

FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2015 ||

1 Hautkrebs schnell erkennen

Der »Schwarze Hautkrebs« ist aggressiv und lebensbedrohlich. Wird er nicht frühzeitig erkannt, sinken die Heilungschancen – doch die Vorsorgeuntersuchungen sind kompliziert. Fraunhofer-Forscher haben mit mehreren Projektpartnern ein Assistenzsystem entwickelt, das Dermatologen bei der Diagnostik unterstützt.

2 Holz-Kunststoff-Möbel mit Flammschutz

Holz ist ein beliebtes Material für Wohnungseinrichtungen. Da es Wasser aufnimmt, können Möbel aus dem Naturstoff in Bädern jedoch fleckig werden oder modern. Fraunhofer-Forscher haben mit Partnern einen Werkstoff aus einem Holz-Kunststoff-Gemisch für den Möbelbau entwickelt. Er ist feuchteresistent und flammgeschützt.

3 Umweltfreundlicher Strom mit Rotorblättern aus Metall

Windräder liefern umweltfreundlichen Strom. Die bei sehr großen Rotorblättern oft verwendeten, faserverstärkten Kunststoffe lassen sich kaum wiederverwerten. Anders bei Blättern aus Stahl: Ihre Recyclingquote liegt werkstoffbedingt bei über 90 Prozent. Zudem sind sie deutlich kostengünstiger als ihre Gegenstücke aus Kunststoff.

4 Tumorzellen im Blut automatisch zählen

Grundlagenforscher aus Biologie und Medizin nutzen seit 40 Jahren die Durchflusszytometrie, eine Art »Zellzähler« für die Krebsanalyse. Doch die Geräte sind groß, teuer und lassen sich nur von Experten bedienen. Das Zytometer PoCyton von Fraunhofer-Forschern dagegen ist preisgünstig, klein wie ein Schuhkarton und automatisiert.

5 Radiowellen aus dem Weltraum genauer empfangen

Geodäsie ist die Wissenschaft von der Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche. Eine Messmethode nutzt Radiowellen von weit entfernten astronomischen Objekten, um etwa die Bewegung der Erdplatten zu ermitteln. Ein neuer rauscharmer Hochfrequenzverstärker verspricht die dafür nötigen Radioteleskope leistungsfähiger zu machen.

6 Ökonomische und effektive Sicherheitskonzepte

Betreiber von Infrastrukturen wie Energienetzen oder Flughäfen müssen hohe Sicherheitsstandards erfüllen – doch der finanzielle Spielraum dafür ist begrenzt. Fraunhofer-Forscher haben in einem EU-Projekt ein Analysewerkzeug entwickelt, mit dem sich evaluieren lässt, wie effektiv und wirtschaftlich Sicherheitsmaßnahmen sind.

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 66 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Knapp 24 000 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 | Redaktion: Beate Koch, Britta Widmann, Tobias Steinhäuser, Tina Möbius, Janine van Ackeren | 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.

Hautkrebs schnell erkennen

Jedes Jahr erkranken laut der Deutschen Krebsgesellschaft rund 200.000 Menschen an Hautkrebs. Besonders gefährlich ist der »schwarze« Hautkrebs: Dringt dieser erst einmal in tiefere Hautschichten ein, sinken die Heilungschancen auf unter 10 Prozent. Regelmäßige Vorsorgeuntersuchungen sind der einzige Weg, um kritische Hautveränderungen frühzeitig zu erkennen. Der Arzt inspiziert dazu mit einem Dermatoskop – einem Mikroskop, mit dem er bis in tiefere Hautschichten hinein sehen kann – atypische Leberflecken, Experten nennen sie Nävuszellnävi, auf Merkmale wie Größe, Textur und Umrandungen und beobachtet, ob sie sich im Laufe der Zeit verändern. Da die meisten Menschen viele davon haben, ist das eine zeitaufwändige Prozedur. Zudem ist es schwierig, Veränderungen wie etwa das Wachstum einzelner Leberflecke im Auge zu behalten, da sie der Arzt bei der nächsten Untersuchung oft nicht zweifelsfrei identifizieren kann.

