

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2013 ||

1 Dem Prostatakrebs auf der Spur

Neue Biomarker verbessern künftig die Diagnostik von Volkskrankheiten wie beispielsweise Prostatakrebs. Ihre Aufgabe: Sie sollen den Tumor früher erkennen, präziser klassifizieren und unnötige Operationen vermeiden helfen.

2 Elektromagnetische Angriffe abwehren

Elektromagnetische Felder können elektronische Geräte stören oder beschädigen. Die Strahlung ist für den Menschen unsichtbar. Ein neues Messgerät kann jetzt Stärke, Frequenz und Richtung des Angriffs orten.

3 Hightech-Sportschuh für ungetrübten Laufspaß

Joggen hält fit und ist gesund. Doch Sportler, die untrainiert starten und sich überfordern, ziehen sich leicht Bänderrisse und Zerrungen zu. Ein neuer Hightech-Laufschuh soll künftig die Lauftechnik in Echtzeit bewerten und Verletzungen entgegenwirken.

4 Thermoelektrik auf dem Weg zur Industriereife

Halb-Heusler-Verbindungen eignen sich besonders gut, um thermoelektrische Module herzustellen. Aus Abwärme kann mit ihnen Strom gewonnen werden. Forscher haben die Metalllegierungen erstmals im Kilomaßstab hergestellt.

5 Robustere Werkzeuge für den Automobilbau

Umformwerkzeuge sind hohen Belastungen ausgesetzt. Legiert man mit Laserstrahlen Zusatzwerkstoffe in die Oberfläche, macht sie das robuster gegen Verschleiß. Dieser Prozess erhöht die Werkzeugstandzeit in der Automobilproduktion um 150 Prozent.

6 Bessere medizinische Erstversorgung bei Katastrophen

Bei Großunfällen dauert es oft viel zu lang, bis die Opfer richtig versorgt werden. Ein neues elektronisches System soll die Helfer bei der Sichtung der Betroffenen unterstützen und die Versorgung der Patienten beschleunigen.

7 Freie Fahrt auf der Datenautobahn

Unsere Kommunikationsnetze müssen immer größere Datenmengen verarbeiten und stoßen damit zunehmend an ihre Grenzen. Forscher haben ein Testgerät entwickelt, mit dem sich neue, effiziente Übertragungsformate schnell und unkompliziert testen lassen.

8 Kurzmeldungen

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

Impressum

FORSCHUNG KOMPAKT der Fraunhofer-Gesellschaft | Erscheinungsweise: monatlich | ISSN 0948-8375 | Herausgeber und Redaktionsanschrift: Fraunhofer-Gesellschaft | Unternehmenskommunikation | Hansastraße 27c | 80686 München | Telefon +49 89 1205-1302 | presse@zv.fraunhofer.de | Redaktion: Beate Koch, Britta Widmann, Tobias Steinhäuser, Janine van Ackeren, Tina Möbius | Abdruck honorarfrei, Belegexemplar erbeten. Alle Pressepublikationen und Newsletter im Internet auf: www.fraunhofer.de/presse. FORSCHUNG KOMPAKT erscheint in einer englischen Ausgabe als RESEARCH NEWS.

Dem Prostatakrebs auf der Spur

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2013 || Thema 1

Leidet der Patient an Krebs der Vorsteherdrüse, dem Prostatakrebs? Eine solche Frage ist für die Ärzte schwer zu beantworten. Denn bislang sind sie meist auf Hinweise angewiesen, die ihnen das prostataspezifische Antigen PSA liefert. Ist die Vorsteherdrüse vom Krebs befallen, gibt sie dieses Protein verstärkt an das Blut ab. Der Test hat allerdings einen Haken: Er ist sehr ungenau. Liefert er erhöhte Werte, müssen die Patienten daher eine Biopsie über sich ergehen lassen. Dabei entnimmt der Mediziner mit einer Biopsie-Nadel mehrfach Proben des Gewebes und lässt sie vom Pathologen untersuchen. Wie jeder Eingriff birgt das gewisse Risiken. In seltenen Fällen kann es zu Infektionen kommen.

Finden die Ärzte bei der Biopsie bösartiges Tumorgewebe, müssen sie die Prostata meist entfernen. Zwar gibt es neben dem aggressiven Prostatakrebs auch einen, der sehr langsam wächst und möglicherweise nicht operiert werden müsste. Allerdings lässt er sich bisher nicht vom aggressiven, schnell wachsenden Tumor unterscheiden. Die Folge: Die Ärzte operieren einen Großteil der 70 000 Menschen, bei denen sie pro Jahr in Deutschland Prostatakrebs feststellen. »Ein Teil dieser Eingriffe ließe sich eventuell vermeiden, wenn man einen Biomarker hätte, der verrät, um welche Art von Krebs es sich handelt«, sagt Prof. Friedemann Horn, Professor für Molekulare Immunologie an der Universität Leipzig und Abteilungsleiter am Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie IZI in Leipzig. Der Begriff Biomarker bezeichnet dabei eine Messgröße, die anzeigt, ob ein Mensch oder ein Organ gesund oder krank ist – etwa Stoffwechselprodukte, bestimmte Proteine oder Nukleinsäuren.

