

FORSCHUNG KOMPAKT

09 | 2012 ||

1 Ein Stoff schlägt Alarm

Forscher haben eine neue Art des Diebstahlschutzes entwickelt: Ein Stoff, der Alarm schlägt, wenn er von Eindringlingen durchtrennt wird. Das Textil kann die Einbruchsstelle genau lokalisieren und ist zudem deutlich günstiger als andere Warnsysteme. Da es große Flächen sichern kann, eignet es sich als unsichtbarer Gebäudeschutz.

2 Windenergie besser vorhersagen

Windenergie zählt zu den wichtigsten regenerativen Energieformen. Doch um Wind auch im Binnenland bestmöglich auszunutzen, müssen Turbinen optimal positioniert und dimensioniert werden. Ein 200 Meter hoher Windmessmast liefert exakte Daten, aus denen sich auch Energieerträge vorhersagen lassen.

3 Kabelloser Fensterwächter

Fensterkontakte melden, ob Fenster offen oder zu sind. Doch in der Regel sind diese Sensoren drahtgebunden. Forscher haben jetzt gemeinsam mit Industriepartnern ein neuartiges System entwickelt, das ohne Kabel und Batterie auskommt. Energie bezieht es aus der Umwelt – aus Licht und der Umgebungswärme.

4 Im Zeitraffer vom Konzept zum Produkt

Gemeinsam mit dem Spezialchemiekonzern LANXESS haben Fraunhofer-Forscher in Rekordzeit eine neue Produktionsanlage zum Herstellen von Umkehr-Osmose-Membranelementen für die Wasseraufbereitung entwickelt und gebaut. Durch den Einsatz von Virtual Engineering konnten Forschung und Entwicklung zeitparallel laufen.

5 Leichtbauteile rissfest fertigen

Kaltrisse in hochfesten Stählen stellen den Fahrzeug- und Maschinenbau vor große Herausforderungen in der Qualitätssicherung, da sie bislang schlecht vorhersehbar sind. Ein neues Verfahren ermittelt schon im Entwurfsstadium, ob kritische Bedingungen für solche Schäden vermieden werden können. So sinken Entwicklungszeiten und -kosten.

6 Blutzucker messen ohne Pieks

Der tägliche Stich in den Finger gehört für viele Diabetes-Patienten zum Alltag. Eine nicht-invasive Messmethode könnte sie von dem ständigen Pieksen befreien. Herzstück ist ein Biosensor von Fraunhofer-Forschern: Ein winziger Chip vereint Messung und digitale Auswertung – und kann die Daten sogar an ein mobiles Gerät funken.

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 60 Institute an Standorten in ganz Deutschland. Mehr als 20 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,8 Milliarden Euro. Davon fallen 1,5 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Internationale Niederlassungen sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

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 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de | Redaktion: Franz Miller, Chris Löwer, Tina Möbius, Britta Widmann | 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.

Ein Stoff schlägt Alarm

FORSCHUNG KOMPAKT

09 | 2012 || Thema 1

Diesen Stoff werden Diebe nicht mögen: Er sieht unscheinbar aus, doch er hat es in sich. Feine Leiterbahnen durchziehen ihn. Sie führen zu einem Mikrocontroller, an den sie melden, wenn ein Eindringling das Textil durchtrennt. Der Controller löst dann den Alarm aus. So lassen sich Gebäude, Tresore oder Lastkraftwagen vor dreisten Dieben schützen. Besonders bei LKWs werden zunehmend nachts auf Raststätten, wenn die Fahrer schlafen, Planen der Anhänger aufgeschlitzt, um die Ladung zu stehlen. Wäre nun das Alarmtextil verbaut, würde es sofort den Fahrer in seiner Schlafkabine warnen.

Forscher am Berliner Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM haben den schlaun Stoff zusammen mit der Technischen Universität Berlin sowie der ETTLIN Spinnerei und Weberei Produktions GmbH entwickelt. Die Ettlinger Firma fertigt unter anderem technische Textilien und hat die Innovation nun zum Patent angemeldet. Projektleiter Erik Simon vom IZM sieht eine Reihe von Anwendungsmöglichkeiten, vor allem, wenn es darum geht, große Flächen zu sichern. »Damit ließe sich eine neue Art des unsichtbaren Gebäudeschutzes verwirklichen«, sagt Simon. Möglich wäre zum Beispiel, das Textil als zweite Lage zusätzlich zu der Unterspannbahn eines ziegelgedeckten Hauses einzuziehen. Für Museen mit wertvoller Sammlung, Juweliere oder auch Banken wäre das eine gute Lösung. Alternativ ließe sich der Stoff auch in Beton- und Leichtbauwände integrieren, etwa um Banktresore abzusichern. Denkbar ist auch, Bodenbeläge damit zu versehen. Drucksensoren könnten dann melden, ob unerwünschte Personen einen Raum betreten. »Die durch das Gewebe fließenden elektrischen Ströme sind so schwach, dass sie weder für Mensch noch Tier eine Gefahr darstellen«, versichert Simon.

