

## **FORSCHUNG KOMPAKT**

01 | 2015 ||

### **1 Sicherheit für die Netzwerke der Zukunft**

Netzwerke in Firmen sind unflexibel. Sie bestehen aus vielen Komponenten, die mühsam aufeinander abgestimmt werden müssen. Die Netze der Zukunft sollen daher von einem Controller zentral gesteuert werden. Doch der ist ein Angriffspunkt für Hacker. Auf der CeBIT zeigen Fraunhofer-Forscher, wie sich die künftigen Netze schützen lassen.

### **2 Bier, Milch und Co. im Bakterien-Schnelltest**

Um eine hohe Qualität ihrer Biere zu garantieren, überwachen Brauereien den Produktionsprozess sehr genau. Mit einem neuartigen Polymerpulver lassen sich die Kontrollen künftig beschleunigen und vereinfachen. Auch Getränke wie Milch, Säfte, Cola und Rotwein können Hersteller mit dem Schnell-Check prüfen.

### **3 Frachter mit Windantrieb**

Um Schiffe energieeffizienter zu machen, tüfteln Ingenieure an alternativen Kraftstoffen. Einen neuen Ansatz verfolgt ein Norweger: Mit Vindskip™ hat er ein Cargo-Schiff entworfen, das mit Wind und Gas angetrieben wird. Eine Software von Fraunhofer-Forschern sorgt dafür, dass der Frachter das verfügbare Potenzial an Windenergie optimal nutzt.

### **4 Karosserie aus Baumwolle, Hanf und Holz**

Carbon- und Glasfasern verstärken Kunststoffe so, dass sie für den Karosseriebau taugen. Aber auch in natürlichen Fasern – gewonnen aus Hanf, Baumwolle oder Holz – steckt diesbezüglich viel Potenzial. Kombiniert man biobasierte Textil- und Carbonfasern, erhält man extrem leichte und dennoch sehr stabile Bauteile.

### **5 Ultraschall-Technologie nach Maß**

Das Einsatzspektrum von Ultraschall ist riesig – dementsprechend unterscheiden sich die eingesetzten Technologien. Mit einem neuen modularen System decken Forscher nun eine große Anwendungsbandbreite ab: Vom Sonarsystem über medizinische Ultraschallverfahren bis hin zum Hochfrequenzbereich, etwa für die Werkstoffprüfung.

### **6 Solarchip überwacht Fenster**

Ein neuartiger Funkchip soll künftig Hausbewohner warnen, wenn Fenster geöffnet sind. Damit lässt sich verhindern, dass man an kalten Tagen zum Fenster hinaus heizt. Der Sensor erkennt auch einen Einbruchversuch frühzeitig. Der Clou: Über Solarstrom versorgt sich der wartungsfreie Chip selbst mit Energie.

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 | HansasträÙe 27c | 80686 München | Telefon +49 89 1205-1302 | [presse@zv.fraunhofer.de](mailto:presse@zv.fraunhofer.de) | Redaktion: Beate Koch, Britta Widmann, 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.

## Sicherheit für die Netzwerke der Zukunft

FORSCHUNG KOMPAKT

01 | 2015 || Thema 1

Heutige Unternehmensnetzwerke setzen sich aus vielen Hundert Geräten zusammen: Router, die Datenpakete an den richtigen Empfänger schicken, Firewall-Komponenten, die interne Netze von der Außenwelt abschirmen oder Switches, also Kupplungsstellen im Netzwerk. Solche Netze sind sehr unflexibel, denn jede Komponente, jeder Router oder jeder Switch, kann nur die eine Aufgabe übernehmen, für die sie hergestellt wurden. Will man das Netz erweitern, muss man neue Router, Firewalls oder Switches einbauen und zunächst von Hand programmieren. Seit etwa fünf Jahren arbeiten deshalb Experten weltweit am flexiblen Netzwerk der Zukunft, dem Software Defined Networking (SDN). Der Nachteil: Es ist anfällig für Hackerangriffe.

Wie sich SDN sicher machen lassen, zeigen Forscher vom Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC in Garching bei München vom 16. bis 20. März auf der CeBIT in Hannover. Auf dem Fraunhofer-Gemeinschaftsstand (Halle 9, Stand E40) stellen sie einen Demonstrator vor, mit dem sie ein SDN mitsamt aller Komponenten überwachen können. Bestandteil des Systems ist eine Visualisierungssoftware, die die einzelnen Komponenten des Netzes zeigt und zudem in Echtzeit darstellt, wie die verschiedenen Applikationen mit dem Controller kommunizieren. »Wir können zeigen, wie eine Software über den Controller das Verhalten der verschiedenen Komponenten beeinflusst – oder im Falle eines Angriffs stört«, sagt Christian Banse, Sicherheitsexperte am AISEC.