Biomarker geben Aufschluss

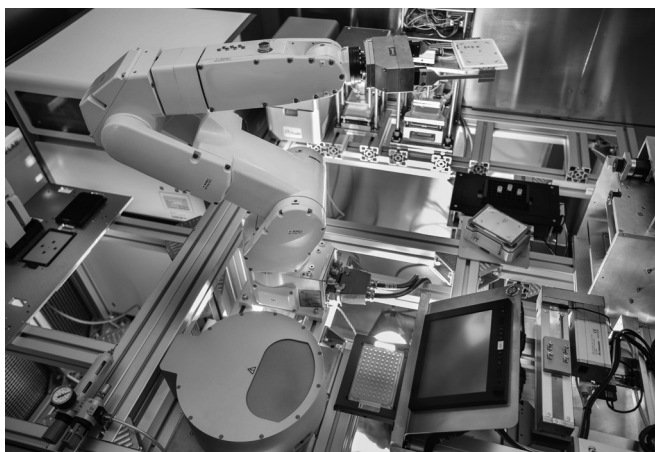
Solche Biomarker wollen die Forscher nun im Projekt RIBOLUTION, kurz für »Integrierte Plattform für die Identifizierung und Validierung innovativer RNA-basierter Biomarker für die Personalisierte Medizin«, finden (www.ribolution.de). Es wird von der Fraunhofer-Zukunftsstiftung gefördert – beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für Angewandte Informationstechnik FIT, für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, Produktionstechnik und Automatisierung IPA, für Toxikologie und Experimentelle Medizin ITEM und für Zelltherapie und Immunologie IZI sowie einige Universitäten. In dem Projekt geht es keineswegs nur um Prostatakrebs – auch die Diagnose anderer Volkskrankheiten wie Rheuma und die chronisch obstruktive Lungenerkrankung, die durch Husten, Auswurf und Atemnot gekennzeichnet ist, wollen die Forscher verbessern. Dabei konzentriert sich die Suche auf Ribonukleinsäuren, kurz RNAs, die den biologischen Zustand von Zellen und Geweben besonders genau abbilden.

Doch woher wissen die Wissenschaftler, welcher Biomarker den Prostatakrebs frühzeitig anzeigt, oder welche RNA langsam wachsende Tumore von aggressiven unterscheidet? Um solche Biomarker zu finden, vergleichen die Wissenschaftler gesundes und

Tumorgewebe. Ärzte des Universitätsklinikums Dresden um Prof. Manfred Wirth lagern solche Proben seit 15 Jahren in flüssigem Stickstoff ein und dokumentieren den Krankheitsverlauf der Patienten auch nach der Entlassung. Bevor die Forscher diese Proben jedoch näher untersuchen konnten, mussten sie einige Vorarbeit leisten: Sie zerteilten jede einzelne Gewebeprobe in 150 hauchdünne Schnitte – jeweils nur wenige Mikrometer dick – und klassifizierten diese neu. »Wir verfügen mittlerweile über mehr als 100 000 Gewebeschnitte mit klarer Klassifizierung. Eine Biobank in dieser Qualität gab es bislang noch nicht«, so Horn.

64 dieser Proben haben die Forscher »genomweit sequenziert« – also jegliche RNA, die in den Proben vorkommt, analysiert und quantifiziert. Dabei haben sie sehr große Datenmengen erhalten: 300 000 RNAs sind entschlüsselt, die Informationen summieren sich auf 50 Terabyte – das entspricht ungefähr 100 000 CD-ROMs. Die Wissenschaftler haben die Daten verglichen und aus den 300 000 RNAs bereits 4000 gefunden, die als Biomarker in Frage kommen könnten. Diese messen sie nun noch einmal an einer größeren Patientengruppe nach und schränken die Auswahl immer weiter ein. »Die ersten Ergebnisse dieser Validierung haben uns begeistert«, berichtet Horn. Er sieht große Chancen, dass einige der gefundenen Biomarker die Diagnose des Prostatakrebses verbessern können.

»Das Interesse der Industrie ist gigantisch«, sagt Horn. Wenn sich die Ergebnisse von RIBOLUTION bestätigen, könnte ein entsprechender Biomarker-Assay, also ein Biomarker-Testpaket, in wenigen Jahren auf den Markt kommen – und Ärzten wie Patienten schnell und komplikationslos Aufschluss über den Prostatakrebs geben. Der Markt ist groß: über 100 000 Assays pro Jahr würden allein in Deutschland benötigt.



Vollautomatisierte Anlage zur Validierung von Biomarkern. Sie wurde vom Fraunhofer IPA entwickelt und ermöglicht es, RNA-Moleküle gleichzeitig aus vielen Proben in winzigen Volumina hochspezifisch und präzise zu messen. (© Fraunhofer IPA) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Elektromagnetische Angriffe abwehren

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2013 || Thema 2

Wir alle kennen die Kraft elektromagnetischer Angriffe aus dem Kino: George Clooneys Bande legte damit in Ocean's Eleven die Stromversorgung von Las Vegas lahm und Keanu Reeves Gefolgsleute hielten so in der Matrix-Trilogie feindliche Kampfroboter von ihrem Raumschiff fern. Den Filmhelden gelingt das, indem sie einen starken elektromagnetischen Impuls aussenden. Dieser verändert die Spannung in der Umgebung so, dass Regler, Schalter und Platinen in elektronischen Geräten verrücktspielen. Man kann diese Strahlung weder riechen, schmecken noch fühlen. Die Betroffenen wissen nicht, warum Computer oder Maschinen ausfallen und woher der Angriff kommt.

»Was auf der Leinwand funktioniert, ist auch in der Realität denkbar«, weiß Michael Jöster vom Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT in Euskirchen südlich von Köln. Die Forscher beschäftigen sich dort intensiv mit der Frage, wie diese Angriffe aufgespürt werden können. Für diesen Zweck haben sie ein Messgerät entwickelt, das in der Lage ist, Stärke, Frequenz und Richtung der elektromagnetischen Attacke zu bestimmen. Die Anforderungen an die Technik sind groß: Der Detektor muss sehr hohe Feldstärken mit sehr kurzen Impulsen erfassen und darf selbst nicht gestört oder beschädigt werden.