Textil lokalisiert Einbruchsort zielgenau

Das Besondere der Lösung ist, dass sie nicht nur Eindringlinge meldet, sondern genau informiert, wo mit Gewalt eingedrungen wird. Denn das Textil ist mit einer feinen Gitterstruktur eines leitfähigen Garns durchzogen, so dass zentimetergenau bestimmt werden kann, wo sie durchtrennt worden ist. Dafür ist bei handelsüblichen Lösungen ein aufwändiges System von Lichtwellenleitern nötig, was die Kosten treibt.

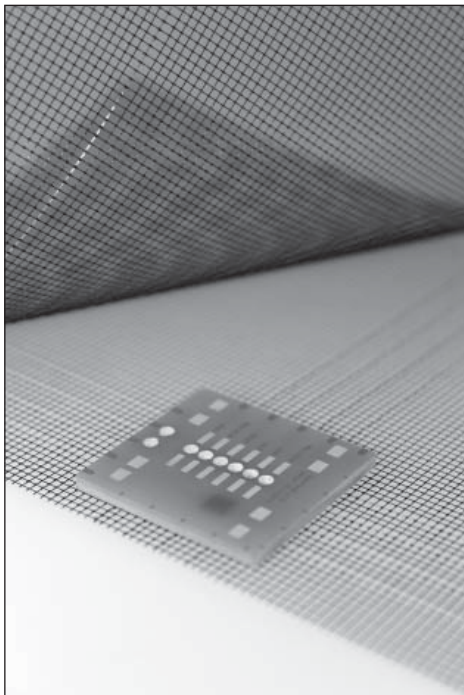
Der Stoff ist aber noch aus anderen Gründen günstig zu realisieren: Verwendet werden durchweg Standardmaterialien und -komponenten wie silberbeschichtete leitfähige Garne und ein einfaches, aber robustes Auswertesystem. Weiterer Vorteil: »Das leitfähige Garn lässt sich im normalen Textilherstellungsprozess in das Trägermaterial aus Polyester einarbeiten«, erklärt Simon. Es entstehen frei konfektionierbare Bahnen, die ab einem Quadratmeter in beliebiger Größe angepasst werden können.

Die leitende Gitterstruktur und das Modul zur Informationsverarbeitung, über das beim Sicherheitsdienst Alarm ausgelöst wird, werden bei niederen Temperaturen mit Füge-

techniken aus der Mikroelektronik, wie dem Kleben unter Druck und schonenden Lötverfahren eingebracht. »In diesem Anwendungsgebiet ist die Methode neu«, sagt Simon, der den Prozess als einfach und zuverlässig beschreibt. Das macht eben auch den Charme der Lösung aus – mit vorhandenen Materialien und Füge-techniken entsteht ein völlig neues Produkt, dessen Nutzen sich auf den ersten Blick erschließt.

Auf Herz und Nieren geprüft

Nun stellt sich die Frage, wie zuverlässig und haltbar der Stoff ist, gerade was die Kontaktstellen anbelangt. Dazu musste sich die textile Alarmanlage am IZM bereits einer harten Prüfung unterziehen: in der Waschmaschine wurde sie bei 40 Grad Celsius durchgewalkt, für 1000 Stunden bei 85 Prozent Luftfeuchtigkeit und 85 Grad Celsius beansprucht. Anschließend wurde sie in den Ofen gelegt, um den Stoff 1000 Temperaturwechseln zwischen minus 40 Grad Celsius und plus 85 Grad Celsius auszusetzen. Eine Tortur, die das Alarmtextil souverän meisterte. Simon: »Es sind keinerlei Ausfälle aufgetreten.«



Smarte Gewebe mit leitfähigem Garn und Prozessormodul schützen vor Einbrüchen. (© Fraunhofer IZM) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Windenergie besser vorhersagen