Ganzkörperscanner unterstützt Hautdiagnostik

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF entwickelten auf Initiative und gemeinsam mit der Universitätsklinik für Dermatologie und Venerologie Magdeburg sowie den Partnern Dornheim Medical Images GmbH und Hasomed GmbH einen dermatologischen Ganzkörperscanner, der Ärzte künftig bei der Hautdiagnostik unterstützen soll: »Der Scanner liefert standardisierte Daten, um die Haut zu beurteilen. Er ermöglicht zugleich eine verbesserte Verlaufsdokumentation jedes einzelnen aufgefallenen Leberflecks«, sagt Dr. Christian Teutsch vom IFF. Zu Beginn der Untersuchung wird die Hautoberfläche des Patienten aus verschiedenen Positionen gescannt und in etwa 100 Einzelbilder unterteilt. Solche bildbasierten Dokumentationen gibt es bereits. »Der Knackpunkt ist aber, dass man allein anhand der Aufnahmen die tatsächliche Größe und Wachstumsveränderungen nicht eindeutig erkennen kann«, erklärt Teutsch. Der Dermascanner erstellt daher zusätzlich 3D-Messdaten, die mit den 2D-Aufnahmen fusioniert werden. Dadurch wird jedem einzelnen Pixel im Bild ein Maßstab zugeordnet. Damit dies funktioniert, integrieren die Experten mehrere 3D-Sensoren in den Scanner. Die Sensoren und Kameras werden kalibriert, so dass ihre räumliche Lage exakt bekannt ist. Treffen nun Lichtstrahlen aus der Kamera auf den Leberfleck, kann man ihnen einen genauen 3D-Abstand zuordnen. Selbst wenn verschiedene Aufnahmen nicht aus der exakt gleichen Entfernung aufgenommen wurden – was kaum möglich ist – kann der Arzt anhand des Maßstabs die tatsächlichen Größenverhältnisse eindeutig bestimmen. Die Messdaten und Bildaufnahmen werden in eine Analysesoftware eingespeist, dort ausgewertet und durch eine automatische Klassifizierung vorsortiert. Existieren Verlaufsaufnahmen früheren Datums, vergleicht die Software diese mit den aktuellen Bildern. »Mit unserer Technologie erkennt man ein Wachstum ab einem halben Millimeter«, sagt Teutsch. Ein weiterer Vorteil: Die 3D-Messdaten erlauben dem Arzt eine eindeutige Re-Lokalisierung jedes einzelnen Leberflecks.

.....
FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2015 || Thema 1
.....

»Es kommt häufig vor, dass ein einzelner Patient mehrere hundert Leberflecke aufweist«, berichtet Prof. Dr. Harald Gollnick, Direktor der Universitätsklinik für Dermatologie und Venerologie. Wenn sich ein solcher Hochrisikopatient nach einiger Zeit erneut beim Arzt vorstellt, lässt sich bei einer mit Pigmentmalen übersäten Haut mit herkömmlichen Untersuchungsmethoden nicht nachvollziehen, ob Stelle und Größe der Leberflecke noch identisch sind. Gollnick: »Mit dem neuen Ganzkörper-Hautkrebs-Früherkennungssystem ist erstmals eine annähernd standardisierte Beurteilung von Zustand und Veränderungen der Haut möglich.«

»Die Diagnose selbst ist und bleibt Sache des Arztes«, betont Teutsch. Dazu stehen dem Arzt sowohl die Messergebnisse als auch die Bildaufnahmen mit einer zusätzlichen 3D-Tiefenkarte zur Verfügung, auf der die Entfernung der einzelnen Pixel in der Aufnahme verzeichnet ist. Da schon minimale Veränderungen eines atypischen Leberflecks von Bedeutung sein können, müssen die Mess- und Bilddaten zu jedem Zeitpunkt und auch zwischen verschiedenen Geräten vergleichbar sein. Ein weiterer wichtiger Aspekt der Entwicklung war daher die Standardisierung des Dermascanners – ebenfalls eine Expertise des IFF: »Wir kalibrieren alle relevanten Bestandteile wie zum Beispiel Lichtquellen und rechnen die Bildaufnahmen in einen einheitlichen Farbraum um«, erklärt Teutsch. Dies stellt sicher, dass Effekte wie etwa ein Nachlassen der Leuchtstärke im Laufe der Zeit die Ergebnisse nicht beeinflussen.

Der Dermascanner steht kurz vor der Marktreife, erste Pilotanlagen wurden realisiert. Kürzlich wurde das Projektteam zudem für seine Entwicklung vom Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft mit dem Hugo-Junkers-Preis 2014 für Forschung und Innovation aus Sachsen-Anhalt ausgezeichnet (www.hugo-junkers-preis.de). Nun steht die Suche nach Investoren an, um den Hautscanner in die Serienproduktion zu bringen.



Mit dem Dermascanner wird die Hautoberfläche des Patienten aus verschiedenen Positionen gescannt und in rund 100 Einzelbilder unterteilt. (© Dirk Mahler/Fraunhofer IFF) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Holz-Kunststoff-Möbel mit Flammschutz

FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2015 || Thema 2

In Gärten sind Holz-Polymer-Werkstoffe der neue Trend. Der ressourcenschonende Materialmix wird dort vor allem für Terrassendielen verwendet. Aber auch für Fassadenverkleidungen und Sichtschutzzäune haben sich diese Wood-Polymer Composites, kurz WPC, etabliert. Im EU-Projekt »LIMOWOOD« entwickeln Forscher des Fraunhofer-Instituts für Holzforschung WKI in Braunschweig gemeinsam mit Industriepartnern aus Belgien, Spanien, Frankreich und Deutschland feuchteresistente WPC-Plattenwerkstoffe für Möbel, die im Pressverfahren hergestellt werden.