Art, Ort und Dauer der Attacken identifizieren

Zum Demonstrator des INT gehören vier spezielle Antennen, die das Umfeld des zu schützenden Objekts abtasten. Jede deckt einen Bereich von 90 Grad ab und spürt alle Arten von elektromagnetischen Quellen auf. Ein Hochfrequenzmodul bereitet die Signale für eine Messung auf, die ermittelt, wann sich der elektromagnetische Impuls ein- und ausschaltet. Ein per Lichtwellenleiter angeschlossener Computer in einer Überwachungsleitstelle errechnet dann die Werte des Signals und stellt sie auf einem Bildschirm dar. »Wie mit einem sechsten Sinn identifizieren wir Art und Ort der unsichtbaren Angriffsquelle sowie die Dauer der Attacke. Die Betroffenen können diese Informationen verwenden, um rasch geeignete Schutzmaßnahmen einzuleiten«, erklärt Jöster.

Die Bedrohungsszenarien sind real: Kriminelle stören Computernetze von Banken, Börsen oder Unternehmen. Sie sorgen für Verwirrung, um Kontrollpunkte zu passieren oder Alarmanlagen zu überwinden, damit sie in gesicherte Bereiche eindringen können. Einzelne Fälle solcher Angriffe sind bereits dokumentiert: In Berlin knackten Diebe mit Hilfe elektromagnetischer Wellen die Sicherheitssysteme von Limousinen. Ihre Waffen sind nicht größer als ein Koffer. »High Power Microwave«-Quellen eignen sich zum Beispiel für derartige Attacken. Je nach Feldstärke kann der Angreifer mit diesen »Hochleistungsmikrowellen« mehrere Meter vom Angriffsziel entfernt sein. »Abgestellt am richtigen Ort genügt es dann, einen Knopf zu drücken, der den Impuls auslöst.

Ähnlich wie in Ocean's Eleven oder Matrix können dann elektronische Systeme im nahen Umkreis ausfallen oder beschädigt werden«, beschreibt Jöster die Gefahr.

Elektronische Geräte halten eine gewisse Strahlung aus. Gemessen wird das in Volt pro Meter (V/m) – der »elektromagnetischen Verträglichkeit« (EMV). Sonst würden sie nicht zuverlässig funktionieren, jedes Gerät andere in unmittelbarer Umgebung stören. Je nach Einsatzgebiet müssen sie deswegen bestimmte EMV-Grenzwerte erfüllen. Für Anwendungen in der Industrie sind diese deutlich höher als für Alltagsgegenstände wie Smartphones, Fernseher oder Stereoanlagen. Ein Beispiel sind sicherheitsrelevante Bereiche in der Automobiltechnik. »Die Bedeutung von elektronischen Bauteilen wird in Zukunft weiter zunehmen. Die einzelnen Geräte komplett vor elektromagnetischen Strahlen zu schützen, wäre zwar theoretisch möglich, jedoch viel zu teuer. Gefragt sind Systeme, die solche Angriffe aufspüren. Denn nur wer weiß, was ihn angreift, kann darauf auch richtig reagieren«, so Jöster.



Handwerkszeug für die Abwehr elektromagnetischer Angriffe (v.l.n.r.): ein Antennenset (auf Stativ) zum Abtasten der Umgebung, ein Radiowellen-Messgerät zum Verarbeiten der Signale und ein Computer, der die relevanten Daten ausrechnet.
(© Fraunhofer INT) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Hightech-Sportschuh für ungetrübten Laufspaß

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2013 || Thema 3

Kaum eine Sportart ist so beliebt wie Joggen. In Deutschland trainieren rund 10 Millionen Menschen regelmäßig. Kein Wunder, denn Laufen ist ideal, um Spannungen und Stress abzubauen, überschüssiges Fett loszuwerden und seine Ausdauer zu stärken. Wer läuft, stabilisiert sein Immunsystem, beugt Herz-Kreislauf-Krankheiten vor, baut Muskeln auf. Doch trotz der zahlreichen positiven Effekte ist Joggen auch ein Trendsport mit unerwünschten Nebenwirkungen – die Zahl der Laufverletzungen und Gelenkbeschwerden nimmt zu. Besonders im unebenen Gelände oder bei Ermüdung riskieren Läufer, umzuknicken und sich am Sprunggelenk zu verletzen. Bänderüberdehnungen oder gar ein Bruch des Außengelenks sind die Folge. Wer seine Kondition überschätzt oder die Muskulatur nicht aufwärmt, muss das Training nicht selten mit Knieschmerzen, Muskelzerrungen und -faserrissen abbrechen.

Um solchen Beschwerden bereits während des Trainings vorzubeugen und Verletzungen zu vermeiden, entwickeln Forscher vom Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS in Dresden im EU-Projekt RUNSAFER gemeinsam mit fünf Partnern einen speziellen Laufschuh (www.runsafer.eu). In die Schuhsohle integrierte Sensoren und Mikroelektronik sollen die biomechanischen Daten des Sportlers messen und seine Lauftechnik anhand der Werte in Echtzeit bewerten. »Pulsuhren und Pulsbrustgurte zeichnen lediglich Vitalparameter wie Atmung und Herzfrequenz auf. Unser Laufschuh hingegen bewertet medizinisch und kontrolliert das Training während des Joggens. Beispielsweise informiert er den Läufer bei einer falschen Fußstellung, einer einseitigen Belastung oder warnt bei Erschöpfungszuständen und Überlastungen. Ein vergleichbares Messgerät gibt es bislang noch nicht«, sagt Dr.-Ing. Andreas Heinig, Wissenschaftler am IPMS.

Smartphone-App gibt Feedback zur Trainingsleistung

Das Mess-System lässt sich mühelos in die Schuhsohlen integrieren und herausnehmen. Zum Aufladen wird das Schuhpaar auf ein Ladegerät gestellt, das mitgeliefert wird. Zum System gehören Mikrocontroller, Funkmodul und Batterie ebenso wie Beschleunigungs- und GPS-Sensoren, die biomechanische Körpersignale sowie die Geschwindigkeit des Läufers ermitteln und die Daten per Bluetooth an sein Smartphone übertragen. Eine Smartphone-App wertet die Daten mithilfe spezieller Algorithmen in Sekundenschnelle aus und gibt dem Sportler Rückmeldungen über seine Trainingsleistung. Falls erforderlich schlägt die App Änderungen im Bewegungsmuster oder im Trainingsablauf vor.