FORSCHUNG KOMPAKT

09 | 2012 || Thema 2

Der Atomausstieg ist beschlossen, die Energiewende aber längst nicht geschafft. Auf dem Weg dahin soll die Erzeugung von Windenergie drastisch ausgebaut werden. Und zwar nicht nur mit Offshore-Anlagen, sondern auch an Land. »Dort gibt es noch große Potenziale, die ausgeschöpft werden können, etwa im Mittelgebirge«, sagt Tobias Klaas, Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES in Kassel. Klaas ist zugleich Leiter des Forschungsprojekts »Windenergienutzung im Binnenland«, das vom Bundesumweltministerium gefördert wird.

Um einen Windpark möglichst effizient zu betreiben, muss Planern vorab genau bekannt sein, welche Windgeschwindigkeiten am Standort vorherrschen und mit welchen Verwirbelungen zu rechnen ist. Das Problem: »Mit herkömmlichen Methoden sind Messungen der erwarteten Leistung bei der Planung moderner, großer Anlagen kaum oder nur mit hohem Aufwand und Kosten möglich«, sagt Klaas. Hinzu kommt, dass Wälder und Hügelland es erschweren, Windbedingungen zu analysieren. Fachleute sprechen dabei von »komplexem Gelände«, dessen Topografie die Windbedingungen bis in große Höhen beeinflusst.

Höchster Windmessmast Europas

Daher haben Klaas und seine Kollegen vom IWES einen 200 Meter hohen Windmessmast errichtet. Seit Januar werden damit unweit von Kassel auf einem bewaldeten Hügel Messungen der Windgeschwindigkeiten, Turbulenzen und weiterer meteorologischer Größen durchgeführt. Es ist der größte Messmast Europas für Windenergie. Übliche Masten sind nur etwa 100 Meter hoch. Das Rotorblatt einer modernen Turbine erreicht jedoch leicht die doppelte Höhe. So erstaunlich es klingen mag: Dort oben wissen Wissenschaftler wenig über die Dynamik der Windverhältnisse. »Es gibt zwar Theorien darüber, wie etwa die Windgeschwindigkeit mit der Höhe ansteigt, diese aber gelten in solch großen Höhen nicht mehr. Deshalb sind tatsächliche Messwerte notwendig, um die Modelle weiterzuentwickeln«, erklärt Klaas.

Denn wenn beispielsweise Bäume bodennahe Winde abbremsen und sie verwirbeln, lässt sich davon nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse in höheren Regionen rückschließen. Das gelingt nun mit dem Messmast der Fraunhofer-Forscher. Er erfasst mittels Ultraschall-Anemometern – speziellen Windmessern – räumlich, wie schnell und in welcher Richtung der Wind weht, so dass ein exaktes Bild der Turbulenzen entsteht. Klassische Schalenstern-Anemometer ermitteln überdies Windgeschwindigkeit und -richtung in verschiedenen Höhen. Zusätzlich werden weitere meteorologische Größen wie Luftdruck, -feuchtigkeit und -temperatur gemessen. Werte zur Niederschlagsmenge und Sonnenscheindauer komplettieren die Daten. »Damit erreichen wir eine einzigartige sensorische Ausstattung, die es erlaubt, den Einfluss dieser Parameter auf die Windbedingungen zu bestimmen«, sagt Klaas.

Die detaillierten Messwerte helfen nicht nur dabei, Windräder optimal auszurichten, sondern auch sie angemessen zu dimensionieren. Dies ist die Voraussetzung dafür, dass beispielsweise die Turbinen mit der richtigen Höhe gebaut und nicht massiver als erforderlich konstruiert werden müssen, was Kosten spart.

Außerdem soll mithilfe des Windmessmasts daran mitgewirkt werden, Normen für neue bodenbasierende Fernmessverfahren, LIDAR-Windmessungen (Light Detection And Ranging), zu entwickeln. Das laser-optische Messverfahren gilt als der Schlüssel für Windprofilmessungen bis in Höhen von mehreren hundert Metern. Bislang ist LIDAR mangels Standards nicht als alleiniges Messverfahren für Windgutachten zugelassen, die die Basis für Ertragsberechnungen sind. Sollte das auch dank des Fraunhofer-Messmasts eines Tages gelingen, dann hätte dieser sich selbst überflüssig gemacht – Masten wären dann nicht mehr nötig.