Doch wie funktioniert ein SDN und warum ist es anfällig für Angriffe? »Ein Controller soll künftig die vielen Netzwerkkomponenten zentral steuern. Überspitzt formuliert, verlieren Router, Firewall und Switches ihre Intelligenz, sie führen nur noch die Befehle aus, die ihnen der Controller vorgibt«, so Banse. Damit wird das Netz sehr viel flexibler, denn einem Router oder dem Switch kann der Controller somit ganz neue Aufgaben zuordnen, die bei der Herstellung der Komponente gar nicht vorgesehen waren. Auch die mühsame Programmierung der Komponente beim Einbau entfällt, weil man nicht mehr jeder einzelnen ihren Platz im Netzwerk zuweisen muss – der Controller nutzt sie einfach so, wie es gerade nötig ist.

### Controller ist Angriffspunkt für Hacker

Inzwischen bieten die Hersteller erste Router oder Switches an, die die nötige Flexibilität mitbringen und für Software Defined Networking (SDN) geeignet sind. »Bei aller Begeisterung über die neue Flexibilität, die die zentrale Steuerung über den Controller erlaubt, hat man allerdings die Sicherheit von SDN vernachlässigt«, mahnt Banse. »Wir entwickeln deshalb Lösungen, um SDN von vornherein sicherer zu machen, ehe sie sich durchsetzen.« Ein Problem sieht Banse darin, dass die Netzwerke künftig nur mehr von der Controller-Zentrale gesteuert werden. Diese könnten für Angreifer eine ideale Lücke sein, um auf das ganze Netz zuzugreifen. »Hinzu kommt, dass für SDN heute

eine Vielzahl von Applikationen entwickelt werden – beispielsweise Steuerungssoftware für die Firewall-Komponenten oder die Router«, sagt Banse. »Wir müssen sichergehen können, dass diese Applikationen verlässlich sind«. Fatal wäre es zum Beispiel, wenn sich Fremde über eine auf den Controller eingespielte Software Zugang ins Firmennetzwerk verschaffen würden.

Banse und seine Kollegen analysierten daher zunächst das Miteinander aller Komponenten in einem SDN, um Schwachstellen zu finden. »Man muss zum Beispiel sehr genau definieren, wie tief eine neue Applikation ins Netz eingreifen darf, da sonst die Stabilität und Sicherheit des Netzes nicht gewährleistet ist.« Bis heute gibt es noch keine ausreichenden Sicherheitsstandards für die Kommunikation zwischen den einzelnen Bestandteilen eines SDN. Die Forscher am AISEC machen sich dafür stark, dass ein internationaler Standard geschaffen wird. Auf der Cebit stellen Banse und sein Team neben ihrer Visualisierungslösung technische Möglichkeiten vor, um nicht autorisierten Applikationen oder Schadprogrammen den Zugang ins SDN zu verwehren. Sie entwickeln Wege, um zu überwachen, ob eine App wirklich nur die Aufgabe erfüllt, für die sie gedacht war. Sollte sie nicht vorgesehene und unerwünschte Aktivitäten ausführen, wird sie vom System abgewiesen und blockiert. Schadprogramme werden auf diese Weise geblockt.



Mit ihrer Visualisierungs-Software können die Forscher vom AISEC alle Komponenten eines Software Defined Network überwachen. (© Fraunhofer AISEC) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)

## Bier, Milch und Co. im Bakterien-Schnelltest

FORSCHUNG KOMPAKT

01 | 2015 || Thema 2

Es schmeckt vollmundig und würzig, ist süffig und vor allem in den heißen Sommermonaten eine willkommene Erfrischung – Bier erfreut sich weltweit großer Beliebtheit. Für Brauereien ist eine gleichbleibend hohe Qualität des Getränks unabdingbar. Um diese zu gewährleisten, sind die Unternehmen bemüht, das Produkt frei von schädlichen Mikroorganismen zu halten. Denn Erreger, die im Lauf des Brauprozesses ins Bier gelangen, können den Genuss verderben. Sie sorgen nicht nur für starke Abweichungen im Geschmack und Geruch, der Gerstensaft kann auch trüb, sauer und unbedenklich werden.