»Beispielsweise könnte sie empfehlen, langsamer zu laufen, den Fuß anders abzurollen, sich auf einen anderen Untergrund zu begeben oder notfalls das Training zu beenden«, beschreibt Heinig die möglichen Hinweise. Zudem werden die Messwerte während des Laufens vom Smartphone auf ein Webportal übertragen, wo sie nachbearbeitet,

ausgewertet und visualisiert werden. Basierend auf diesen Daten lassen sich maßgeschneiderte Trainingspläne mit personalisierten, ständig aktualisierten Leistungszielen erstellen.

Ein Prototyp des Laufschuhs liegt bereits vor, ebenso wie die Handy-App. Derzeit arbeiten die Forscher an einer noch kleineren Version von Mikroelektronik und Sensorik – eine große Herausforderung, zumal das System wasserdicht, leicht und stabil sein muss. Anfang 2015 soll der Hightech-Schuh in den Handel kommen. Der spanische Hersteller von Sportschuhen und -bekleidung New Millenium Sports SL und RUNSAFER-Projektpartner, Besitzer der Marke Kelme, wird ihn auf den Markt bringen.



Mit einem speziellen Laufschuh können Jogger künftig Verletzungen wie Bänderdehnungen oder Muskelfaserrissen vorbeugen.
(© Fraunhofer IPMS) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Thermoelektrik auf dem Weg zur Industriereife

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2013 || Thema 4

Heute gehen mehr als zwei Drittel der weltweit eingesetzten Primärenergien wie Öl oder Gas als Abwärme verloren. Mit thermoelektrischen Modulen ließe sich ein Teil davon bei Kraftwerken, Industrie- oder Heizungsanlagen sowie Autos nutzen. Die Thermoelektrik gewinnt aus Temperaturunterschieden Strom. Integriert in die Abgasanlage eines Pkw beispielsweise könnten die Module Strom erzeugen und damit die Lichtmaschine des Fahrzeugs entlasten. »Angesichts immer schärferer Umweltregeln der EU ist das auch für die Autohersteller kein uninteressanter Aspekt«, so Dr. Kilian Bartholomé vom Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM in Freiburg.

Doch obwohl die wesentlichen Prinzipien bereits seit fast 200 Jahren bekannt sind, steckt die Technologie noch immer größtenteils in den Kinderschuhen. Es fehlt an effizienten Herstellungsverfahren und geeigneten Materialien. Dem IPM ist dabei jetzt ein großer Entwicklungsschritt gelungen. Die Forscher haben gezeigt, dass Halb-Heusler-Verbindungen – ein für thermoelektrische Prozesse sehr gut geeignetes Material – wesentlich effizienter und kostengünstiger hergestellt werden können, als das bisher möglich war. Im vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten Projekt »thermoHEUSLER« arbeiteten sie mit der Robert Bosch GmbH, dem Institut für Anorganische Chemie und Analytische Chemie der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, der Vacuumschmelze in Hanau und der Isabellenhütte in Dillenburg zusammen.

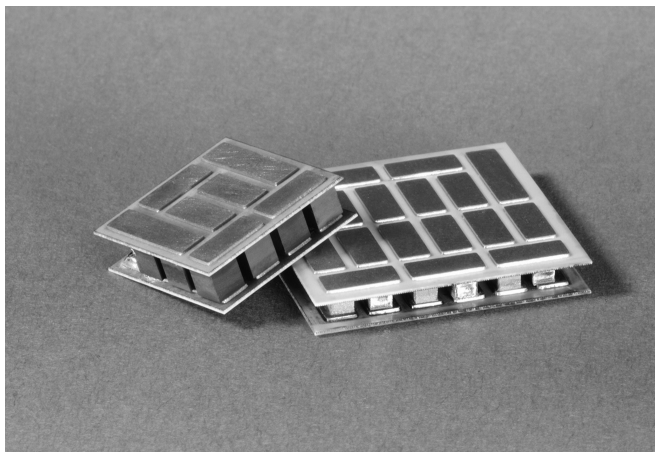
»Halb-Heusler-Verbindungen eignen sich besonders gut für die thermoelektrische Anwendung. Sie erfüllen – fast – alle dafür notwendigen Kriterien«, erläutert Projektleiter Dr. Benjamin Balke von der Universität Mainz, Experte für die Materialentwicklung. »Die Metalllegierungen bestehen aus weit verbreiteten Rohstoffen, zum Beispiel Nickel, sind wesentlich umweltverträglicher als bisher eingesetzte Materialien, verfügen über gute thermoelektrische Eigenschaften und halten hohe Temperaturen aus.«

Effizientes Material im Kilomaßstab hergestellt

Die thermoelektrische Güte messen Ingenieure mit dem »ZT-Wert«. Von der Industrie gefordert werden Werte größer eins. Im Projekt »thermoHEUSLER« haben die Partner jetzt einen Wert von 1,2 erreicht. »Das entspricht den besten bisher veröffentlichten Werten für Halb-Heusler-Verbindungen«, sagt Bartholomé. Entscheidend für die industrielle Anwendung ist es, die im Labor erreichten Effizienzwerte auch in der Massenproduktion zu erreichen. Während »thermoHEUSLER« ist es der Vacuumschmelze und der Isabellenhütte erstmals gelungen, dieses sehr effiziente Halb-Heusler-Material im Kilogrammmaßstab herzustellen. Die dabei synthetisierten Legierungen haben eine lange Tradition: Der deutsche Bergbauingenieur, Chemiker und Namensgeber Friedrich Heusler war einst Leiter der Isabellenhütte.

Thermoelektrische Module sind aus wenigen Millimeter großen Klötzchen zusammengesetzt. Diese bestehen aus zwei unterschiedlichen Typen thermoelektrischen Materials – dem n-Typ und dem p-Typ. Ein Knackpunkt für die Effizienz der Module ist das Design ihrer elektrischen Kontakte. Sie müssen große Temperaturunterschiede vertragen, langzeitstabil sein und gleichzeitig den elektrischen Widerstand möglichst gering halten. Genau das haben die Wissenschaftler im Projekt »thermoHEUSLER« mit einem speziell entwickelten Lötssystem geschafft.

Dass thermoelektrische Module zur Energieeffizienz im Automobil beitragen können, haben verschiedene internationale Konsortien gezeigt. Bis zu 600 Watt elektrische Leistung konnten Prototypen bereits aus der Abwärme am Abgasstrang eines Pkw erzeugen. »In Deutschland waren zu Jahresbeginn fast 60 Millionen Fahrzeuge registriert. Wären diese alle mit den kleinen thermoelektrischen Kraftwerken an der Abgasanlage ausgerüstet, ließe sich theoretisch schon heute Energie in einer Größenordnung einsparen, wie sie ein Kernkraftwerk jährlich produziert. Das entspricht in etwa einer Ersparnis von mehreren Millionen Tonnen CO₂«, so Bartholomé.



Die einzelnen Bausteine thermoelektrischer Module sind nur wenige Millimeter groß. Sie werden aus bestimmten Metalllegierungen – zum Beispiel Halb-Heusler-Verbindungen – herausgesägt. (© Fraunhofer IPM) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Robustere Werkzeuge für den Automobilbau

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2013 || Thema 5

Langsam bewegt sich der metallische Stempel auf das Blechstück zu und drückt es mit einer Kraft von mehreren Tonnen in die Presse. Binnen weniger Sekunden entstehen so Bauteile für die Automobilproduktion. »Tiefziehen« heißt diese spezielle Umformtechnik. Die Automobilindustrie nutzt den Produktionsschritt, um Karosserieteile in die richtige Form zu bringen. Was in der Produktionshalle so leicht und geschmeidig aussieht, belastet die Werkzeuge enorm. Denn beim Pressvorgang entsteht hoher Druck – vor allem an den Ziehkanten. Das sind die Stellen der Umformwerkzeuge, an denen der Werkstoff in die gewünschte Form gezogen wird. Gerade deren Oberflächen verschleiben oft sehr schnell. Um einwandfrei zu funktionieren, müssen die Werkzeuge regelmäßig gewartet und im Extremfall ausgetauscht werden. Manchmal stehen dann teure Produktionsmaschinen bis zu einer Stunde still. Die Presswerkzeuge sind teure, aus speziellen Rohstoffen hergestellte Unikate. Bereits kleine, wenige Zentimeter große Exemplare kosten bis zu 600 Euro.

Gefragt sind Verfahren, die die Lebensdauer der Werkzeuge erhöhen und die Rüstzeiten reduzieren. Eines davon ist das Laserauftragsschweißen. Ein Laserstrahl schmilzt die Werkzeugoberfläche und den Zusatzwerkstoff gezielt auf, so dass eine lokale Schutzschicht auf die Werkzeugoberfläche aufgebracht wird. Dieser Vorgang macht das Edelstahlwerkzeug an kritischen Stellen robuster und widerstandsfähiger. Die Behandlung mit dem Laserstrahl geschieht in wenigen Bruchteilen von Sekunden. Bisher jedoch fehlte ein durchgängiger und reproduzierbarer Prozess für den praktischen industriellen Einsatz. Das haben Forscher des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT in Aachen nun zusammen mit dem Werkzeugbauer Mühlhoff Umformtechnik GmbH sowie weiteren Partnern während der Innovationsallianz »Green Carbody Technologies« InnoCaT® geändert.

Lebensdauer um 150 Prozent erhöht

Die Wissenschaftler bauten eine herkömmliche 5-achsige Fräsmaschine so um, dass mit ihr Umformwerkzeuge automatisch via Laser legiert werden können. Die Anlage lässt sich in den laufenden Produktionsprozess einbetten und sorgt dafür, dass sich die Lebensdauer der Werkzeuge um über 150 Prozent erhöht. Der neue Prozess verbessert die Qualität der Bauteile und ermöglicht, die Rüstzeiten exakter zu planen. Das sind die Ergebnisse des Praxistests bei Mühlhoff. Das Unternehmen mit Stammsitz im nordrhein-westfälischen Uedem produziert mit über 340 Mitarbeitern Blechteile für die Automobilindustrie. Ein eigener Werkzeugbau versorgt die Produktion an den verschiedenen Standorten mit Umformwerkzeugen.

Außer der Anlage zum Laserauftragsschweißen ist die integrierte CAx-Software (CA=Computer-Aided) ein weiteres Herzstück des Systems. Damit lassen sich die notwendigen Prozesse rund um die Laseroberflächenbehandlung reproduzierbar und

übersichtlich steuern. Alle notwendigen Prozessparameter werden schnittstellenlos an die Anlage übermittelt. Bereits im Vorfeld der eigentlichen Bearbeitung kann der Vorgang bis ins Detail simuliert und optimiert werden.

Mehr als 60 Partner aus Industrie und Forschung traten im Jahr 2010 zu InnoCaT® an, um gemeinsam an Innovationen und Synergien entlang der Prozesskette im Automobil zu forschen. Sie durchleuchteten erstmals ganzheitlich und aus Sicht der Ressourceneffizienz, die komplexen Produktionsabläufe – vom Werkzeugbau über das Presswerk und den Karosseriebau bis hin zur Lackierung der Rohkarosserie. In fünf Verbund- und 30 Teilprojekten entstanden bis zum Abschluss im Sommer dieses Jahres technische Lösungen sowie ganzheitliche Ansätze, die Energie- und Ressourceneffizienz steigern.