Spezialisten errichten den 200 Meter hohen Messmast. (© Fraunhofer IWES/Klaus Otto) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Kabelloser Fensterwächter

FORSCHUNG KOMPAKT

09 | 2012 || Thema 3

Eine Schlechtwetterfront zieht herauf, der Wolkenbruch steht kurz bevor. Wer jetzt unterwegs ist, und seine Fenster nicht geschlossen oder trotz Kontrollgang ein Zimmer übersehen hat, könnte bei seiner Rückkehr mit einer nassen Überraschung rechnen. Doch das muss nicht sein, dank einem neuen Sensorsystem lassen sich solche Situationen künftig vermeiden. Im Fensterrahmen platziert, erkennt der Sensor, ob ein Fenster offen, geschlossen, gekippt oder angelehnt ist und sendet diese Information an eine Basisstation an der Eingangstür. So sieht der Bewohner beim Verlassen des Hauses auf einen Blick, welche Fenster offen stehen. Da das System auch Fernabfragen ermöglicht, können Nutzer ihre Fenster sogar von unterwegs per Smartphone kontrollieren. Forscher am Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen und Nürnberg haben das Produkt in enger Kooperation mit der Calwer Seuffer GmbH & Co. KG entwickelt – einem Industriepartner, mit dem sie seit mehr als zehn Jahren zusammenarbeiten.

Die intelligente Fensterkontrolle basiert auf dem HallinOne®-Sensor des IIS – einem 3D-Magnetfeldsensor, der bereits serienmäßig in Waschmaschinen verbaut ist, um dort die Position und Lage der Wäschetrommel zu bestimmen. »Wir haben unsere Technologie für die Anwendung am Fenster angepasst. Der am Innenrahmen angeklebte fingernagelgroße Sensor erkennt die Fenster- und Hebelpositionen, indem er die Winkelabweichungen und -bewegungen des Magneten misst, der sich am unteren Fensterflügelrand befindet. Ist das Fenster zum Beispiel verriegelt, verschiebt sich der Magnet nach rechts«, erklärt Klaus-Dieter Taschka, Ingenieur am IIS. »Der Sensor erkennt sogar, wenn es vermeintlich geschlossen, eigentlich aber nur angelehnt ist. Kein anderes System ist dazu in der Lage«. Darüber hinaus ist es manipulationssicher und kann daher als Einbruchschutz genutzt werden: Der Magnet lässt sich physikalisch nicht entfernen, ohne dass der Sensor dies registrieren würde.

Drahtlose Funkübertragung

Eine ebenfalls im Rahmen angebrachte Funkeinheit, bestehend aus Mikrocontroller und Sensorknoten, nutzt die s-net® Technologie des IIS für die extrem energiesparende, drahtlose Datenübertragung an eine Zentrale. Diese kann ein PC, ein Handy, ein Tablet oder auch ein Raumcontroller sein. »Das drahtlose s-net-Sensornetz ist ein Multi-Hop-Netz, bei dem die Informationen zwischen einzelnen Sensorknoten und dem Masterknoten in der Zentrale ausgetauscht werden«, erläutert Taschka. Die Funkreichweite zwischen den Knoten – also von Fenster zu Fenster – beträgt etwa 20 bis 30 Meter. Durch die Multi-Hop-Fähigkeit des Systems lässt sich eine große Fläche abdecken, daher eignet es sich auch für den Einsatz in Unternehmen. In Bürogebäuden installiert, könnte es dem Pförtner die Daten übermitteln und so den Kontrollgang durch sämtliche Büros ersparen.

Eine weitere Besonderheit des Fensterwächters: Das Gerät kommt ohne Kabel und Batterie aus. Der Sensor bezieht seine Betriebsenergie aus der Umwelt. Energy Harvesting nennen Experten die zugrunde liegende Technologie, bei der aus alltäglichen Quellen wie Luftströmungen und Vibrationen oder – wie in diesem Fall – aus Licht und der Umgebungstemperatur Energie gewonnen wird. Im Fensterrahmen angebrachte Thermogeneratoren wandeln die Wärme in Strom um. Zudem versorgen am äußeren Fensterrahmen befestigte Solarzellen den 3D-Sensor mit Energie. »Bei unseren Tests hat dies sogar an nach Norden ausgerichteten Fenstern funktioniert«, sagt Andreas Buchholz, Abteilungsleiter Forschung und Entwicklung bei Seuffer.