Permanente Qualitätskontrollen begleiten daher den Produktionsprozess. Doch konventionelle mikrobiologische Methoden benötigen fünf bis sieben Tage, um Getränkeschädlinge wie Bakterien und Hefen nachzuweisen. Häufig ist es dann zu spät, um Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Forscher am Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam haben in Zusammenarbeit mit der Firma GEN-IAL aus Troisdorf ein Polymerpulver entwickelt, das diese Tests deutlich vereinfacht und den Zeitaufwand verkürzt. Das Unternehmen beliefert Brauereien mit Analyse-Hilfsmitteln für die Qualitätskontrollen.

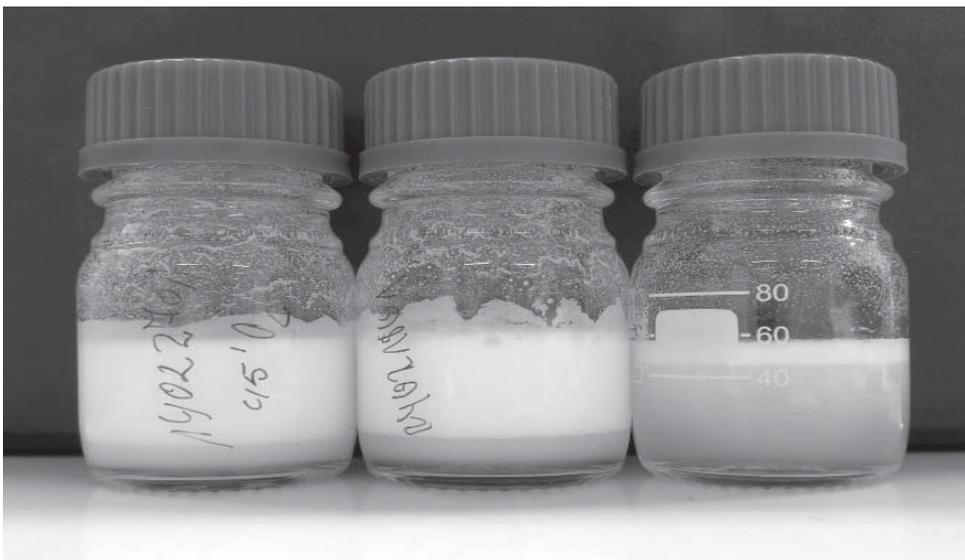
Vom Test bis zum zuverlässigen Ergebnis dauert es zwei bis drei Tage. Der Grund: Bisher wird das Bier in einer Anlage gefiltert. Bei diesem Vorgang bleiben die Bakterien in einer Membran hängen und werden anschließend aufwändig in einem speziellen Nährmedium kultiviert, bevor man sie mikroskopisch untersuchen kann. Das neue Polymerpulver vom IAP ersetzt diesen Vorgang: Der flüssigen Probe wird das Pulver zugegeben. Dessen funktionalisierte Oberfläche bindet die Bakterien effizient. Die Erreger haften an den 100 bis 200 Mikrometer großen Pulverpartikeln. Diese lassen sich samt den Mikroben in einer eigens entwickelten Anlage leicht ablösen und direkt mit unterschiedlichen mikrobiologischen Methoden analysieren. Das zeitaufwändige Anreichern in einem Nährmedium entfällt.

### Qualitätskontrolle von großen Getränkemengen möglich

Mit der neuen Methode können Lebensmittelexperten Bier und viele weitere Getränke auf den Befall von Erregern untersuchen, bei denen dies mit dem klassischen Membranfiltrationsverfahren kaum bis gar nicht möglich war. »Die Membranfiltration eignet sich nicht für die Qualitätskontrolle von Getränken wie Fruchtsäften, Milch, Cola und Rotwein. Sie enthalten so viele Fest- beziehungsweise Trübstoffe, dass der Filter schnell verstopft«, erklärt Dr. Andreas Holländer, Wissenschaftler am IAP. Auch konnten Brauereien per Membranfiltration bisher nur kleine Probenvolumen von maximal einem Liter untersuchen. Mit dem Polymerpulver sind Checks von 30 Litern und mehr möglich. »Überall dort, wo wenige Mikroben aus einer großen Menge Flüssigkeit extrahiert werden müssen, kann die neue Technik nützlich sein«, ergänzt Holländer. »Durch den

Einsatz des Pulvers erhöht sich die Lebensmittelsicherheit, da die Chance, Spurenkontaminationen zu entdecken, in größeren Getränkevolumen eher gegeben ist«, sagt Dr. Jutta Schönling, Geschäftsführerin von Gen-IAL.

Auch die Anlage, mit der die Oberfläche der Pulverpartikel funktionalisiert wird, entwickelten Dr. Holländer und sein Team vom IAP. Sie wird nun von der Firma GEN-IAL für die Pilotproduktion genutzt. 2015 soll der Marktstart erfolgen, interessierte Anwender können das Pulver bereits im Frühjahr dieses Jahres kaufen.