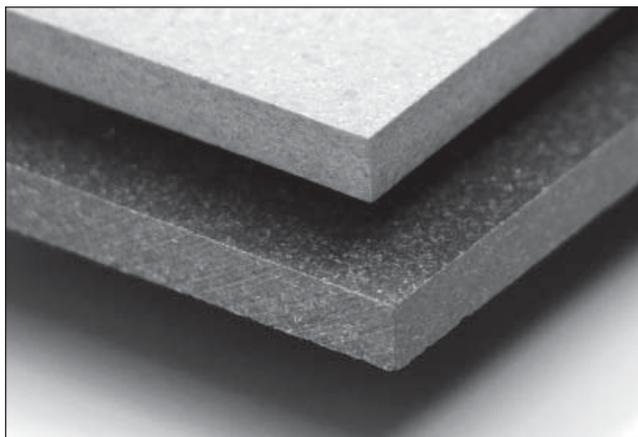
Dieses Material besteht zu etwa 60 Prozent aus Holzpartikeln und zu 40 Prozent aus thermoplastischen Kunststoffen, insbesondere Polypropylen und Polyethylen. Beide Komponenten, Holz und Kunststoff, können auch aus Recyclingströmen stammen. Neben Holz lassen sich weitere lignocellulosehaltige Rohstoffe wie Hanf- oder Baumwollfasern, Reishülsen oder Schalen von Sonnenblumenkernen zur Herstellung von WPC verwenden. Die Werkstoffe sind zu 100 Prozent recycelbar. Zudem produzieren die WKI-Forscher die WPC-Platten ohne formaldehydhaltige Klebstoffe. »Die häufig kritisierten Formaldehydemissionen aus konventionellen Möbelplatten stellen für WPC daher kein Problem dar«, sagt Dr. Arne Schirp, Wissenschaftler am WKI.

WPC-Platten im Test nur schwer entflammbar

Durch die Wahl geeigneter Additive konnten die Forscher ihre WPC-Platten mit einem Flammschutz versehen. Die Rezeptur entwickelten sie zunächst im Labormaßstab. Dabei wurden kommerzielle, halogenfreie Flammschutzmittel verarbeitet und beim Vermischen der Polymere und Additive in der Schmelzphase zugegeben. Zunächst ermittelten die Forscher den Sauerstoffindex bzw. den Limiting Oxygen Index der Prüfkörper. Dieser beschreibt das Brandverhalten von Kunststoffen oder von Holzgefüllten Kunststoffen. Der Sauerstoff-Index stellt die minimale Sauerstoffkonzentration dar, bei der die Verbrennung des Werkstoffs gerade noch aufrechterhalten wird. Je höher der Wert ausfällt, desto schwerer entflammbar ist der Werkstoff. Die besten Ergebnisse erzielten Schirp und seine Kollegen durch Kombinationen von Flammschutzmitteln wie etwa rotem Phosphor und Blähgrafit. Die so ausgerüsteten WPC-Proben zeigten Sauerstoffindizes von bis zu 38 Prozent, wenn gleichzeitig auch flammgeschützte Holzpartikel eingesetzt wurden. Zum Vergleich: Der Sauerstoffindex einer normal entflammbaren Spanplatte liegt bei 27 Prozent, der einer nicht flammgeschützten WPC-Platte bei 19 Prozent. Auch im Kleinbrennertest, bei dem ein Bunsenbrenner an die Prüfkörper gehalten wurde, ließ sich die hohe Flammschutzwirkung der ausgerüsteten WPC-Platten nachweisen. Selbst nach einer Beflammungsdauer von 300 Sekunden entzündeten sich die Platten nicht. Die Referenzprodukte – die Spanplatte und die WPC-Platte ohne Flammschutz – brannten dagegen nach der Beflammung selbstständig weiter.

Das neue WPC-Material zeichnet sich durch eine weitere Besonderheit aus: Es nimmt nur wenig Wasser auf und eignet sich daher auch besonders für den Einsatz in Badezimmern und Küchen. Selbst fünfständiges Kochen übersteht der Werkstoff. Spanplatten waren nach diesem Test komplett zerstört, die WPC-Prüfkörper hingegen intakt. Die Anwendung von WPC findet nur dort ihre Grenzen, wo hohe statische Lasten auftreten. Durch eine geschickte Komponentenauswahl ist es gelungen, hohe Biegefestigkeiten zu erhalten, die die Anforderungen an Spanplatten weit übersteigen.

Die Holz-Polymer-Werkstoffe lassen sich vielseitig herstellen: üblicherweise durch Spritzguss oder durch Extrusion. Das bedeutet, die Komponenten Holzfasern, Thermoplast und Additive werden unter Druck und Temperatur verschmolzen und endlos durch eine Form gedrückt. Schirp und sein Team legten den Fokus auf die Presstechnologie. Dabei entstehen Rohplatten, die für eine Möbelherstellung besonders gut geeignet sind. »Diese haben eine attraktive Holzoptik und lassen sich mit üblichen Schrauben oder durch Kleben zu Möbeln zu verarbeiten. Sie eignen sich für dekorative, nicht tragende Möbelbauteile.« Aber auch der Einsatz des Holz-Kunststoffgemischs für Fassadenverkleidungen, für den Messebau sowie den Innenausbau von Häusern und Schiffen sei denkbar. Mit ihrer Entwicklung zielen die LIMOWOOD-Projektpartner auf eine Marktlücke zwischen teuren und ökologisch bedenklichen Materialien für den Innenausbau und Möbelbau und preisgünstigen Produkten wie Span- und Faserplatten, zu deren Herstellung zurzeit noch überwiegend formaldehydhaltige Klebstoffe eingesetzt werden. Auf der Messe Interzum in Köln werden die Forscher vom WKI vom 5. bis 8. Mai Prototypen ihrer flammgeschützten WPC-Platten präsentieren (Boulevard, B077).