Doch das System ist natürlich nur dann alltagstauglich, wenn sämtliche Sensoren einwandfrei arbeiten. Um dies prüfen zu können, wurde jeder Chip mit einer Spule ausgestattet, die ein Magnetfeld aufbaut, wenn sie unter Strom gesetzt wird. Erfolgt daraufhin ein Signal, ist der Sensor intakt.

»Die Fensterkontrolle ist das Ergebnis eines regen Ideenaustauschs, den wir seit Jahren mit den Fraunhofer-Forschern pflegen«, sagt Buchholz. Das Fenster inklusive Sensor, Magnet, Funkeinheit und Solarzellen liegt derzeit als Prototyp vor. Ende des Jahres soll es in Serie gefertigt werden. Die Produktion übernimmt das Calwer Unternehmen, das auch die Elektronik entwickelt und das Gehäuse hergestellt hat.



Der am Fensterrahmen angebrachte Sensorknoten überträgt die Daten über ein drahtloses Sensornetzwerk an die Zentrale. Der hier dargestellte Prototyp des Funkkastens (links im Bild) wird im fertigen System im Sensorgehäuse (rechts oben im Bild) eingebaut sein. (© Fraunhofer IIS) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Im Zeitraffer vom Konzept zum Produkt

FORSCHUNG KOMPAKT

09 | 2012 || Thema 4

Nur etwa 0,3 Prozent des globalen Wasservorkommens sind direkt als Trinkwasser nutzbar. Gleichzeitig wächst die Weltbevölkerung stetig – der Bedarf an sauberem Wasser nimmt also noch zu. Wasseraufbereitungs-Technologien wie die Umkehr-Osmose sollen dazu beitragen, dass wir zukünftig genug zu trinken haben: Mit der Membran-Filtrationstechnik lassen sich Stoffe wie Salze, Pestizide, Viren und Bakterien aus dem Wasser entfernen. Anfang 2010 hatte sich der Spezialchemiekonzern LANXESS entschieden, in dieses neue Geschäftsfeld zur Wasseraufbereitung einzusteigen: Bis zum Herbst 2011 sollte in Bitterfeld, dem Standort der Unternehmenstochter IAB Ionenaustauscher GmbH, eine hochmoderne Produktionsstätte entstehen. Ein ambitioniertes Vorhaben – es bedeutete, dass in sehr kurzer Zeit sowohl das Produkt als auch die Produktionstechnologie konzipiert und zur Fertigungsreife gebracht werden musste. Für den Bereich Automatisierungstechnik wollte sich das Unternehmen dazu externe Expertise mit ins Boot holen – und wurde mit dem Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF direkt vor Ort fündig.

Viel Vorbereitungszeit hatten die Wissenschaftler nicht. »Forschung und Entwicklung mussten parallel laufen, deswegen haben wir von Anfang an auf Virtual Engineering gesetzt«, sagt Prof. Dr. Ulrich Schmucker, Leiter des Geschäftsfelds Virtual Engineering am IFF. »Dadurch konnten wir schon sehr früh mit Arbeiten beginnen, die bei einer konventionellen Vorgehensweise erst in der Schlussphase der Entwicklung stattfinden«.

Filterelemente am Rechner simulieren

Da die Membranfilterelemente – die später in der Produktionsanlage gefertigt werden sollten – noch nicht existierten, analysierte ein Expertenteam der IAB GmbH und des IFF zunächst deren Produkteigenschaften mithilfe verschiedener Simulationen am Rechner. Das war notwendig, um wichtige Fertigungsparameter zu ermitteln, die später auch bei der Konzeption der Anlage eine Rolle spielen – etwa die Geschwindigkeit. Anhand von virtuellen Modellen der halbautomatischen Anlage konnten die Wissenschaftler anschließend die einzelnen Prozessschritte durchspielen und optimieren. Auch der voraussichtliche Arbeitskräftebedarf ließ sich so planen.