Die Forscher zeigen den Prozess vom 3. bis 6. Dezember auf der Messe Euromold in Frankfurt am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand in Halle 11, Stand C 68



Das optimierte Umformwerkzeug der Mühlhoff Umformtechnik GmbH ist robuster als bisher – dank Laserauftragsschweißen. Das Bild zeigt das eingesetzte Maschinensystem. (© Fraunhofer IPT) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Bessere medizinische Erstversorgung bei Katastrophen

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2013 || Thema 6

Bei Naturkatastrophen, Terroranschlägen, Unfällen in Chemieanlagen oder Zugunglücken zählt jede Sekunde. Von der Koordination der Rettungsdienste hängen viele Menschenleben ab. Je besser die Einsatzkräfte miteinander kommunizieren, desto mehr Opfer können gerettet werden. Je zügiger die Erstsichtung der Betroffenen erfolgt, bei der sie nach der Schwere ihrer Verletzungen gekennzeichnet werden, desto schneller können sie evakuiert und in umliegende Krankenhäuser verteilt werden. Derzeit erfolgt die Erstsichtung, in der Fachsprache »Triage« genannt, mit Hilfe von farbigen Karten aus Papier, die die Ersthelfer den Opfern anhängen. Die Farbkodierungen (grün, gelb, rot, schwarz) kennzeichnen die Schwere der Verletzung und die Behandlungspriorität. Puls oder Atemfrequenz werden auf den Karten von Hand vermerkt. Die erhobenen Daten zeigen zwar, wie es dem Opfer ging, als die Retter es vorfanden. Aktualisiert werden können diese jedoch manuell nicht. Hinzu kommt, dass die Karten bei ungünstigen Witterungsbedingungen leicht beschädigt werden können.

Eine bessere medizinische Erstversorgung, ein optimiertes Notfallmanagement und ein effektiveres Vorgehen der Rettungskräfte bei Großunfällen soll daher im EU-Projekt BRIDGE vorangetrieben werden (www.bridgeproject.eu). Die EU unterstützt das Projekt mit 13 Millionen Euro. Verantwortlich für die technische Gesamtkoordination ist das Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT in Sankt Augustin. Mit dem eTriage-System entwickeln die Forscher vom FIT ein System, das die Karten aus Papier ersetzen soll. Es übernimmt die Ortung der Verletzten und übermittelt deren Vitaldaten wie Puls, Atemfrequenz und Blutsauerstoff in Echtzeit an die Einsatzleitstellen.

Notfallmanagement mit GPS und RFID

eTriage besteht aus mehreren Komponenten: Anstelle der Papierkarten versehen Ersthelfer die Verletzten mit farbkodierten Armbändern aus leichtem, biegsamen Plastik. Diese Triage-Armbänder, Herzstück des Systems, umfassen einen GPS-Sensor, einen RFID-Chip sowie ein Netzwerkteil für die Kommunikation mit dem Datennetz. Unversehrte Personen erhalten lediglich das Armband mit dem GPS-Sensor, instabile Opfer und Schwerverletzte werden zudem mit am Körper angebrachten Sensoren ausgestattet, die die Vitaldaten an die Leitstelle senden. Das Armband dient als Schnittstelle und Netzwerkknoten. Die Daten können über ein ZigBee – ein langsames, aber weitreichendes und sparsames Funknetz – aber auch per WLAN oder über das Mobilfunknetz übertragen werden.

»Dies ist ein großer Vorteil, denn bei Katastrophen ist es oft die Kommunikation, die zuerst zusammenbricht. Wir benutzen die anderen Netze, wenn sie da sind, aber wenn nicht, dann bauen wir einfach unser unabhängiges, voll funktionierendes ZigBee-Netz. Die Infrastruktur dafür ist schon in den Armbändern enthalten. Sie funktioniert auto-

matisch, man muss keine extra Arbeit hineinstecken«, erläutert Erion Elmasllari, Wissenschaftler am FIT. Am Gürtel der Ersthelfer angebrachte Triage-Relays dienen zudem als Zwischenspeicher, Datenbackup und -sender, sollte das ZigBee-Netz doch einmal ausfallen.

Die vom Triage-Armband übertragenen Daten werden auf einem Tablet PC oder Smartphone visualisiert. Eine Kartenansicht und eine Augmented-Reality-Ansicht verschaffen Ersthelfern und Einsatzleitern einen schnellen Überblick über die Lage vor Ort. Per Klick auf Icons, die farblich mit denen der Armbänder korrespondieren, erhalten sie alle Angaben über die Position der Opfer, den Gesundheitszustand, Verletzungsgrad und die Körpersignale. Die Retter erkennen sofort, wo sich die meisten Schwerverletzten befinden. Sie können umgehend entscheiden, in welche Krankenhäuser die Opfer gebracht werden müssen, ob eine Versorgung vor Ort ausreicht oder ob Hubschrauber angefordert werden müssen. »Mit unserem eTriage-System ist ein mit rot kategorisiertes schwerverletztes Opfer spätestens nach 30 Sekunden gemeldet und kann sofort abtransportiert werden. Bei der herkömmlichen Papier-Methode dauert es bis zum Abtransport oftmals bis zu 30 Minuten«, sagt Elmasllari.

Die Zuverlässigkeit des Systems konnten die Forscher live bei einer fünfstündigen Großkatastrophen-Übung unter Beweis stellen – einem simulierten Terroranschlag auf ein Fährterminal im Oktober dieses Jahres im norwegischen Stavanger. Bei dem Großeinsatz mit 350 Opfern, 50 Ersthelfern, 30 Krankenwagen, mehreren Hubschraubern und einer mobilen Leitstelle funktionierte das Zusammenspiel der Triage-Komponenten einwandfrei. Nächstes Etappenziel: In einem zweimonatigen Langzeittest bei einer Hilfsorganisation wollen die Forscher demonstrieren, wie sich mit eTriage die Patientenversorgung beschleunigen, Logistikprozesse verbessern und Rettungsabläufe optimieren lassen.



Die Kodierungen der Armbänder signalisieren die Schwere des Verletzungsgrads. Die Ersthelfer können umgehend entscheiden, ob das Opfer in ein Krankenhaus gebracht werden muss oder ob es vor Ort versorgt werden kann. (© Fraunhofer FIT) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Freie Fahrt auf der Datenautobahn

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2013 || Thema 7

Auf unseren Datenautobahnen wird es immer voller: 4,3 Mrd Gigabyte schickten die Deutschen 2012 laut Bundesnetzagentur via Breitband durch das virtuelle Verkehrsnetz. Rund 140 Mio Gigabyte wurden zusätzlich über die Mobilfunknetze übertragen. Gleichzeitig steigen die Ansprüche an die Übertragungsqualität und -schnelligkeit. Vor allem durch datenintensive Anwendungen wie etwa Multimedia-Inhalte sind heutige Kommunikationsnetze oft bis an ihre Kapazitätsgrenzen ausgelastet – es drohen Staus auf der Datenautobahn. Nur eine verbesserte Infrastruktur wird künftig in der Lage sein, die steigende Flut an Bits und Bytes schnell und zuverlässig zu transportieren. Doch wie im »realen« Verkehr kann man nicht einfach neue Straßen bauen. »Das verfügbare Funkfrequenzspektrum ist vielerorts schon weitgehend ausgeschöpft. Das bedeutet, wir müssen die vorhandenen Frequenzen effizienter nutzen«, erklärt Dr. Klaus-Dieter Langer vom Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI in Berlin. Gleiches gilt für das Festnetz: Vorhandene Kapazitäten mit modernster Technik auszuschöpfen ist oft günstiger als das Verlegen neuer Leitungen.

Langer und sein Team arbeiten deshalb daran, mehr Information in weniger Bandbreite zu übertragen. Dabei erproben die Berliner Forscher für die Übertragungstechnik bei Glasfasern neue Modulationsformate. Das sind Methoden, um möglichst viele Bits in einer Frequenzeinheit unterzubringen. Das einfachste Modulationsformat besteht aus einer Abfolge der Werte 0 und 1, was durch Ein- und Ausschalten des Übertragungssignals erreicht wird. Die Forscher fügen in ihren Konzepten beispielsweise noch mehrere Zwischenwerte ein, um eine höhere Bitrate zu erreichen. »Gerade komplexe Modulationsformate erscheinen in der Theorie oft recht vielversprechend, zeigen aber dann im Versuch unerwartete Effekte«, sagt Langer. Um neue Übertragungstechniken auf ihre Praxistauglichkeit zu testen, nutzt man üblicherweise Signalgeneratoren, wie sie auch in der Schaltungsentwicklung zum Einsatz kommen. Ausgefeiltere Versionen – »Arbitrary Waveform Generatoren«, kurz AWG – sind in der Lage, beliebige Signalfolgen zu kreieren. Ein derartiges Werkzeug kann Forschern und Entwicklern die Arbeit erheblich erleichtern. »Sonst müsste man für die benötigten Signale spezifische Schaltungen konstruieren. Das wäre gerade bei komplizierten Signalformen aber viel zu aufwändig«, erklärt Langer.

Weltweit schnellstes Analysegerät zum Test von Übertragungstechniken

Das Berliner Institut hat den derzeit schnellsten AWG weltweit entwickelt. Bei 70 GSa/s – 70 Milliarden Abtastwerten pro Sekunde – lassen sich beliebige Szenarien mit sehr hohen Datenraten und Signalfrequenzen unkompliziert und schnell durchspielen. Grundlage sind zwei Digital-Analog-Wandler mit jeweils 35 GSa/s und der höchsten auf dem Markt erhältlichen Bandbreite. Ursprünglich hatten die HHI-Forscher ein Vorläufergerät für den Eigenbedarf entwickelt – auf Grund des hohen Interesses steht die Technologie mittlerweile aber auch Kunden des Instituts offen. Mit dem High-End-AWG

lassen sich auch bestehende Übertragungsverfahren verbessern: »Wir können beispielsweise das Signal gezielt verschlechtern und damit herausfinden, wie tolerant die Übertragung gegenüber Signalschwankungen ist und wo es Schwachstellen gibt«, so Langer.

Die Erkenntnisse tragen dazu bei, die Übertragungstechniken für bestehende Breitband- und Funknetze zu verbessern und so die steigende Datenflut bewältigen zu können. »Dabei spielt die Schnelligkeit und die Energieeffizienz eine Rolle – zum Beispiel bei großen Datacentern, wie von Google«, so Langer. Aber auch für die Weiterentwicklung von Endgeräten steigt der Bedarf an hocheffizienten Übertragungsverfahren – sie bilden die Grundlage für schnellere Computer und kleinere, leistungsfähigere Geräte.



Der Arbitrary Waveform Generator des HHI testet mit 70 Milliarden Abtastwerten pro Sekunde neue Übertragungsformate schnell und unkompliziert.
(© Fraunhofer HHI) | Bild in Farbe und Druckqualität:
www.fraunhofer.de/presse

Stoßdämpfer nach Belieben einstellen

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2013 || Kurzmeldungen

Auf unebenen Straßen haben Stoßdämpfer viel zu tun. Doch während der eine Autofahrer sportlich fahren möchte – also mit harter Dämpfung, dafür aber mit besserer Kurvenlage – bevorzugt der andere einen höheren Komfort. Mit magnetorheologischen Stoßdämpfern kann man die Dämpfung stufenlos anpassen. Das Prinzip: Eine stromdurchflossene Spule im Kolben des Stoßdämpfers erzeugt ein Magnetfeld, durch das sich eine Flüssigkeit versteift. Dabei gilt: Je stärker das Magnetfeld, desto steifer wird die Flüssigkeit und desto härter fällt die Dämpfung aus. Bei mittlerer Dämpfung verbraucht das System etwa 20 Watt. Bei Stromausfall fällt die Dämpfung in den weichsten Zustand zurück.

Forscher vom Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC in Würzburg haben einen Stoßdämpfer mit verbesserter Ausfallsicherheit entwickelt. Der Clou: Ein Permanentmagnet sorgt für ein ständiges Magnetfeld und damit für eine mittlere Dämpfung – und das ohne elektrische Energie. Nur dann, wenn die Dämpfung gesteigert oder gesenkt werden soll, wird die Spule zugeschaltet, die das Magnetfeld stärkt oder schwächt. Eine weitere neue Technologie basiert auf einem schaltbaren Magneten. Dabei reicht ein kurzer Strompuls in der Spule aus, um die Magnetisierung bedarfsgerecht einzustellen. Dies spart Energie, wenn die Dämpfung nur ab und zu geändert werden soll – etwa bei veränderter Beladung des Fahrzeugs.

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC

Neunerplatz 2 | 97082 Würzburg | www.isc.fraunhofer.de

Kontakt: Dr. Holger Böse | Telefon +49 931 4100-203 | holger.boese@isc.fraunhofer.de

Presse: Marie-Luise Righi | Telefon +49 931 4100-150 | marie-luise.righi@isc.fraunhofer.de

Laserschweißen als Innovationsmotor

Kann ein Laser inmitten stampfender Maschinen präzise schweißen? Der Prototyp eines neuen Laserschweißgeräts, entwickelt im EU-Projekt Orbital, hat jetzt den Härtestest bestanden: Bei den Firmen INTEGASA und ENSA, die in Spanien Wärmetauscher für die Schwerindustrie produzieren, hat er sich unter den harten Bedingungen des Werksalltags als zuverlässig erwiesen. Er soll die Schweißpistolen ersetzen, die traditionell in der Produktion eingesetzt werden, um die gelochten Rohrböden mit tausenden von Rohren zu verschweißen. Ein zeitaufwändiges Verfahren – europäische Produzenten können sich heute kaum noch gegen die Konkurrenz aus Billiglohnländern behaupten.

Künftig erledigt der Laser den Job: Schnell, präzise und punktgenau werden Grundplatte und Rohr aneinandergeschweißt. Schon nach wenigen Sekunden steuert der Roboterarm, der den Bearbeitungskopf transportiert, das nächste Loch an. »Der Prototyp kann sogar Materialien verschmelzen, die als schwer zu schweißen gelten«, so Patrick Herwig vom Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dres-

den, der im EU-Projekt den Schweißkopf designte und erprobte. Bei der Herstellung von beispielsweise Wärmetauschern sind exotische Material-Kombinationen gefragt. In der chemischen Industrie nutzt man sie, um heißen, aggressiven Lösungen Wärme zu entziehen. Die Rohre müssen daher innen korrosionsbeständig sein. Auf der anderen Seite, im Tank, befindet sich eine chemisch neutrale Flüssigkeit, die Wärme aufnimmt. Hier lassen sich kostengünstige Materialien einsetzen. Wo Tank und Rohre aufeinander stoßen, müssen die unterschiedlichen Werkstoffe verbunden werden. Klassische Schweißtechnik stößt hier an ihre Grenzen, mit dem Laser lässt sich das bewältigen.

Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

Winterbergstr. 28 | 01277 Dresden | www.iws.fraunhofer.de

Kontakt: Dipl.-Ing. Patrick Herwig | Telefon +49 351 83391-3199 | patrick.herwig@iws.fraunhofer.de

Presse: Dr. Ralf Jäckel | Telefon +49 351 83391-3444 | ralf.jaeckel@iws.fraunhofer.de

Brennstoffzelle produziert Strom aus Methan

Die Faultürme des Dresdner Klärwerks sind weithin sichtbar. In ihnen steckt ein zäher, brauner, rund 38 Grad Celsius warmer Schlamm, aus dem Methan gewonnen wird. Dieses Klärgas treibt ein Blockheizkraftwerk an. So deckt die Abwasseranlage 60 Prozent ihres Strombedarfs selbst. Eine Menge, die genügen würde, um bis zu 16 000 Haushalte mit Elektrizität zu versorgen. Aber es lässt sich noch mehr aus dem Gas herausholen. »Im Vergleich zu einem Blockheizkraftwerk ist der Wirkungsgrad von Brennstoffzellen deutlich höher«, erklärt Matthias Jahn vom ortsansässigen Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS. Während mit der konventionellen Technik allenfalls ein Wirkungsgrad von 40 Prozent erreicht wird, und der Rest als Wärme verloren geht, sind mit der Brennstoffzelle 50 Prozent möglich. »Die Technologie der Blockheizkraftwerke ist weitgehend ausgereizt, aber bei der Brennstoffzelle gibt es noch Luft nach oben«, so Jahn.

Derzeit testen Jahn und sein Team eine Festoxidbrennstoffzelle (SOFC) unter realen Bedingungen an der Dresdner Kläranlage. Die SOFC arbeitet nicht mit energieintensiv gewonnenem Wasserstoff, sondern mit dem Klärgas der Stadtentwässerung. »Unser System läuft auch dann stabil, wenn der Methangehalt zwischen 30 und 70 Prozent schwankt«, erklärt Jahn. Das im Biogas vorhandene Kohlendioxid muss nicht abgetrennt werden, sondern wird im Prozess genutzt. Das ermöglicht eine höhere Flexibilität der Brenngaszusammensetzung: Es können auch Speise- und Marktabfälle, Rückstände aus der Lebensmittelherstellung oder der Inhalt der häuslichen Biotonne vergoren werden.

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

Winterbergstr. 28 | 01277 Dresden | www.ikts.fraunhofer.de

Kontakt: Matthias Jahn | Telefon +49 351 2553-7535 | matthias.jahn@ikts.fraunhofer.de

Presse: Katrin Schwarz | Telefon +49 351 2553-7720 | katrin.schwarz@ikts.fraunhofer.de