Das funktionalisierte Polymerpulver verteilt sich im Wasser. (© Fraunhofer IAP) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)

## Frachter mit Windantrieb

Etwa 90 Prozent des Welthandels wird über die internationale Schifffahrt abgewickelt. Frachter tragen zur Umweltverschmutzung bei, da sie meist mit Schweröl fahren. Die Internationale Seeschifffahrts-Organisation (IMO) will die Umweltbelastung durch die Ozeanriesen verringern. Eine der Maßnahmen: Ab 2020 dürfen Schiffe in bestimmten Gebieten nur noch 0,1 Prozent Schwefel im Treibstoff haben. Allerdings ist der höherwertige Kraftstoff mit weniger Schwefel teurer als das bislang genutzte Schweröl. Reedereien stehen vor der großen Herausforderung, ihre Treibstoffkosten zu senken und zugleich die Emissionsrichtlinien einzuhalten.

Einen neuen Weg, Treibstoffverbrauch, Abgase und Kosten zu reduzieren, geht der norwegische Ingenieur Terje Lade, Geschäftsführer von der Firma Lade AS: Er entwarf mit Vindskip™ einen Schiffstyp, der auf Schweröl verzichtet und Wind als Antriebsenergie nutzt. Der Clou: Der Rumpf des Frachters dient als Segel. Auf hoher See soll Vindskip™ vom kostenlos wehenden Wind profitieren, um möglichst wenig Energie zu verbrauchen. Für windschwache Passagen, um das Schiff auf das offene Meer zu manövrieren, aber auch um unterwegs eine konstante Geschwindigkeit zu halten, ist es zudem mit einem umweltfreundlichen, kosteneffizienten Antrieb für flüssiges Erdgas (englisch Liquid Natural Gas, kurz LNG) ausgestattet. Mit der Kombination aus Wind und verflüssigtem Erdgas als Alternativkraftstoff zum Schiffsdiesel soll der Treibstoffverbrauch nach Berechnungen des Norwegers nur 60 Prozent des Verbrauchs eines herkömmlichen Schiffs betragen. Bei den Abgasen sind es sogar bis zu 80 Prozent.

### Wetter-Routing-Modul ermittelt optimalen Kurs

Entscheidend für den effizienten Betrieb ist es, das verfügbare Potenzial an Windenergie bestmöglich zu nutzen. Um die optimale Segelroute zu errechnen, haben Forscher vom Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML, Institutsteil des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML, ein maßgeschneidertes Wetter-Routing-Modul für Vindskip™ entwickelt. Mithilfe von meteorologischen Daten soll die Software basierend auf Navigationsalgorithmen für den neuen Schiffstyp eine Route mit dem günstigsten Winkel zum Wind wählen, um das Design effizient zu nutzen. »Mit unserem Wetter-Routing-Modul lässt sich berechnen, welchen Kurs das Schiff am besten fährt, um möglichst wenig Brennstoff zu verbrauchen und so die Kosten zu senken. Denn teurer Treibstoff macht einen Großteil der Kosten in der Schifffahrtindustrie aus«, sagt Laura Walther, Wissenschaftlerin am CML in Hamburg. Für die komplexen Berechnungen ziehen die Forscherin und ihr Team zahlreiche Parameter heran wie aero- und hydrodynamische Daten sowie meteorologische Vorhersagen der Wetterdienste, zum Beispiel Windgeschwindigkeit und Wellenhöhe.

Doch wie ist es möglich, dass sich Vindskip™ vorwärts bewegt? »Trifft der Wind schräg von vorn auf den Rumpf, entsteht daraus eine Kraft in Längsrichtung, das Schiff nimmt

Fahrt auf. Da der Rumpf die Form eines vertikal stehenden symmetrischen Tragflügels wie bei einem Flugzeug hat, muss der schräg einfallende Wind auf der ihm abgewandten Seite – Lee – einen längeren Weg zurücklegen. Dadurch entsteht an der dem Wind zugewandten Seite – Luv – ein Unterdruck, der das Schiff nach vorne zieht«, erklärt Vindskip™-Patentinhaber Lade. Auf eine Geschwindigkeit von 18 bis 19 Knoten soll es der Frachter bringen, und damit ebenso schnell sein wie herkömmlich angetriebene Schiffe. Aufgrund des geringen Verbrauchs kann Vindskip™ LNG als Treibstoff nutzen und gleichzeitig bis zu 70 Tage ohne Tanken auskommen. Damit erfüllt das Schiff alle Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit des Treibstoffverbrauchs sowie der Emissionsrichtlinien.

### Tests im Windkanal erfolgreich abgeschlossen

Die Forscher vom CML entwickeln das Wetter-Routing-Tool kontinuierlich weiter, eine erste Version liegt seit Mitte Dezember 2014 vor. Ende Januar 2015 wird die Software an die Firma Lade AS übergeben. Mögliche Schiffstypen im Vindskip™-Design, für die das Modul die beste Segelroute finden soll, sind vor allem Auto- und Lkw-Transporter, große Fähren, Containerschiffe und Flüssiggastanker. Lade geht davon aus, dass der Frachter bereits 2019 in See stechen wird. Zuvor muss das Schiffsmodell noch zahlreiche Tests in den Wasserbecken von Schiffsbauversuchsanstalten – Experten nennen sie Schlepptanks – bestehen. Tests im Windkanal wurden bereits erfolgreich abgeschlossen.



Der Rumpf des Cargo-Schiffs Vindskip™ wirkt wie ein großes Segel. (© LADE AS) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)

## Karosserie aus Baumwolle, Hanf und Holz

.....  
**FORSCHUNG KOMPAKT**

01 | 2015 || Thema 4  
.....

Leichtbau ist ein wichtiges Thema im Automobilbau, ebenso wie in der Luft- und Raumfahrt. Autobauer setzen heute zunehmend auf faserverstärkte Kunststoffe. Die Fasern, die in die Kunststoffmatrix eingebettet werden, geben dem Material zusätzliche Festigkeit. Welches Material man dabei verwendet, hängt von der späteren Anwendung ab. So findet man bei der Formel 1 vor allem Carbonfasern. Ein Manko ist jedoch ihr hoher Preis, auch ihre Verarbeitung ist schwierig. Dies sind die Gründe, weshalb Carbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK) bisher noch nicht den Weg in die breite Serienproduktion gefunden haben. Glasfasern dagegen sind zwar preiswert, aber vergleichsweise schwer. Neue Forschungsansätze von Forschern des Anwendungszentrums für Holzfaserforschung HOFZET des Fraunhofer-Instituts für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut WKI in Braunschweig können dies künftig ändern.

### Vorteile vereinen, Nachteile beseitigen

Die Wissenschaftler setzen auf Naturfasern pflanzlichen Ursprungs. Varianten aus Hanf, Flachs, Baumwolle oder Holz sind ähnlich kostengünstig wie Glasfasern und sind zudem leichter als die Pendanten aus Glas oder Carbon. Ein weiterer Vorteil: Verbrennt man sie am Ende ihres Lebenszyklus, erzeugen sie zusätzliche Energie – ohne Rückstände. Allerdings reicht ihre Festigkeit nicht an die der Carbonfasern heran. »Je nach Anwendung kombinieren wir daher Carbon- mit verschiedenen biobasierten Textilfasern«, sagt Prof. Dr.-Ing. Hans-Josef Endres, Leiter des Anwendungszentrums für Holzfaserforschung. Die Fasern liegen oftmals als Matten vor, die entsprechend aufeinander gelegt und von der Kunststoffmatrix umhüllt werden. »Dort, wo die Bauteile stark beansprucht werden, nutzen wir die Carbonfasern, an den anderen Stellen Naturfasern. So können wir die Stärken der jeweiligen Fasern vereinen und die Nachteile zum großen Teil beseitigen.« Das Ergebnis: Die Bauteile sind kostengünstig, haben eine sehr hohe Festigkeit, gute akustische Eigenschaften und sind deutlich ökologischer als reine Carbon-Bauteile.