Die Konstrukteure hatten also bereits recht klare Vorgaben für die darauffolgende CAD-Konstruktion. Doch damit nicht genug: Die Magdeburger Forscher haben eine spezielle Methode entwickelt, die es ermöglicht, schon anhand relativ grober CAD-Modelle mit der Steuerungsprogrammierung zu beginnen. Üblicherweise erfolgt dieser Schritt erst zum Schluss, wenn die Maschine fertig gebaut und angeschlossen ist. Mechanische Änderungen sind zu diesem Zeitpunkt jedoch kaum mehr möglich. »Wir schließen dagegen die reale Steuerung an das virtuelle Modell an. Am Bildschirm sieht man dann, wie sich alle Teile zueinander bewegen. Der Programmierer kann dadurch überprüfen, ob die Reihenfolgen richtig sind, er kann Fehler- und Ausnahmestände

beheben oder auch Kollisionsprüfungen durchführen«, erläutert Prof. Schmucker. Bei Bedarf bessert der Konstrukteur nach, bevor die Maschine überhaupt in die Fertigung geht.

Nicht zuletzt die Abstimmung mit dem Kunden wird deutlich erleichtert. »Oft sind die Vorstellungen, wie die Bedienoberfläche aussehen soll, anfangs eher abstrakt«, weiß Prof. Schmucker. »Wenn der Kunde dagegen ein klares Bild vor Augen hat, fällt es viel leichter, die benötigten Bedienelemente sinnvoll zu planen und festzulegen«. Auch für LANXESS hat sich die Entscheidung bewährt, sich mit dem Einsatz von VR-Modellen auf entwicklungstechnisches Neuland zu begeben: »Virtual Engineering wird bei uns in Zukunft sicher eine stärkere Bedeutung bekommen«, ist Jean-Marc Vesselle, Leiter des Geschäftsbereichs Ion Exchange Resins, überzeugt.

Seit Herbst letzten Jahres werden in Bitterfeld die Membranelemente gefertigt. Die Experten des IFF arbeiten unterdessen bereits an der Nachfolgetechnologie: Im September soll die vollautomatische Anlage in Betrieb gehen. Das Investitionsvolumen für das neue Werk in Bitterfeld liegt bei etwa 30 Millionen Euro. Rund 200 neue Arbeitsplätze werden langfristig am Standort geschaffen. Auf einer Gesamtfläche von 4000 Quadratmetern sind Produktionsanlagen, Labore, Logistikflächen und Büros entstanden.



In der halbautomatischen Anlage in Bitterfeld werden die Membranelemente zur Wasseraufbereitung gefertigt. Ein einzelnes Membranelement besteht aus einem Paket mit mehr als 20 Lagen. Dieses wird zu einem Wickelmodul angeordnet und fixiert. Der LANXESS-Mitarbeiter (links) hält ein solches Modul. (© LANXESS AG) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Leichtbauteile rissfest fertigen

FORSCHUNG KOMPAKT

09 | 2012 || Thema 5

Autos, Dachkonstruktionen und Brücken sollen bei gleicher Stabilität immer leichter und damit energie- und materialsparender werden. Neue, hochfeste Stähle eignen sich hervorragend für die dafür benötigte Leichtbauweise, da sie auch sehr hohen Belastungen standhalten. Doch diese Werkstoffe haben auch einen Nachteil: Je fester sie sind, desto anfälliger für Kaltrisse sind sie beim Schweißen. Diese feinen Brüche können entstehen, während geschweißte Verbindungen wieder abkühlen – meist unterhalb einer Temperatur von 200 °C. Im schlimmsten Fall bricht die Schweißnaht. Viele Industriebereiche setzen darum die vielversprechenden hochfesten Stähle nur zögerlich ein.

Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg haben gemeinsam mit dem Lehrstuhl Füge- und Schweißtechnik LFT der BTU Cottbus ein neues Verfahren entwickelt, das Kaltrisse vorhersehbarer macht. »Wir können bereits im Entwurfsstadium eines Bauteils die Wahrscheinlichkeit von Kaltrissen berechnen und auch gleich Abhilfemaßnahmen durchspielen«, erklärt Frank Schweizer vom IWM. Denn ob und wie schnell solche Kaltrisse entstehen, hängt davon ab, wie hoch die Konzentration von Wasserstoff im Stahl ist, wie die Eigenspannung des Materials ausfällt und wie seine Mikrostruktur beschaffen ist. Bislang ließ sich die Wahrscheinlichkeit, dass es zu Rissen kommt, schlecht vorhersagen. Die Hersteller mussten aufwändige Versuche durchführen, beispielsweise ein Probeteil einer immer höheren Zugspannung aussetzen und beobachten, bei welcher Belastung Risse entstehen. Doch diese Tests sind sehr zeit- und kostenintensiv und auch nicht eins zu eins auf das spätere Bauteil übertragbar: Denn dessen Geometrie beeinflusst die Rissbildung entscheidend. Auch die verfügbaren Computersimulationen brachten bisher nicht die gewünschten Vorhersagegenauigkeiten für reale Bauteile.

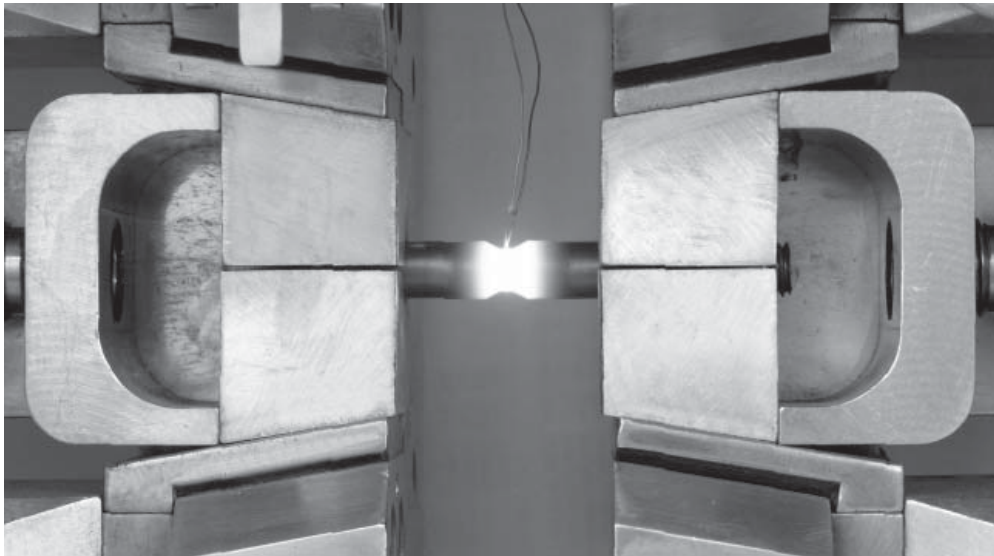
Produktionskosten senken, Entwicklungszeiten verkürzen

Der neue Ansatz könnte solche aufwändigen Methoden zukünftig deutlich reduzieren – und damit Produktionskosten senken sowie Entwicklungszeiten verkürzen. Die Experten am LFT haben einen speziellen Versuchsaufbau entwickelt, um an Proben von hochfesten Stählen das Risskriterium präzise zu ermitteln. Neben den typischen Einflussfaktoren wie Wasserstoffgehalt, Eigenspannungen und Materialgefüge, die parallel eingestellt werden können, ziehen sie dabei die starken Temperaturgradienten in Betracht, die beim Schweißen auftreten.

Mit diesem Kriterium füttern die Fachleute am IWM eine Computersimulation, um für beliebige Bauteile und Geometrien zu analysieren, ob Kaltrisse drohen. »Auf diese Weise sind wir in der Lage, für jede Stelle und jeden Zeitpunkt des simulierten Schweißprozesses kaltrissgefährdete Bereiche einer Schweißnaht ausfindig zu machen«, erläutert Schweizer. Auch die Auswirkungen von Gegenmaßnahmen können die Forscher so im

Vorfeld überprüfen und nötigenfalls anpassen: Dazu übertragen sie die Ergebnisse wieder in die Simulation zurück, um sie dort weiter anzupassen.

Hersteller von Fahrzeugen oder Maschinen könnten mithilfe dieses Verfahrens also zukünftig für ihre Werkstoffe schon im Vorfeld unkritische Schweißparameter und Randbedingungen festlegen – und so den Fertigungsprozess deutlich effizienter und sicherer gestalten. Dies gilt besonders für schwer zu schweißende Materialien mit sehr engen Prozessfenstern hinsichtlich Schweißparametern oder Vor- und Nachwärmtemperaturen. Fraunhofer IWM und LFT testen ihr neues Verfahren derzeit in Kooperation mit der Robert Bosch GmbH und der ThyssenKrupp Steel Europe AG an laserstrahlgeschweißten Demonstratoren aus hochfesten Stählen.



Im Versuch wird die Materialprobe bis zur Schweiß-Temperatur erhitzt, um ihre kritischen Bedingungen zur Kaltrissbildung zu ermitteln. (© Lehrstuhl Fügetechnik der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Blutzucker messen ohne Pieks

FORSCHUNG KOMPAKT

09 | 2012 || Thema 6

Tag für Tag stechen sie sich in den Finger: Für viele Diabetiker gehört die Kontrolle ihres Blutzuckers zum Alltag. Insbesondere Patienten mit Typ-1-Diabetes müssen ihre Werte ständig im Auge behalten, da ihr Körper nicht in der Lage ist, Insulin selbst zu produzieren und so die Glukose im Blut abzubauen. Mehrmals täglich müssen sie einen kleinen Tropfen ihres Bluts auf einen Teststreifen geben. Nur so können sie den Blutzuckerwert ermitteln und sich die notwendige Menge Insulin spritzen. Doch das Pieksen ist nicht nur lästig: Mitunter kommt es zu Entzündungen oder Verhornung der Haut. Und für schmerzempfindliche Patienten ist die Prozedur eine Qual.

Die täglichen Stiche in den Finger könnten aber bald der Vergangenheit angehören – dank eines Diagnosesystems, in dem Fraunhofer-Technologie steckt. Die Idee dahinter: Ein Biosensor, der sich am Körper des Patienten befindet, könnte den Glukosespiegel kontinuierlich auch in anderen Gewebsflüssigkeiten als Blut messen, wie etwa im Schweiß oder in der Augenflüssigkeit. Die ständige Piekserei entfällt. Doch bisher waren solche bioelektrischen Sensoren zu groß, zu ungenau und verbrauchten zu viel Energie. Forschern vom Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS in Duisburg ist jetzt ein wichtiger Durchbruch gelungen: Sie haben einen Biosensor im Nanoformat entwickelt, der diese Hürden umgeht.

Diagnosesystem im Miniaturformat

Das Prinzip der Messung beruht auf einer elektrochemischen Reaktion, die mithilfe eines Enzyms in Gang gesetzt wird: Die Glukose-Oxidase wandelt Glukose unter anderem in Wasserstoffperoxid (H_2O_2) um, dessen Konzentration man mit einem Potentiostaten, messen kann. Daraus lässt sich der Glukosespiegel errechnen. Das Besondere an diesem Biosensor: Auf einen Chip von gerade mal 0,7 auf 10 Millimeter passt nicht nur der Nanopotentiostat selbst. Die Forscher haben darauf das gesamte Diagnosesystem untergebracht. »Auch ein Analog-Digitalwandler ist integriert, der das elektrochemische Signal in digitale Daten umwandelt«, erklärt Tom Zimmermann, Geschäftsfeldleiter am IMS. Über eine Wireless-Schnittstelle sendet der Biosensor die Daten beispielsweise an ein mobiles Empfangsgerät – so hat der Patient seinen Glukosespiegel ständig im Auge. »Für ein solches Diagnosesystem benötigte man früher eine Platine von der Größe einer halben DIN A4-Seite«, sagt Zimmermann. »Und ein Treiber war auch erforderlich. Aber auch dieser ist bei unserem Sensor nicht mehr nötig.«

Langlebiger Biosensor

Doch nicht nur die geringe Größe bietet einen erheblichen Vorteil gegenüber bisherigen Biosensoren dieser Art. Der Sensor verbraucht zudem viel weniger Energie. Frühere Systeme benötigten etwa 500 Mikroampere bei fünf Volt, jetzt sind es weniger als 100 Mikroampere. Das macht das System langlebiger – der Patient könnte den Sensor über

Wochen oder gar Monate tragen. Möglich ist das durch den Einsatz eines passiven Systems: Der Sensor kann nicht nur Datenpakete schicken und empfangen, sondern über Funk auch mit Energie versorgt werden.

Den Glukosesensor haben die Forscher für die niederländische Medizintechnik-Firma Noviosens entwickelt. Da er kostengünstig herstellbar ist, eignet er sich bestens für die Massenproduktion. Dieses nicht-invasive Messgerät zum Monitoring des Blutzuckerspiegels kann in Zukunft die Basis für eine besonders praktische Weiterentwicklung sein: Der Biochip könnte eine implantierte Miniaturpumpe ansteuern, die anhand des gemessenen Blutzuckerwertes die genau passende Menge Insulin abgibt. Dem Diabetes-Patienten blieben so etliche Piekser erspart.



Mit diesem Biosensor im Nanoformat können Diabetes-Patienten ihren Glukosespiegel in der Tränenflüssigkeit des Auges messen. (© Fraunhofer IMS) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse