr nahe kommt«, erklärt Karimanzira.

Die Projektpartner planen, die neu entwickelte Technologie in ein System zu integrieren, das den zuständigen Mitarbeitern hilft, die richtigen Entscheidungen beim Betrieb der Anlagen zu fällen. Ziel ist es, zukünftig die gesamte Kontroll- und Steuerungsanlage von BPA innerhalb einer Stunde an sich ändernde Rahmenbedingungen anzupassen. Damit wird es auch möglich sein, die Wasserkraft nur dann zu verkaufen, wenn der Preis stimmt. Andernfalls werden freie Speicher befüllt und zu einem späteren Zeitpunkt – wenn es wirtschaftlicher oder technisch notwendig ist – entleert. »Der Preis ist ein wichtiger Aspekt, gerade für Betreiber, die nicht nur Wasserkraft als schwankende Energiequelle verkaufen, sondern auch Sonnenenergie und Windkraft«, sagt Karimanzira.



22 000 MW Leistung produzieren die Wasserkraftwerke im Delta des Columbia Rivers im Nordwesten der USA. Im Bild: Eine Staumauer des weitverzweigten Staufstufensystems. (© Fraunhofer IOSB / Steffi Naumann) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)

## Sensoren für mehr Sicherheit im Schienenverkehr

FORSCHUNG KOMPAKT

08 | 2014 || Thema 4

Defekte Radreifen eines Zugs können dramatische Folgen haben. Deshalb setzt die Deutsche Bahn auf eine engmaschige Kontrolle der ICE-Radsätze. Das ist sehr zeit- und kostenaufwändig. Forscher des Berliner Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM entwickeln zusammen mit Industriepartnern eine Lösung, durch die hohe Sicherheit bei weniger Aufwand gewährleistet werden kann. »Wir wollen sehr früh Schäden aufspüren und weg von der intervallbasierten Wartung hin zur zustandsbasierten Instandsetzung«, erklärt Dr. Michael Niedermayer, der am IZM die Arbeitsgruppe Technologieorientierte Designmethoden leitet. Er koordiniert das Projekt »Mobile Sensorsysteme für zustandsbasierte Instandhaltung«, kurz: MoSe.

### Lückenlose Kontrolle

Dahinter verbirgt sich ein cloud-gestütztes drahtloses Sensornetzwerk: Alle Achsen und Fahrgestelle eines Zugs sind dazu mit kleinen Funksensoren bestückt. Diese erfassen die für den Zustand der Verschleißteile relevanten Daten und leiten sie weiter in die »Wartungswolke«, die Maintenance-Cloud im Internet. Dort werden die Mess- und Analysedaten verschlüsselt für die Nutzer abgelegt. Sogar feinste Risse einer Kugel in einem Lager sollen so erkannt werden. Niedermayer beschreibt das System: »Die Sensorknoten können kleinste Schwingungsänderungen erfassen. Wir nennen das Tiefendiagnose.« Das ermöglicht eine Reparatur, bevor es scheppert und sich ein Schaden auswächst.

»Das Besondere an dem Ansatz ist, dass er eine lückenlose Kontrolle während der Fahrt erlaubt und Züge nicht ins Depot müssen – wobei eine Sichtprüfung auch nicht zu hundert Prozent zuverlässig ist«, sagt Manfred Deutzer vom Projektpartner Deutzer Technische Kohle GmbH. Zwar gibt es auch drahtgebundene Sensoren, mit denen Fahrwerke von Schienenfahrzeugen auf Verschleiß überprüft werden, doch diese erreichen nicht die hohe Diagnosequalität, die die MoSe-Entwickler anstreben.

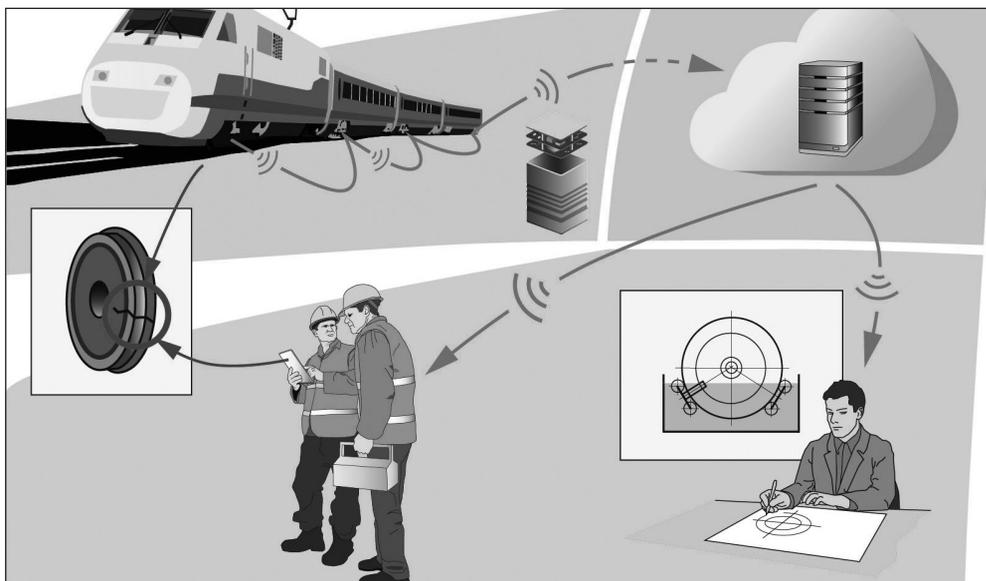
Mit dem neuen Verfahren sind exakte Angaben etwa darüber möglich, ob ein Achslager in drei Monaten ausgetauscht werden muss – und nicht auf Verdacht deutlich eher. Wenig wirtschaftlich ist auch die bislang übliche Wartung von Rädern, die nach starren Intervallen abgedreht werden, um Flachstellen zu beseitigen, die auch Schienen verschleifen lassen. »Dies ist dreimal möglich, dann wandern die Räder auf den Schrott«, berichtet Deutzer. »Sinnvoller und kostensparender wäre es, nur schlecht laufende Räder zu schleifen. Doch für Flachstellen gibt es bisher noch keine gute Analyseanwendung.« Die soll MoSe liefern.

Mehr noch: »Wir möchten nicht nur die Diagnostik verbessern, sondern vor allem die erfassten Daten möglichst detailliert und passgenau aufbereiten«, sagt Niedermayer. So soll der Zugführer die für ihn wichtigen Informationen, etwa über einen kritischen

Radschaden, erhalten. Der Diagnosetechniker kann anhand detaillierter Messdaten beurteilen, wie schnell etwa ein Getriebeschaden voranschreitet. Der Entwickler verbessert das technische Design der nächsten Produktgeneration mit Hilfe von statistisch aufbereiteten Messwerten zum Verschleiß aller Teile. Alle Beteiligten bekommen die Daten so geliefert, dass sie gleich damit arbeiten können. Dafür werden intelligente Diagnose-Algorithmen entwickelt. »Ein weiterer Vorteil ist, dass sich die drahtlosen Sensoren leicht nachrüsten lassen«, ergänzt Mikrosystemtechniker Niedermayer.

Neu ist auch, dass sich das System an die unterschiedliche Drehzahl des untersuchten Materials, etwa der Räder von Zügen, anpassen und so äußerst präzise Daten in jedem Betriebszustand liefern kann. Bislang sind Sensoren nur auf die konstante Drehzahl ausgelegt. Das ist zwar einfacher handhabbar, aber die Diagnosequalität leidet. Möglich wird das durch Analyse-Algorithmen. Allerdings ist deren Entwicklung eine Gratwanderung: »Sie dürfen nicht zu viel Rechenpower und damit Energie für sich beanspruchen, weil das System batterieelos funktionieren soll«, erklärt der Forscher. MoSe setzt auf Energy Harvesting, nutzt also Energie aus Vibrationen oder Wärme, die beim Rotieren der Teile entsteht.

In den kommenden beiden Jahren wird ein Prototyp entwickelt, der sich in einer Straßenbahn der Verkehrsbetriebe Brandenburg an der Havel bewähren soll. Danach könnte das System S-Bahnen und Fernzüge überwachen.



**Cloud-gestütztes Sensornetzwerk zur zustandsbasierten Instandhaltung von Schienenfahrzeugen.**  
(© Fraunhofer IZM) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)

## Präsentationen gemeinsam erstellen

FORSCHUNG KOMPAKT

08 | 2014 || Thema 5

Wer sein Wissen weitergeben will, wirft es heutzutage als Präsentation per Beamer an die Wand. In Unternehmen stellen Mitarbeiter so ihren Kollegen die neusten Geschäftszahlen vor, an Hochschulen gestalten Dozenten damit ihre Vorlesungen. Wer Präsentationen vorbereitet, weiß, wie viel Zeit das kostet. Bis Gedanken in kurze Worte gefasst und Grafiken ansprechend bearbeitet sind, vergehen oft Tage. Das Problem: Jeder Redner baut sich seine eigene Version, obwohl es zu vielen Themen bereits gute Folien gibt. Das ist eine enorme Zeitverschwendung.

### Internet-Plattform SlideWiki

Um wertvolle Zeit zu sparen, entwickelten Forscher vom Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS in Sankt Augustin gemeinsam mit den Universitäten Bonn und Leipzig eine offene Internet-Plattform, auf der Interessierte Präsentationen gemeinsam erstellen und übersetzen können. »Die Herausforderung war dabei insbesondere, eine Software für das synchrone Arbeiten mit Präsentationsfolien zu schreiben. Diese sind komplexer als reiner Text. Die Folien können Texte und Bilder enthalten. Ihre Reihenfolge kann sich ändern«, sagt Projektleiter Prof. Dr. Sören Auer von der Abteilung Organized Knowledge am IAIS. In Anlehnung an die Online-Enzyklopädie Wikipedia nennen die Entwickler ihre Plattform SlideWiki, denn das Funktionsprinzip ist sehr ähnlich. In Wikipedia arbeiten viele Hundert Menschen gemeinsam daran, die Einträge des Nachschlagewerks zu gestalten. So entsteht im Laufe der Zeit ein großer Wissensschatz. In SlideWiki findet dasselbe mit Präsentationen statt. Jeder registrierte Nutzer kann eigene Vorträge in die Plattform einstellen oder die anderer Mitglieder verändern und ergänzen. »So muss nicht jeder Redner permanent das Rad neu erfinden«, so Auer.

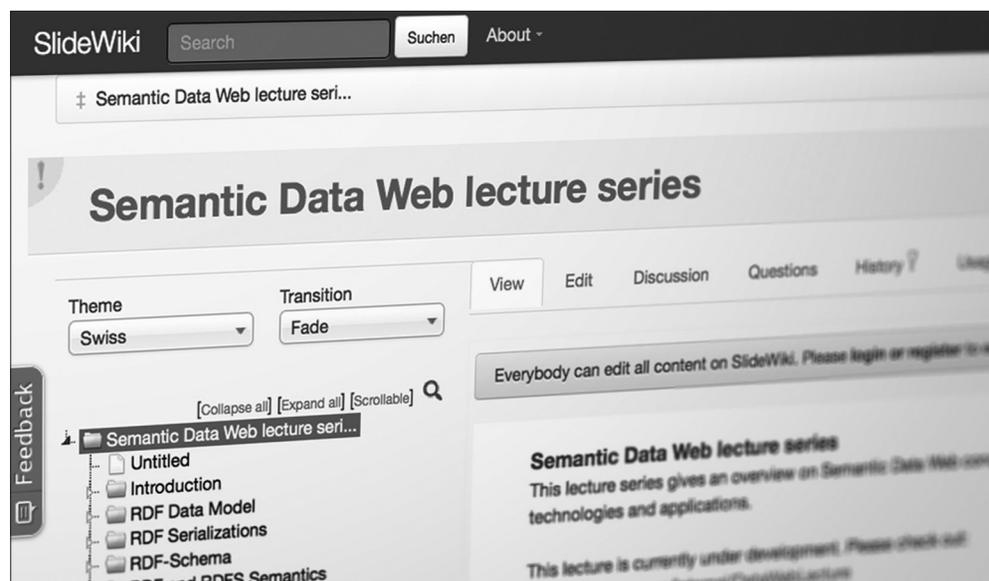
Auer ist zugleich Professor an der Universität Bonn und arbeitet dort unter anderem an dem Thema »Open Education«, also der Entwicklung von Bildungsplattformen im Internet, die für jeden Menschen zugänglich sind. Anders als im Deutschen oder Englischen gebe es in manchen Sprachen zu vielen Themen bislang kaum öffentlich zugängliche Informationen, sagt er. Hier könne die Plattform künftig helfen, indem die Experten ihre Präsentationen anderen Menschen in verschiedenen Sprachen zugänglich machen. Mehr noch: In vielen Regionen besuchen heute nur wenige Menschen Schulen oder Hochschulen. Mit SlideWiki aber könnten sich künftig auch alle anderen, die über einen Internetanschluss verfügen, das Wissen aneignen.

Auch aktuell gibt es im Internet bereits Websites, von denen Interessierte Präsentationen zu verschiedenen Themen herunterladen können. Doch häufig sind die Vorträge veraltet und können nicht einfach aktualisiert werden. Zudem stammen sie meist nur von einem Autor. In SlideWiki hingegen tragen permanent viele Experten dazu bei, die Präsentationen auf dem neusten Stand zu halten. Zudem werden hier keine Urheber-

rechte verletzt. Da die Inhalte auf dieser offenen Plattform frei verfügbar sind, dürfen die Nutzer sie bedenkenlos verwenden. Auf SlideWiki können Anwender darüber hinaus nach Belieben neue Präsentationen zusammenstellen, mit eigenen Folien ergänzen und neu abspeichern. Eine Besonderheit ist die »Frage-Funktion«, mit der Dozenten Fragen an einzelne Folien anhängen können. Studierenden ist es damit möglich, ihr Wissen selbst zu überprüfen.

SlideWiki ist mit einer Übersetzungsfunktion verknüpft, die die Präsentation auf Knopfdruck in eine andere Sprache überträgt. Zwar sei dann noch eine Nachbearbeitung nötig, weil das Programm nicht alle Begriffe exakt wandelt, räumt Auer ein. Dennoch sei das deutlich zeitsparender, als Folie für Folie von Hand zu übersetzen.

Mehr als 3000 Präsentationen gibt es derzeit auf SlideWiki, und mit jedem neuen Nutzer kommen weitere hinzu. Für ihren innovativen Ansatz, Wissen in Präsentationsform öffentlich zugänglich und editierbar zu machen, wurden Auer und sein Team bereits ausgezeichnet. Im April dieses Jahres erhielten sie den Creative Innovation Award des Open Education Consortiums, einer weltweiten Vereinigung, die sich für den freien Zugang zu Wissen stark macht.



Auf der Internet-Plattform SlideWiki können Nutzer nach dem Vorbild von Wikipedia Präsentationen gemeinsam erarbeiten, optimieren oder übersetzen. Derzeit dominieren Präsentationen aus dem Bereich Informatik. Das Portal steht Nutzern aus allen wissenschaftlichen Disziplinen und aus der Industrie offen. | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)

#### Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS

Schloß Birlinghoven 1 | 53757 Sankt Augustin | [www.iais.fraunhofer.de](http://www.iais.fraunhofer.de)

**Kontakt:** Prof. Dr. Sören Auer | Telefon +49 2241 14-1915 | [soeren.auer@iais.fraunhofer.de](mailto:soeren.auer@iais.fraunhofer.de)

**Presse:** Katrin Berkler | Telefon +49 2241 14-2252 | [katrin.berkler@iais.fraunhofer.de](mailto:katrin.berkler@iais.fraunhofer.de)

## Nieten im Crashtest

FORSCHUNG KOMPAKT

08 | 2014 || Thema 6

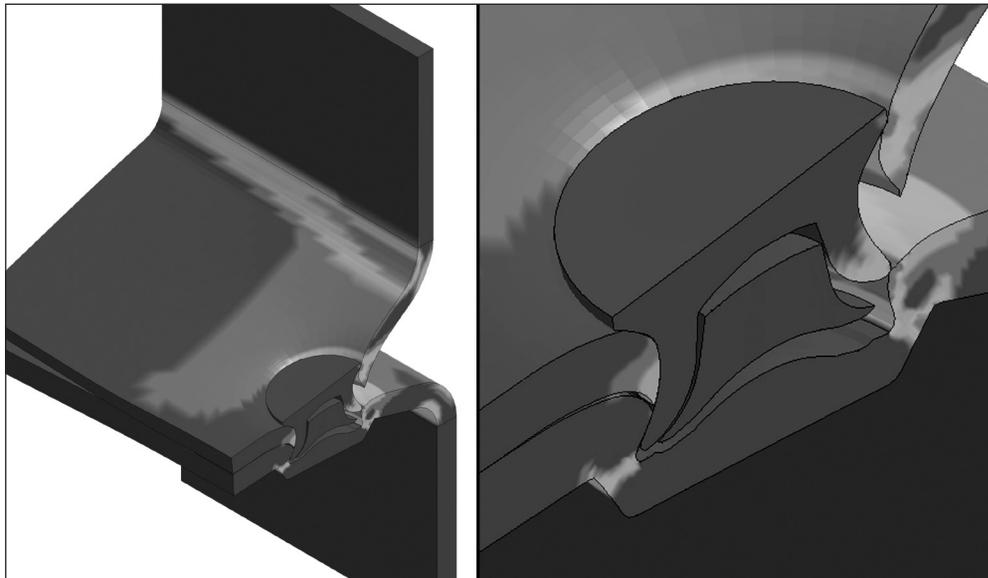
Stahl, Aluminium, Magnesium, faserverstärkte Kunststoffe – Autos bestehen mittlerweile aus zahlreichen Werkstoffen. Diese müssen zuverlässig miteinander verbunden werden. Sprich: Das Verletzungsrisiko für die Insassen darf auch dann nicht steigen, wenn sich die Fügstellen bei einem Crash lösen. Bei reinen Stahlautos nutzten die Hersteller Schweißgeräte. Möchte man aber beispielsweise Stahl und Aluminium oder Stahl und Kunststoff miteinander verbinden, sind die klassischen Schweißverfahren schlichtweg nicht geeignet. Die Autohersteller greifen daher unter anderem zu mechanischen Verbindungen, wie etwa Nieten.

Verbindungen sind oft die Schwachstellen: Bei einem Crash versagen sie üblicherweise als erstes. Und da es im Auto etwa 3000 bis 5000 Fügstellen gibt, möchte man dieses Risiko minimieren. Mit Simulationen überprüfen die Autohersteller, ob die verschiedenen Verbindungsstellen den Belastungen bei einem Unfall standhalten. Doch wie tragfähig sind sie überhaupt? In vielen Fällen sagen die Berechnungen zwar genau voraus, wie sich die einzelnen Fügstellen verhalten. Allerdings nicht für jede Art von Belastung: Werden die gefügten Bauteile gebogen – Experten sprechen dabei von einer Biegebelastung – liegen die Simulationen häufig daneben. Beispielsweise gestehen sie Nieten mehr Tragvermögen zu, als sie im Ernstfall wirklich aufweisen. Diese Unsicherheit möchten die Autohersteller gerne vermeiden.

### Realistische Voraussage durch ein neues Modell

Forscher am Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg beseitigten dieses Manko in den Simulationen – gemeinsam mit ihren Kollegen vom Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik LWF der Universität Paderborn und der Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik GFal in Berlin. »Wir haben ein Modell weiterentwickelt, das das Verhalten von Nieten zuverlässiger voraussagt – sowohl bei langsamen und schnellen Biegebelastungen als auch bei Zug- und Scherbelastungen, die entstehen, wenn sich gefügte Bauteile relativ zueinander verschieben«, erläutert Dr. Silke Sommer, Gruppenleiterin am IWM. Dazu fertigten die Forscher einzelne »Bauteilproben« aus verschiedenen Materialien, verbanden sie über Nieten miteinander und belasteten sie anschließend. Sie haben sie also in verschiedene Richtungen gebogen und mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten daran gezogen und gedrückt. Das Verhalten der Nietstellen liessen sie anschließend in mathematische Gleichungen einfließen. »Diese Gleichungen enthalten verschiedene Parameter, beispielsweise für die unterschiedlichen Materialien und ihre Dicke«, sagt Sommer. Etwa fünfzehn unterschiedliche Werkstoffkombinationen haben die Forscher am IWM und LWF untersucht. Anhand dieser Daten erstellen ihre Kollegen am GFal Prognosen für weitere, ähnliche Material- und Dickenkombinationen.

Möchten Autohersteller nun berechnen, wie sich die Niete im Falle eines Unfalls verhalten, simulieren sie zunächst den Crash an sich. Welche Belastungen treten an welchen Stellen des Autos auf? Sind diese Daten bekannt, können die Ingenieure für jede einzelne Niete voraussagen, ob sie den Belastungen an eben dieser Position standhalten würde. Das Modell ist fertig, die Autobauer könnten es also bereits einsetzen und ihre Autos damit noch ein Stück sicherer machen.



**Versagen einer Stanznietverbindung unter Biegebelastung: Die helleren Bereiche wurden besonders stark verformt. (© Fraunhofer IWM) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**

## Maßgeschneiderte Oberflächeninspektion

FORSCHUNG KOMPAKT

08 | 2014 || Thema 7

Bevor ein Werkstück die Produktionshalle verlässt, wird es genau unter die Lupe genommen: Denn schon kleinste Risse oder Schlagstellen können Zuverlässigkeit und Lebensdauer eines Bauteils beeinträchtigen – gerade bei sicherheitskritischen Anwendungen, etwa in der Automobilindustrie oder der Luft- und Raumfahrt, dürfen daher nur einwandfreie Teile verbaut werden. Aber auch ästhetische Aspekte zählen, beispielsweise bei Deckenplatten oder Bauteilen für den Automobil-Innenraum.

Um ein Werkstück zu prüfen, werden Verfahren zur Bildverarbeitung eingesetzt. Mehrere Kameras machen aus unterschiedlichen Winkeln Aufnahmen von der Bauteiloberfläche, die von einer Software ausgewertet werden. »Jedes Material hat eine ganz eigene Oberflächenstruktur. Um die Qualität zu beurteilen, muss das Prüfverfahren genau auf diese speziellen Eigenschaften abgestimmt sein«, erklärt Markus Rauhut vom Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM. Auch Größe und Form eines Bauteils sowie die gewünschte Auflösung der Aufnahmen spielen eine Rolle. Zwar gibt es bereits eine Reihe von Oberflächeninspektionssystemen am Markt, die jedoch nur für bestimmte Materialien und Größen ausgelegt sind. Das gesamte Spektrum an möglichen Prüfaufgaben lässt sich mit Standardlösungen nicht abdecken. Diese Lücke schließen die Forscher vom ITWM: Mit »MASC – Modular Algorithms for Surface InspeCtion« entwickelten die Kaiserslauterer ein modulares Inspektionssystem, das sich individuell an kundenspezifische Anforderungen anpassen lässt. »Unser System eignet sich für unterschiedlichste Materialien wie Metall, Leder, Textilien oder Papier und umfasst ein Größenspektrum von winzigen Bauteilen für die Medizintechnik bis hin zu ganzen Rinderhäuten oder Deckenplatten«, so Rauhut. MASC-STeX zur Inspektion von Deckenplatten und MASC-Dehnzelle zur Inspektion von Dehnzellen sind bereits im praktischen Einsatz bei der Industrie.

### Basisversion mit mehr als 300 Algorithmen

Zunächst wird die Werkstückoberfläche mit mehreren Kameras aus unterschiedlichen Winkeln ausgeleuchtet und abgerastert. »Das ist wichtig, um auch Schlagstellen oder Risse aufzuspüren, die nur von einer Seite sichtbar sind«, erläutert Rauhut. Bei Freiformflächen werden auf diese Weise auch Regionen erfasst, die durch Krümmungen oder Ecken abgedeckt sind. Je komplexer die Geometrie, desto mehr Kameras benötigt man in der Regel. »Um den Aufwand in Grenzen zu halten, konzentrieren wir uns in der Praxis auf Bereiche, in denen ein Fehler tatsächlich negative Auswirkungen hätte«, so der Forscher. Zur Analyse der Aufnahmen entwickelten die Wissenschaftler mathematische Auswertalgorithmen und bauten daraus eine umfangreiche Softwarebibliothek auf. »Ein Algorithmus ist beispielsweise darauf programmiert, Kanten oder bestimmte Farbpunkte im Bild zu finden«, erklärt Kai Taeubner vom ITWM. Allein die Basisversion der Software umfasst mehr als 300 Algorithmen, die je nach Prüfaufgabe kombiniert werden können.

Eine besondere Herausforderung sind Prüfaufgaben, bei denen eine sehr hohe Auflösung gefragt ist. Keine Oberfläche ist ganz homogen, jede weist kleine Macken oder Schwankungen in der Helligkeit auf. Bei Projekten, die von der Auflösung in den mikroskopischen Bereich gehen, wird es immer schwieriger, Unregelmäßigkeiten in der Oberflächentextur von tatsächlichen Fehlern zu unterscheiden. Die Folge: Einwandfreie Bauteile werden als fehlerhaft aussortiert. »Das ist ein weiterer Vorteil unseres Verfahrens: Wir können die Analyse mithilfe unserer Algorithmen so verfeinern, dass Pseudofehler nahezu ausgeschlossen sind«, so Taeubner.

Sind alle Prüfparameter eingestellt, wird das Verfahren beim Kunden in den Produktionsprozess integriert. Die Kameras werden dazu entweder direkt am Band installiert oder mit Robotern zugeführt. Bei einem Fehlerfund stoppt der Produktionsprozess automatisch, gleichzeitig erhält der Maschinenführer eine Meldung. Die erkannten Fehler werden klassifiziert und das Prüfobjekt in Güteklassen eingeteilt.



**Prototypische Inspektion der Oberfläche einer BLISK (Bladed Integrated Disk) mit zwei Kameras und einer Beleuchtung. (© Fraunhofer ITWM) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**

## Seltene Tumore effektiv behandeln

Hierzulande erkranken etwa 100 000 Menschen jährlich an Tumoren im Magen-Darm-Bereich. Nur zwei Prozent davon erhalten die Diagnose GIST, kurz für Gastrointestinale Stromatumoren. Das Tückische: Diese sehr seltene Krebserkrankung bleibt in frühen Stadien oft unbemerkt, die Bindegewebstumoren entwickeln sich schleichend. Bei der Hälfte der Patienten haben sich bereits Metastasen gebildet, wenn die Erkrankung diagnostiziert wird. Ihre Lebenserwartung liegt meist unter drei Jahren. Bislang wird die Erkrankung mit Tyrosinkinase-Hemmern behandelt, die für die Zelle wichtige Eiweiße auf der Oberfläche blockieren. Doch häufig entwickeln GIST eine Resistenz gegen diese Medikamente.

Im EU-Projekt MITIGATE widmen sich zehn Partner aus Forschung und Industrie der Entwicklung und Validierung eines »closed loop«-Prozesses, um Patienten mit GIST und Metastasen effektiv behandeln zu können. Dieses personalisierte Therapiekonzept umfasst innovative Strategien für die Biopsieentnahme und Zellanalyse. Darüber hinaus werden bildgebende Verfahren und entsprechende Konzepte für eine minimal-invasive Behandlung optimiert und angepasst. Forscher der Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA entwickeln eine flexible Biopsienadel, mit der sich Proben des Gewebes entnehmen lassen. Das endoskopische Instrument verfügt über eine Schnittstelle zu einem Modul für die Zerkleinerung des Gewebes. Die GIST-Zellen werden dann in einem mikrofluidischen System spezifisch isoliert. Anschließend charakterisieren Forscher der Hochschule Mannheim durch Massenspektromie Marker, indem sie die Häufigkeit der Moleküle, die durch ein individuelles Masse-zu-Ladungs-Verhältnis gekennzeichnet sind, ermitteln. Der dabei entstehende »Fingerabdruck« ist für einen bestimmten Zell- oder Gewebetyp charakteristisch. Auf diese Weise sollen sich nicht wirksame Therapien schon vor Behandlungsbeginn ausschließen lassen.

### **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB**

Theodor-Kutzer-Ufer 1-3 | 68167 Mannheim | [pamb.ipa.fraunhofer.de](http://pamb.ipa.fraunhofer.de)

**Kontakt:** Dr. rer. nat. Sabrina Schubert | Telefon +49 621 17207-154 | [sabrina.schubert@ipa.fraunhofer.de](mailto:sabrina.schubert@ipa.fraunhofer.de)

**Presse:** Axel Storz | Telefon +49 621 17207-366 | [axel.storz@ipa.fraunhofer.de](mailto:axel.storz@ipa.fraunhofer.de)

## Effektives Identitätsmanagement in der Cloud

Viele Köche verderben den Brei, heißt es. Das gilt in der Produktion längst nicht mehr. Meist sind eine ganze Reihe von Partnerunternehmen und Zulieferern an der Entwicklung eines Produkts beteiligt. Damit die unterschiedlichen Akteure ohne Zeitverluste effektiv zusammenarbeiten können, benötigt man eine gemeinsame Plattform – cloud-basierte Infrastrukturen eröffnen hier vielversprechende Möglichkeiten. Dabei muss allerdings sichergestellt sein, dass nur autorisierte Personen Zugriff auf die Daten

.....  
**FORSCHUNG KOMPAKT**

08 | 2014 || Kurzmeldungen  
.....

haben: Hierzu nutzen die Unternehmen unterschiedliche Verfahren zur Authentifizierung, etwa auf Basis von Chipkarten oder Passwortgeneratoren. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO in Stuttgart arbeiten im vom BMWi geförderten Projekt »SkIDentity« mit mehreren Kooperationspartnern daran, bereits vorhandene Verfahren zur Authentifizierung in die Cloud-Computing-Infrastrukturen zu integrieren und auf diese Weise das Identitätsmanagement erheblich zu erleichtern. Wie das in der Praxis aussehen könnte, zeigen die Stuttgarter Forscher anhand einer Technologiedemonstration für die Automobilindustrie. Ingenieure der fiktiven Automobilunternehmen und -zulieferer können sich dort mit unterschiedlichen Chipkarten wie Unternehmensausweisen und dem neuen Personalausweis anmelden, um mit unterschiedlichen Berechtigungen im Cloud-Workspace zu arbeiten. Unternehmen müssen dann in Zukunft keine eigenen Karten oder Passwortgeneratoren mehr an Partner oder Zulieferer ausgeben und sparen sich dadurch Verwaltungsaufwand und Kosten.

#### **Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO**

Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart | [www.iao.fraunhofer.de](http://www.iao.fraunhofer.de)

**Kontakt:** Michael Kubach | Telefon +49 711 970-2428 | [michael.kubach@iao.fraunhofer.de](mailto:michael.kubach@iao.fraunhofer.de)

**Presse:** Juliane Segedi | Telefon +49 711 970-2124 | [juliane.segedi@iao.fraunhofer.de](mailto:juliane.segedi@iao.fraunhofer.de)

#### **Straßenbrücken überwachen**

Viele Brücken in Deutschland sind in einem schlechten Zustand. Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF und der Technischen Universität Darmstadt entwickelten ein System, um die Struktur der Brücken zu analysieren. Sie messen die Vibrationen, denen Brücken im Betrieb ausgesetzt sind, bestimmen die Schwingungseigenschaften und beobachten sie über einen längeren Zeitraum. Dazu integrierten sie ein Netzwerk an hochempfindlichen Beschleunigungssensoren, die drahtlos miteinander verknüpft sind, in eine Modellbrücke. Eine Modellbahn löst bei der Überfahrt die Vibrationen aus. Die Sensoren basieren auf MEMS-Chips (MicroElectroMechanical Systems), die in Anlagen des LBF mit speziell angepassten Gehäusen ausgestattet wurden. Auf Basis der erhobenen Daten und im Vergleich mit zuvor bestimmten Referenzstrukturen erkennen die Experten Schäden bevor die Folgen möglicherweise Bahn- und Autofahrern gefährlich werden können. »Wir rechnen damit, dass die Sensoren in den kommenden Jahren sukzessive in Brücken verbaut werden und wir diese online analysieren können. Entsprechende Aktivitäten laufen auf europäischer Ebene«, so Projektleiter Andreas Friedmann vom LBF.

#### **Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF**

Bartningstr. 47 | 64289 Darmstadt | [www.lbf.fraunhofer.de](http://www.lbf.fraunhofer.de)

**Kontakt:** Dipl.-Ing. Andreas Friedmann | Telefon +49 6151 705-493 | [andreas.friedmann@lbf.fraunhofer.de](mailto:andreas.friedmann@lbf.fraunhofer.de)

**Presse:** Anke Zeidler-Finsel | Telefon +49 6151 705-268 | [anke.zeidler-finsel@lbf.fraunhofer.de](mailto:anke.zeidler-finsel@lbf.fraunhofer.de)

---