WPC-Platte ohne (oben) und mit (unten) FlammSchutz-ausrüstung. (© Fraunhofer WKI) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Umweltfreundlicher Strom mit Rotorblättern aus Metall

FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2015 || Thema 3

Windkraftanlagen speisen umweltfreundlichen Strom in die Netze. Der überwiegende Teil großer Rotorblätter besteht gewichtsbedingt aus faserverstärkten Kunststoffen. Diese Materialien lassen sich derzeit noch kaum recyceln, die Wiederverwertung ist sehr aufwändig. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz setzen daher auf Metall als Flügelmaterial, insbesondere auf Stahl für kleinere Anlagen. Das höhere Gewicht von Stahlflügeln ist hier noch nicht relevant und kann bei wachsenden Anlagengrößen durch den Einsatz von Leichtmetallen kompensiert werden. Im Projekt »HyBlade« entwickeln sie gemeinsam mit ihren Kollegen der Freien Universität Brüssel die entsprechende Aerodynamik sowie die Prozessketten für die Fertigung. Flügel aus Stahl herzustellen, bietet zahlreiche Vorteile: »Zum einen werden die Windräder deutlich ökologischer, denn Stahl kann zu über 90 Prozent recycelt werden. Mit Metallrotorblättern wird Windkraft daher wirklich umweltfreundlich«, konkretisiert Marco Pröhl, Wissenschaftler am IWU. »Außerdem sinkt der Preis für die Rotorblätter in der Serienfertigung um bis zu 90 Prozent, verglichen mit solchen aus faserverstärktem Kunststoff. Und die Flügel lassen sich genauer fertigen.«

Ein weiterer Nutzen: Sie sind schneller produziert: Parallelisiert man den Prozess – wird also sofort ein neues Blech in die Fertigungslinie eingeschoben, wenn ein Flügel den ersten Fertigungsschritt hinter sich hat – fällt etwa alle 30 Sekunden ein fertiges Rotorblatt vom Band. Bei faserverstärkten Kunststoffen dauert dieser Vorgang dagegen meist mehrere Stunden.

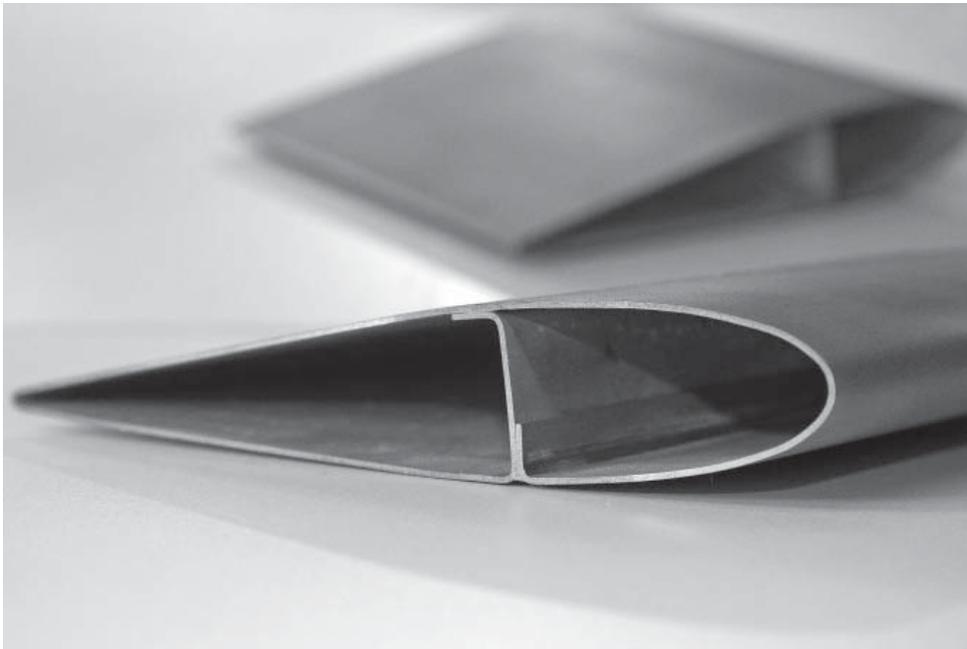
Massentaugliche und automatisierbare Produktionsprozesse

Der Grund für diese Unterschiede liegt in den Fertigungsprozessen. Bei Flügeln aus faserverstärkten Kunststoffen ist oftmals viel Handarbeit notwendig: Zunächst muss eine passende Form für die Flügel hergestellt werden. Je nach Fertigungsvariante legen die Arbeiter Fasermatten in diese Form, injizieren Harz und härten das Teil für mehrere Stunden im Ofen aus. Sie erhalten so zwei Halbschalen, deren Ränder sie zunächst beschneiden und die sie anschließend aufeinander kleben. Diese Schritte lassen sich zwar auch wie in der Blechteilfertigung zeitgleich durchführen – das ändert jedoch nichts an ihrem hohen Zeitbedarf. Man bräuchte Dutzende gleichzeitig laufende Anlagen, wollte man die Flügel ebenso schnell fertigen wie jene aus Metall.

Die Herstellung von Metallrotoren hingegen lässt sich gut automatisieren, denn die Prozesse entsprechen denen der Automobilindustrie. Sie eignet sich daher für die Serienfertigung. Ausgangsmaterial ist ein flaches Stahlblech. Dieses kanten die Forscher mit einem Biegestempel ab, sodass es bereits die typische Flügelform erhält. Die Ränder verschweißen sie mit einem Laser – ein geschlossenes Profil entsteht. Diese Vorform legen die Wissenschaftler in ein Werkzeug mit der späteren Endform, pumpen ein

wiederverwendbares Wasser-Öl-Gemisch ins Innere des Flügels und setzen ihn unter einen Druck von bis zu mehreren Tausend bar. Das entspricht dem Druck in vielen Tausend Metern Wassertiefe. Der Flügel wird quasi aufgeblasen und erhält so seine endgültige Form. »Da wir die Flügel von innen nach außen umformen, können wir alle Ungenauigkeiten aus vorherigen Schritten ausgleichen«, erläutert Pröhl. »Die Geometrie ist beim ersten Produktionsschritt perfekt. Die Flügel geben das ins Werkzeug gefräste Strömungsprofil auf 0,1 Millimeter genau wieder.«

Einen Flügel mit 15 Zentimetern Breite und 30 Zentimetern Länge haben die Forscher bereits hergestellt. An ihm optimierten sie die einzelnen Herstellungsschritte. In einem weiteren Schritt produzieren sie nun einen kompletten Rotor für eine Vertikalachs-Windkraftanlage mit 2,8 Metern Flügellänge und zwei Metern Durchmesser. An der belgischen Küste soll dieser dann zeigen, was er kann: auf einem Testfeld für kleine Windkraftanlagen.



Technologiedemonstrator: Das Rotorblatt aus 1,0 mm Stahlblech mit integrierter, gekanteter Verstärkung wurde mit einem Öl-Wasser-Gemisch in seine endgültige Form gebracht. (© Fraunhofer IWU) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Tumorzellen im Blut automatisch zählen

.....
FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2015 || Thema 4
.....

Ob Chemotherapie oder Bestrahlung – Krebstherapien sind belastend für den Körper. Umso wichtiger wäre es zu wissen, ob die Behandlung wie gewünscht anschlägt. Bislang können Ärzte dies nur über eine Computertomographie feststellen. Schon in etwa zwei Jahren könnte das schneller und einfacher gehen: Dann reicht es, dem Patienten Blut abzunehmen und dieses in das Durchflusszytometer PoCyton zu geben. Ohne weiteres Zutun zeigt das Gerät dem Arzt wenig später automatisch an, wie viele zirkulierende Tumorzellen im Blut schwimmen. Die Zellen werden von den Krebsgeschwüren an das Blut abgegeben und lassen einen direkten Rückschluss auf die Wirkung der Therapie zu: Sinkt ihre Anzahl im Laufe der Behandlung, ist das ein Zeichen, dass sie wirkt.

Schneller, kleiner und leicht zu bedienen

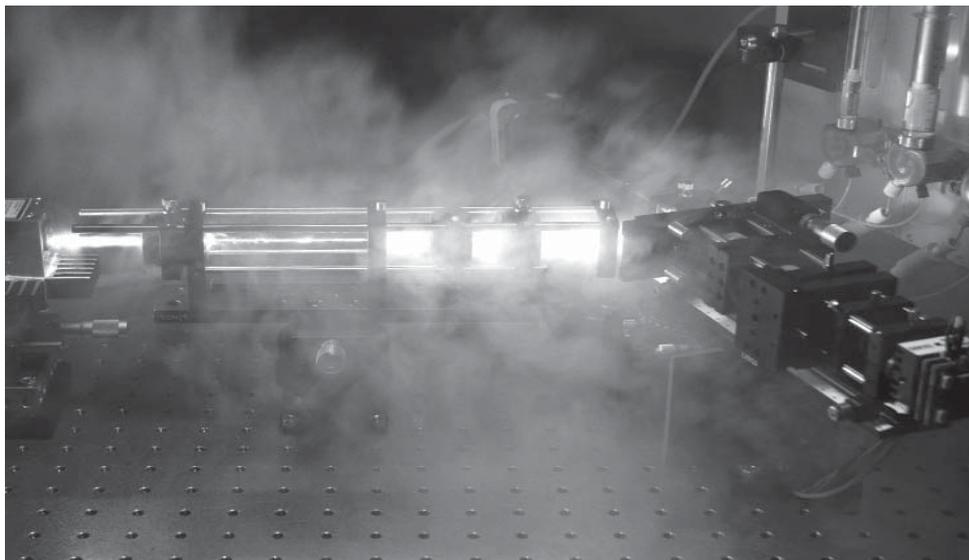
Es gibt bereits Durchflusszytometer, mit denen man die Menge der im Blut zirkulierenden Tumorzellen messen kann. Der Haken: Diese Geräte kosten oftmals bis zu 300.000 Euro und benötigen etwa so viel Platz wie ein bis zwei Waschmaschinen. Zudem nimmt die Untersuchung mehrere Stunden in Anspruch – das Verfahren ist für den Klinikalltag zu teuer und zu zeitintensiv. Ein weiteres Manko: Die Zytometer lassen sich nur von Experten bedienen und müssen täglich kalibriert werden. Anders das PoCyton-Gerät, das Forscher am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie, Institutsteil IMM in Mainz entwickeln. »Mit unserem Durchflusszytometer können wir solche Untersuchungen etwa zwanzigmal schneller durchführen«, sagt Dr. Michael Baßler, Wissenschaftler am ICT-IMM. »Auch die Anschaffungskosten liegen mit wenigen tausend Euro in einer ganz anderen Größenordnung. Damit werden die Geräte für den Klinikbetrieb rentabel.« Weitere Vorteile: Die Forscher haben ihr Durchflusszytometer miniaturisiert, es ist nicht größer als ein kleiner Schuhkarton. Die Messung erfolgt automatisch, eine Kalibrierung ist nicht nötig.