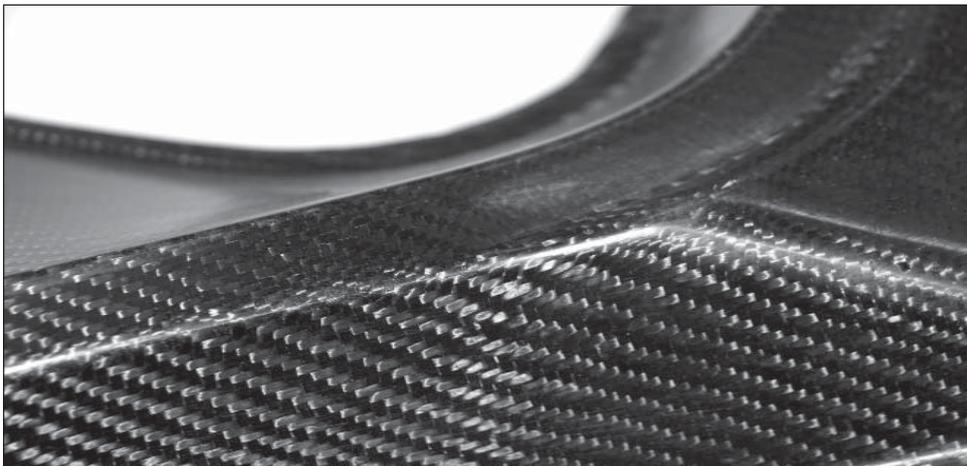
Üblicherweise behandelt man die Oberfläche von Naturfasern so, dass sie leicht durch die Textilmaschinen laufen und sich möglichst gut zu Geweben verarbeiten lassen – man spricht dabei auch von einer Beschichtung der Faseroberfläche. Während dies für die Herstellung von Textilien wichtig ist, ist es jedoch meist kontraproduktiv, wenn Verbundwerkstoffe verarbeitet werden sollen. »Wir optimieren die Oberflächen der Fasern daher aus materialtechnischer Sicht«, erläutert Endres. Spezielle Beschichtungen sollen dafür sorgen, dass sich die Fasern bestmöglich mit der Matrix beziehungsweise der Kunststoffmasse verbinden. Das Potenzial ist groß: »Indem wir dafür sorgen, dass die Fasern optimal an die Matrix anbinden, können wir die Festigkeiten des Materials um bis zu 50 Prozent steigern«, konkretisiert Endres. Eine solche Oberflächenbehandlung ist bei Glas- oder Carbonfasern zwar Usus, bei den Textilfasern ist dies jedoch weitestgehend Neuland.

---

## Die gesamte Herstellungskette im Blick – bis hin zur Entsorgung

Doch die Forscher machen mehr, als die neuen Hybridmaterialien zu kreieren. Sie untersuchen auch, wie sich die Verarbeitungsprozesse für die neuen Werkstoffe industriell umsetzen lassen. Ebenso haben sie die Entsorgung der Hybridmaterialien im Blick. Denn was das Recycling angeht, sind die Faserverbundwerkstoffe ein schwieriges Päckchen. Wie lassen sich beispielsweise die teuren Carbonfasern wieder aus der Matrix herauslösen und zurückgewinnen? Die Wissenschaftler überlegen bei den entwickelten Hybridwerkstoffen bereits im Vorfeld, wie sich diese wiederverarbeiten lassen oder wie zumindest einzelne Materialkomponenten für einen neuen Einsatz zurückgewonnen werden können. Dabei verfolgen sie je nach Materialzusammensetzung verschiedene physikalische, thermische und chemische Ansätze.

Auf der Fachschau nature.tec auf der Grünen Woche vom 16. bis 25. Januar in Berlin stellt das WKI verschiedene textile biobasierte Hybridwerkstoffe vor (Halle 5.2A). Auch Faserformpressteile für die Automobilindustrie präsentieren die Forscher dort. In diesen Teilen werden Fasern in eine thermoplastische Matrix eingebettet, also in Kunststoffe, die sich unter hoher Temperatur verformen lassen, oder aber in eine duroplastische Kunststoffmatrix, die sich nach ihrer Aushärtung nicht mehr verformen lässt.



Carbon- und Hanffaserverstärktes Bauteil. (© Fraunhofer WKI/Manuela Lingnau) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)

## Ultraschall-Technologie nach Maß

FORSCHUNG KOMPAKT

01 | 2015 || Thema 5

Ultraschall-Verfahren machen sichtbar, was unserem bloßen Auge verborgen bleibt: Ärzte untersuchen mithilfe von Sonographie Gewebsveränderungen in unserem Körper, U-Boote orientieren sich mit Sonarsystemen in der Dunkelheit der Tiefsee und in der Werkstoff- und Bauteilprüfung bietet Ultraschall eine zerstörungsfreie Alternative zu teuren, nicht echtzeitfähigen Verfahren. Je nach Anwendung kommen dabei unterschiedliche Technologien zum Einsatz. »Meist werden anhand der Kundenanforderungen komplette Spezialsysteme entwickelt. Vor dem Hintergrund, dass sich diese nur für einen sehr eingeschränkten Bereich nutzen lassen, ist der Entwicklungsaufwand jedoch recht hoch«, erklärt Steffen Tretbar vom Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT in St. Ingbert.

Tretbar und sein Team gehen deshalb einen neuen Weg: Die Wissenschaftler haben eine mehrkanalige Ultraschallplattform mit modularem Aufbau entwickelt, die sich an ganz unterschiedliche Anwendungen wie z. B. die Echtzeit-Therapiekontrolle anpassen lässt. »Damit können wir auf Kundenanfragen für verschiedenste Anwendungen nicht nur schnell reagieren, sondern auch kostensparende Lösungen anbieten«, sagt Tretbar. Das System nutzt Basiskomponenten wie Main Board, Spannungsversorgung sowie Steuerungssoftware, die immer gleich bleiben. »Die anwendungsspezifischen Komponenten, die Front-End Boards, setzen wir dann in dieses Main Board ein – wie bei einem Baukastensystem«, erläutert Tretbar.

Um ein System an eine Anwendung anzupassen, ist der Frequenzbereich der Ultraschallwellen eine zentrale Stellschraube: Sonarsysteme bewegen sich typischerweise im niederfrequenten Bereich (vom Kilohertz-Bereich bis etwa 2 MHz). Damit erhält man zwar keine hohe Ortsauflösung der Bilder, kann jedoch bis zu mehrere hundert Meter weit »sehen«. Anders beim Einsatz in der Medizin: Hier benötigt der Arzt möglichst hochaufgelöste Aufnahmen. Die Schallwellen müssen dazu jedoch keine weiten Strecken zurücklegen, sondern nur ein paar Zentimeter in den Körper eindringen. Daher bewegt sich medizinischer Ultraschall meist in einem Frequenzbereich zwischen 2 bis 20 MHz. Sehr hohe Frequenzen bis in den 100 MHz-Bereich ermöglichen Auflösungen im  $\mu\text{m}$ -Bereich, z. B. für die Werkstoffprüfung oder die Bildgebung von Kleintieren, die bei der Entwicklung von neuen Verfahren erforderlich ist. Für alle drei Bereiche haben die Forscher entsprechende Front-End Boards entwickelt.

### Schnelle Schnittstellen zum Rechner

Um das System feinzuzustieren, muss dann lediglich noch die Software entsprechend konfiguriert werden. »Wir haben sehr schnelle Schnittstellen zum PC realisiert. Damit können wir die Systeme in Echtzeit steuern, eine sehr rasche Signalverarbeitung mit Wiederholraten im kHz-Bereich ermöglichen und einfach neue für unterschiedliche Applikationen angepasste Softwarealgorithmen implementieren«, erläutert Tretbar. Ein

weiterer Vorteil der Ultraschallplattform: Die Wissenschaftler können nicht nur auf klassische Bilddaten zurückgreifen, sondern auf die unverarbeiteten Rohsignale jedes Elements eines Ultraschallarrays. Damit lassen sich völlig neue Verfahren entwickeln.

Die verschiedenen Module sind einsatzreif – vor allem Unternehmen aus dem medizinischen Bereich haben Interesse an den Entwicklungen signalisiert. Um die Technologie in konkrete Produkte zu implementieren, bieten die Experten vom IBMT zwei Vorgehensweisen an: Entweder stellen sie zu den Ultraschallsystemen Software-Schnittstellen zur Verfügung, die direkt in das System des Kunden integriert werden. Die zweite Möglichkeit ist, die Anwendung des Kunden in die Software des Ultraschallsystems einzubinden und dann eine Software für die Gesamtapplikation zu realisieren. Im Rahmen der Forschungsplattform deckt die Entwicklungskompetenz des IBMT sämtliche Technologiekomponenten ab – vom Ultraschallwandler über neue Ultraschallverfahren bis hin zu Komplettsystemen und deren Zertifizierung bzw. Zulassung als Medizinprodukt.



**Modulare Ultraschallplattform für medizinische Anwendungen (© Fraunhofer IBMT) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**

## Solarchip überwacht Fenster

.....  
**FORSCHUNG KOMPAKT**

01 | 2015 || Thema 6  
.....

In der kalten Jahreszeit passiert es allzu oft: Man öffnet das Fenster morgens zum Lüften und vergisst, es wieder zu schließen. Der Thermostat meldet Kälte, und die Heizung heizt auf vollen Touren – zum Fenster hinaus. Doch nicht nur beim Heizen oder bei Stürmen sind offene Fenster ein Problem. Gekippte Fenster etwa laden Einbrecher geradezu ein. Wünschenswert wäre eine Automatik, die das offene Fenster bemerkt und ein Warnsignal an den Mieter meldet. Zwar gibt es heute Haus- und Gebäudetechnik, die den Zustand der Fenster registriert. In der Regel müssen die Sensoren jedoch per Kabel an die Alarmzentrale im eigenen Haus angeschlossen werden. In anderen Fällen kommen batteriebetriebene Funksensoren zum Einsatz. Doch der Batteriewechsel führt in Häusern mit vielen Fenstern zu erheblichem Wartungsaufwand. Forscher vom Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS in Duisburg entwickelten deshalb eine pragmatische Alternative: einen nur etwa Fingernagel großen Funksensorchip, der direkt im Fenster montiert wird. Der kleine Sensor ist mit einer Solarzelle beschichtet und versorgt sich selbst mit Energie.

### Sensor unterscheidet zwischen Ball und Stemmeisen

Der Chip ist mit zehn Millimetern so schmal, wie eine Isolierglasscheibe dick ist. Er wird direkt zwischen den Glasscheiben auf das Aluminiumprofil, das die Scheiben auf Abstand hält, verbaut. Dank dieses Fensterplatzes erhält die Solarzelle sogar in der dunklen Winterzeit ausreichend Licht. In dem Chip sind Magnet- und Beschleunigungssensoren integriert, die registrieren, wenn das Fenster gekippt oder ganz geöffnet wird. Über Funk kann der Chip dann ein Signal an die Basisstation im Haus senden, falls ein Fenster zu lange geöffnet bleibt. Die Anwendungen des Funkchips sind vielfältig. Er kann Hausbesitzer daran erinnern, regelmäßig zu lüften oder warnen, falls ein Fenster noch geöffnet ist, wenn sie das Haus verlassen. Darüber hinaus bietet er auch bei geschlossenem Fenster einen zuverlässigen Einbruchsschutz. Denn die Sensoren können sehr genau zwischen verschiedenen Schwingungen unterscheiden – beispielsweise einem Ball, der gegen die Scheibe donnert, oder dem Stemmeisen eines Einbrechers, das den Rahmen zum Knarren bringt. Innerhalb einer Zehntelsekunde erkennt das System die Störung und gibt im Zweifelsfall Alarm.

Die IMS-Forscher um den Elektrotechniker Dr. Gerd vom Bögel und den Physiker Dr. Andreas Goehlich haben gleich zwei Herausforderungen gemeistert: Zum einen ist es ihnen gelungen, die Solarzelle direkt auf der unebenen Chip-Oberfläche abzuschneiden. Zum anderen soll der Chip so Strom sparend sein, dass die Energie aus der winzigen Solarzelle dunkle Stunden überbrückt. Die Mikrochips sind mit zahlreichen Leiterbahnen überzogen, dadurch ist ihre Oberfläche sehr uneben. »Wir mussten deshalb einen Weg finden, um die Oberflächen vor der Beschichtung mit der Solarzelle wie ein Straßenprofil aufzufüllen und zu ebnen«, sagt vom Bögel.

Derzeit können die IMS-Sensorprototypen genug Strom für bis zu 30 Stunden Dunkelheit speichern. In den kommenden zwei Jahren soll daraus ein Produkt entstehen, das sogar bis zu zwei Wochen Dunkelheit überbrückt. Indem die Forscher Prozessor und Chip sehr klein halten, ist letzterer extrem sparsam. Zudem konstruierten sie Schaltungen, die wenig Energie verbrauchen und entwickelten sehr kurze Funkprotokolle. »Wir haben jedes mögliche Mikro-Ampere herausgeholt«, sagt vom Bögel. Zum Stromsparen trägt auch bei, dass der Sensor immer wieder in einen Ruhemodus schaltet. Je nach Vorliebe des Anwenders lässt sich der Sensor so einstellen, dass er alle paar Minuten oder Sekunden aufwacht und eine Messung vornimmt. Anstoß zu der Entwicklung des Solar-Funkchips gab das israelische Unternehmen SOLCHIP, das vor rund zwei Jahren beim IMS nach Solarzellen auf Chips anfragte. Der Entwicklergruppe von Andreas Goehlich gelang es, die Solarzellen auf der Oberfläche der Chips zu integrieren. SOLCHIP will mit diesen Solarzellen den Straßenverkehr und die Klimabedingungen beispielsweise in Weinstöcken überwachen.

»Wie man sieht, gibt es viele Einsatzgebiete«, sagt vom Bögel. Die Produktionskosten sind gering, denn das Aufbringen der Solarschicht schließt sich direkt an den Herstellungsprozess der Chips an. »Es sind nur einige zusätzliche Produktionsschritte nötig, sodass eine Fertigung auch in hohen Stückzahlen möglich ist.« Vom 19. bis 24. Januar präsentieren die Forscher vom IMS den Solarchip auf der Messe Bau in München (Halle C2, Stand 119).



**Der im Fensterrahmen angebrachte Chip versorgt sich selbst mit Energie. (© Fraunhofer IMS) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**