Das Prinzip der Durchflusszytometrie: In das Blut wird ein Fluoreszenzfarbstoff gegeben. Diese Farbstoffmoleküle setzen sich gezielt auf die Tumorzellen, alle anderen Zellen bleiben unmarkiert. Während der Arzt den Farbstoff bisher per Hand in die Blutprobe geben musste, läuft dies bei PoCyton automatisch: Das Blut fließt durch eine Engstelle – alle darin umher schwimmenden Zellen werden somit einzeln an einem Laserspot vorbeigeführt. Dieser lässt die Zellen, die den Farbstoff huckepack tragen – die Tumorzellen – leuchten, das Gerät kann sie erkennen und zählen. Der Clou von PoCyton liegt in diesem »Nadelöhr«. »Wir haben diese Engstelle so ausgelegt, dass der Durchsatz gegenüber der herkömmlichen Zytometrie um den Faktor 20 steigt«, sagt Baßler. Die Geometrie des Nadelöhrs haben die Forscher dabei so gewählt, dass nach wie vor keine Zelle über eine andere passt. So stellen die Wissenschaftler sicher, dass das System jedes vorbeischwimmende Objekt registriert – und sich keine Zelle unter einer anderen verstecken kann. Denn das wäre fatal: Schließlich schwimmen etwa eine Milliarde Objekte in zehn Millilitern Blut. Selbst bei einem schwer erkrankten Patienten sind nur

etwa fünf davon zirkulierende Tumorzellen. Die einzelnen Schritte wie eine ausreichende Sensitivität, die automatische Probenvorbereitung und die Auswertung haben die Forscher bereits im Griff. Nun setzen sie diese Einzelprozesse zu einem Gesamtdemonstrator zusammen. Im Sommer 2015 soll er fertig sein.

Legionellengefahr? Wasserqualität vor Ort überprüfen

Das Potenzial von PoCytion geht über die Messung der Tumorzellen hinaus. Ein Beispiel: Gemeinsam mit den Kollegen der Schweizer Firma rqmicro wollen sie mit dem Gerät im Trinkwasser Legionellen aufspüren. Diese stäbchenförmigen Bakterien können die Legionärskrankheit verursachen – eine Lungenentzündung, die tödlich enden kann. Möchte man überprüfen, wie es um das Trinkwasser in den eigenen vier Wänden bestellt ist, heißt es bislang: Eine Wasserprobe ins Labor schicken und etwa zehn Tage auf das Ergebnis warten. Denn so lange brauchen die Bakterien, die im Wasser enthalten sind, um sich in einer Petrischale ausreichend zu vermehren und gemessen zu werden. »Mit unserem Durchflusszytometer erhalten wir die Analyse in einer Stunde«, so Baßler. Der Handwerker kann das Gerät mitnehmen und das Wasser direkt vor Ort untersuchen. Im Alltag heißt das für ihn: Wasser in das Gerät geben, den Prozess starten, fertig. In etwa zwei Jahren, so der Plan, dürfte die Firma rqmicro das Gerät auf den Markt bringen.



Im rechten Bereich des Bildes befindet sich der Messkanal, das Herzstück des Zytometers.

(© Fraunhofer ICT-IMM) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Radiowellen aus dem Weltraum genauer empfangen

FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2015 || Thema 5

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Festkörperphysik IAF in Freiburg entwickelten zusammen mit spanischen Projektpartnern – dem Instituto Geográfico Nacional und der University of Cantabria – einen leistungsfähigen Hochfrequenzverstärker für Radioteleskope, die auf der Erde installiert sind. Er ist besonders rauscharm und hilft, die Erde vom Weltraum aus genauer zu vermessen als bisher: Die Positionen von Radioteleskopen sollen sich zukünftig auf etwa einen Millimeter genau bestimmen lassen. Das wäre zehnmal genauer als bisher. Die Wissenschaftler nutzen dabei Radiowellen, die von astronomischen Objekten ausgesendet und von den Radioteleskopen empfangen werden. Je genauer die Wissenschaftler die Positionen der Teleskope bestimmen können, desto exakter können sie anhand dieser Informationen verschiedene Eigenschaften der Erde vermessen. »Durch ihren räumlichen Abstand – sie sind auf der ganzen Erde verteilt – empfangen die Teleskope die Radiowellen zu unterschiedlichen Zeitpunkten«, erklärt Dr. Mikko Kotiranta, Wissenschaftler am IAF. Bedeutend für die Abstandsermittlung ist die Präzision, mit der die Zeitdifferenzen vermessen werden können. Dabei kommt es auf jede Pikosekunde an. Das ist der Billionste Teil einer Sekunde. Basierend auf mehreren Messungen ist es beispielsweise möglich, die Länge des Tages, die Bewegung der Erdplatten, der Pole und der Erdachse sehr genau zu ermitteln. »Dieses Wissen wird unter anderem dazu genutzt, die Umlaufbahnen von Satelliten genauer zu bestimmen«, sagt Kotiranta.

Die hierbei genutzten Radiowellen stammen von Quasaren. Das sind riesige schwarze Löcher im Zentrum der Galaxien, die mehrere Milliarden Lichtjahre von der Erde entfernt sind. Die Quasare, wie alle andere astronomische Objekte, sind in Bewegung durch das Weltall. Wegen ihrer enormen Entfernung scheinen sie jedoch von der Erde aus betrachtet still zu stehen. Zusätzlich erscheinen sie uns als punktförmige Objekte, weshalb sie ideale Fixpunkte zur Vermessung der Erde sind. Die Radiowellen kommen allerdings in sehr schwacher Signalstärke bei den Teleskopen an. Das liegt an dem langen Weg, den sie durch den Weltraum zurücklegen. Ein weiteres Hindernis, um die Signale fehlerfrei zu empfangen, sind elektromagnetische Störgeräusche. Denn alle Körper, deren Temperatur über dem absoluten Nullpunkt – 0 Kelvin beziehungsweise minus 273 Grad Celsius – liegen, erzeugen elektromagnetisches Eigenrauschen. Nur am absoluten Nullpunkt würde aus elektromagnetischer Sicht vollkommene Ruhe herrschen. »Die Regel lautet: Je kälter, desto weniger Rauschen«, so Kotiranta.

Rauscharmer Verstärker funktioniert auch bei Eiseskälte

Aus diesem Grund haben die Wissenschaftler ein Vorgängermodell dieses Verstärkers in eine besonders kalte Kühltruhe gesteckt. In ihr herrschen 22 Kelvin. Das entspricht minus 251 Grad Celsius. Extreme Bedingungen, denen elektrotechnische Bauteile wie Transistoren nicht gewachsen sind. Oder doch? Um das herauszufinden, entwickelten die Forscher des IAF ein mathematisches Modell. Es zeigt an, wie Hochfrequenzschal-

tungen entworfen sein müssen, um auch unter extrem kalten Bedingungen zu funktionieren. Im Reinraum und im Labor fertigten sie zusammen mit den Projektpartnern darauf aufbauend einen Mikrowellenverstärker und testeten ihn bei unterschiedlichen Temperaturen. Die Ergebnisse nutzten sie, um das Modell weiter zu verfeinern, so dass die Vorhersage des Modells besser den gemessenen Daten entsprach. Mit dem aktualisierten Modell wurde ein neuer Verstärkerprototyp entworfen. Solange bis schließlich ein rauscharmer Verstärker entstand, der alle notwendigen Voraussetzungen erfüllte: Er funktioniert einwandfrei bei sehr niedrigen Temperaturen und sein elektromagnetisches Eigenrauschen ist auf ein Minimum reduziert.

Die Technologie ist bei einem neu errichteten Radioteleskop des Instituto Geográfico Nacional im spanischen Yebes im Einsatz. »Momentan laufen dort bereits erste Tests«, sagt Kotiranta. Die Projektpartner planen, ihn ab diesem September für geodätische Zwecke zu nutzen und beispielsweise die Bewegung von Erdplatten zu messen. Der Bau dreier weiterer großer Teleskope – jedes von ihnen hat einen Durchmesser von über 13 Metern – ist bereits im Gang. Sie sollen auf den Azoren und den Kanarischen Inseln im Atlantik entstehen und bis Ende 2015 bzw. 2016 in Betrieb gehen. Die vier neuen Teleskope sollen Teil des weltweiten Weltraumteleskopnetzes VGOS (VLBI2010 Global Observing System) werden. »Die meisten Teleskope stammen aus den 1970er und 1980er Jahren. Ihre Technik ist nicht mehr auf dem neuesten Stand. Die neue Generation wird wesentlich leistungsfähiger sein und genauere Daten über die Erde liefern«, ergänzt Kotiranta.



Über 13 Meter Durchmesser hat die Empfangsschüssel des Radioteleskops im spanischen Yebes. Hier wollen die Forscher den leistungsfähigen Radiowellenempfänger erstmals einsetzen. (© Instituto Geográfico Nacional) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Ökonomische und effektive Sicherheitskonzepte

FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2015 || Thema 6

Immer wieder legen Stürme ganze Städte lahm. Erst Anfang April dieses Jahres sorgten Orkane in vielen Teilen Deutschlands für Stromausfälle. Züge standen still, Fahrstühle blieben stecken, Bildschirme in Büros wurden schwarz. Der Spuk ist zwar bei solchen Unwettern meist schnell vorbei, dennoch zeigt sich: Kritische Infrastrukturen wie Energienetze sind eine »Achillesferse« unserer modernen Gesellschaft. Effektive Sicherheitsmaßnahmen haben daher hohe Priorität. Auch in Bezug auf andere öffentliche Infrastrukturen steigen die Sicherheitsanforderungen, etwa an Flughäfen oder in Verkehrsnetzen. »Im Grunde wollen die Betreiber solcher Infrastrukturen heute zwar alle ihre Sicherheitsstandards erhöhen, um Sabotageakte oder Angriffe zu verhindern. Dabei müssen sie aber auch die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen im Blick haben«, beschreibt Prof. Jan Jürjens vom Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST das grundsätzliche Dilemma.

Forscher des Dortmunder Instituts haben im EU-Projekt »SECONOMICS« gemeinsam mit internationalen Partnern ein Analysewerkzeug entwickelt, mit denen Betreiber von Infrastrukturen vorhandene und geplante Sicherheitsmaßnahmen sowohl im Hinblick auf ihre Wirksamkeit als auch auf ihre Wirtschaftlichkeit bewerten können. »Damit liefert unser System eine fundierte Entscheidungsgrundlage, um die Sicherheit im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten optimal zu verbessern«, sagt Jürjens.

Software stellt sicherheitsrelevante Schwachstellen grafisch dar

Ausgangsbasis ist eine individuelle Risikoanalyse der aktuellen Situation: Dazu entwickelten die Forscher vom ISST eine modellbasierte Software. Dort sind Szenarien für verschiedene Infrastrukturen hinterlegt. »Wir haben dazu auf Basis von Recherchen vor Ort sicherheitsrelevante Aspekte identifiziert und mittels mathematischer Algorithmen in Bezug zueinander gesetzt«, erklärt Jürjens. An Flughäfen fallen beispielsweise die Anzahl der Sicherheitskontrollen, das verfügbare Personal oder Regularien wie die Mitnahme von Flüssigkeiten unter sicherheitsrelevante Aspekte. Um die Analyse auf die individuelle Situation zuzuschneiden, gibt der Anwender konkrete Daten zu den einzelnen Aspekten in eine Benutzeroberfläche ein – etwa die Anzahl der Mitarbeiter an den Sicherheitskontrollen. Die Software zur Risikoanalyse erstellt anhand dieser Daten ein modellhaftes Szenario und bereitet die Ergebnisse in grafischer Form auf. Die Grafiken zeigen zum einen vorhandene Schwachstellen. Zum anderen lassen sich mit einer solchen Simulation auch geplante Sicherheitsmaßnahmen auf ihre Effektivität und Wirtschaftlichkeit überprüfen, indem der Nutzer einzelne Parameter verändert – also etwa das Personal aufstockt. Die Analyse gibt Aufschluss darüber, wie sich bestimmte Maßnahmen auf das Sicherheitsprofil auswirken würden und welche Investitionen dazu erforderlich wären.

Neben der intelligenten Verknüpfung der einzelnen sicherheitsrelevanten Aspekte bestand die Herausforderung für die Wissenschaftler darin, die großen und heterogenen Datenmengen zu managen. »Die Bewertung von Sicherheitsstandards umfasst in der Regel sehr viele Einzelfaktoren, die alle mit berechnet werden müssen – und das muss aus Gründen der Benutzerfreundlichkeit natürlich einigermaßen schnell gehen«, sagt Jürjens. Hier konnte das ISST seine langjährige Expertise im Bereich des Big-Data-Managements einbringen.

Seine Praxistauglichkeit hat das Analysewerkzeug bereits unter Beweis gestellt: In Fallstudien evaluierten die Projektpartner unter anderem ein Energieversorgungsnetz in Großbritannien, das U-Bahn-Netz in Barcelona sowie einen Flughafen in der Türkei. Außerdem kommt die Software seit längerem in der Kundenberatung beim ISST zum Einsatz. Vor kurzem erfolgte die Abschlusspräsentation des Projekts in Brüssel. Derzeit werden weitere Testszenarien vorbereitet. Im nächsten Schritt wollen die Partner ihren virtuellen Werkzeugkasten als Produkt auf den Markt bringen.



Sicherheitsanforderungen an öffentliche Infrastrukturen wie Bahnhöfe sind hoch. Eine neue Analyse-Software hilft Betreibern solcher Infrastrukturen vorhandene und geplante Sicherheitsmaßnahmen im Hinblick auf ihre Wirksamkeit und auf ihre Wirtschaftlichkeit bewerten zu können.
(© Fraunhofer ISST) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse