

FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2012 ||

1 Mini-Projektor für Smartphones

Smartphones sind mitunter mühsam zu bedienen, denn das Display ist sehr klein. Künftig soll ein Projektor helfen: Steht das Handy etwa auf dem Tisch, wirft er das Display-Bild großformatig auf die Tischoberfläche. Über die Projektion kann der Nutzer das Smartphone ebenso bedienen wie über den Bildschirm selbst.

2 Solaranlagen optimal planen

Die Photovoltaik boomt, der Markt für Solarparks wächst weltweit rasant. Doch die Planung möglichst wirtschaftlicher PV-Kraftwerke ist nicht trivial, da eine Vielzahl von Faktoren zu berücksichtigen ist. Fraunhofer-Forscher haben gemeinsam mit Siemens Energy Photovoltaics eine Software entwickelt, die die Konzeption vereinfacht.

3 Fliegende 3D-Augen

Ob als Einsatzhelfer bei Großveranstaltungen oder als hochauflösende 3D-Vermesser von Straßenzügen: Intelligente Schwärme aus Flugrobotern eignen sich als universelles Werkzeug für Polizei, Krisenmanager oder Städteplaner. Für einwandfreie Flugmanöver ohne Kollisionen sorgt ein spezieller 3D-Sensor von Fraunhofer-Forschern.

4 Hüftimplantat mit Langzeitwirkung

Der Hüftgelenkersatz gehört in Deutschland zu den häufigsten Operationen. Rund 200 000 Prothesen setzen Ärzte jährlich ein. Nicht selten müssen die künstlichen Hüften bereits nach zehn Jahren ausgetauscht werden. Ein neuartiges Implantat aus Kunststoff und Keramik soll künftig vorzeitige Folgeeingriffe vermeiden helfen.

5 Energiepotenzial analysieren

Sensoren, Funksender und GPS-Module haben einen geringen Stromverbrauch. Wenige Milliwatt genügen für ihren Betrieb. Energie aus der Umwelt – etwa aus Temperaturunterschieden, Licht oder Vibrationen – kann den Bedarf möglicherweise decken. Ob das Energiepotenzial ausreicht, ermittelt ein neuartiges Messgerät.

6 Qualität von Lebensmitteln schnell überprüft

Ob bei Obst, Fleisch oder Käse – die Qualität ist nicht immer so wie der Verbraucher es wünscht. Ein Spektrometer soll Kunden künftig verraten, wie es um die Güte von Lebensmitteln bestellt ist. Das Gerät ist nicht größer als ein Stück Würfelzucker, lässt sich günstig produzieren und könnte in Zukunft gar in Smartphones Platz finden.

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, Janine van Ackeren, 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.

Mini-Projektor für Smartphones

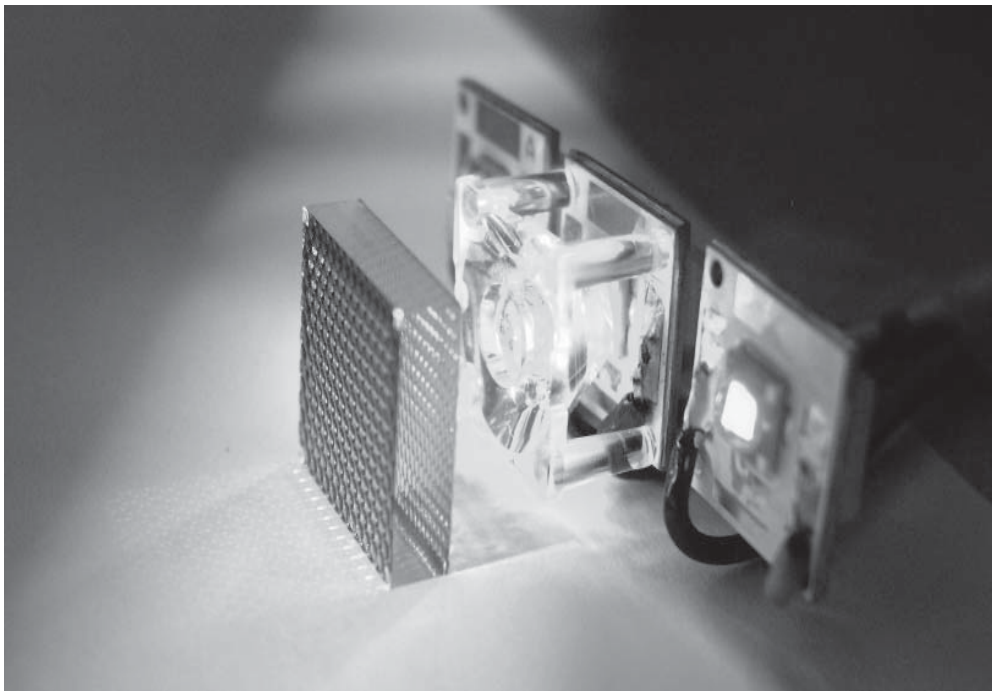
Die Urlaubsfotos auf dem Smartphone zu zeigen, ist eine praktische Sache. Will man allerdings Details erkennen, wird es schwierig – das Display ist dafür einfach zu klein. Ein neuartiger LED-Projektor könnte künftig helfen: Man stellt das Smartphone mit einer kleinen Halterung etwa auf den Couchtisch, und es projiziert das Bild auf die Tischplatte: scharf, hell und in DinA4-Größe. Wollen die Nutzer beispielsweise in das Bild hineinzoomen, können sie wie vom Display gewohnt mit dem Finger über die Projektion wischen – das erzeugte Bild dient ebenso als Bedienfeld wie das Display selbst.

Insekten-Facettenauge ist Vorbild

Das Besondere an dem LED-Projektor: Das Bild, beispielsweise das Urlaubsfoto, ist an allen Stellen scharf – auch wenn es unter einem sehr flachen Winkel projiziert wird und die Strahlen somit schräg auf die Fläche treffen. Das verzerrt üblicherweise das Bild und lässt es an einigen Stellen unscharf werden. Die Forscher vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena, die den Projektor entwickelt haben, konnten dieses Problem jedoch lösen: »Unser Projektor besteht aus hunderten kleiner Mikroprojektoren, die nebeneinander angeordnet sind und jeweils ein komplettes Bild erzeugen«, sagt Marcel Sieler, Wissenschaftler am IOF. »Die Technologie namens Array-Projektion ist dem natürlichen Facettenauge der Insekten nachempfunden und ermöglicht es erstmals, sehr dünne und helle LED-Projektionssysteme mit einzigartigen Abbildungseigenschaften zu realisieren.« Im einfachsten Fall, also bei der senkrechten Projektion auf eine ebene Oberfläche, wirft jeder dieser kleinen Projektoren das gleiche Bild auf die Fläche. Hunderte von Einzelbildern überlagern sich so zu einem scharfen und hellen Gesamtbild. Steht das Gerät jedoch schräg zur »Leinwand«, projiziert jeder kleine Projektor ein etwas anderes Bild. Wie diese einzelnen Bilder aussehen müssen, um ein scharfes Gesamtbild zu erzeugen, hängt vom Winkel ab, mit dem das Bild projiziert wird und von der Geometrie der »Leinwand«. Denn jeder Projektor des Arrays hat einen etwas anderen Blickwinkel auf die Szenerie. Die hohe Schärfentiefe der Mikrolinsen macht's möglich: sogar Freiform-Schirmgeometrien sind realisierbar, zum Beispiel gekrümmte Flächen. Die Experten sprechen von »Tailored Focus«, also dem maßgeschneiderten Fokussieren des Projektors. Errechnet werden die einzelnen Bilder von einer Software, die die Forscher entwickelt haben: Der Lagesensor und die Kamera des Smartphones könnten die geometrischen Informationen liefern, die Software berechnet daraus die einzelnen Bilder samt ihrer Schärfeneinstellung.

Die Optiken werden auf Wafern gefertigt, auf denen sich etwa 300 Chips befinden, von denen wiederum jeder 200 Linsen für die Mikroprojektoren beherbergt. »Der Herstellungsprozess ist massentauglich, die Geräte lassen sich daher kostengünstig fertigen«, sagt Sieler. Auch die Sensoren, die dem Smartphone mitteilen, ob und wie der Nutzer die Projektion als Bedienfeld genutzt hat, sind bereits Stand der Technik: »Man projiziert für den Nutzer unsichtbare Infrarotlinien über das Bild. Werden sie durch den

Finger des Nutzers durchbrochen, etwa durch eine Wischbewegung, registriert der Sensor dies und wechselt zum nächsten Bild«, erläutert Sieler. Bis die Projektoren auf den Markt kommen, wird es allerdings noch drei bis vier Jahre dauern: Die neuartige Projektionstechnologie fordert hohe Pixeldichten der digitalen Bildgeber. Auf der Messe Optatec vom 22. bis 25. Mai in Frankfurt stellen die Forscher erstmals einen Prototyp des neuartigen LED-Projektors vor, zunächst für statische Bilder. Er ist nur zwei mal zwei mal zwei Zentimeter groß (Halle 3, Stand D50 + D51).



Der LED-Projektor besteht aus hunderten kleiner, nebeneinander angeordneter Mikroprojektoren.
(© Fraunhofer IOF) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Solaranlagen optimal planen

Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Energiemix steigt weltweit rapide. Die Photovoltaik (PV) spielt mit Wachstumsraten im dreistelligen Bereich eine wichtige Rolle. Nach Angaben von Marktforschungsunternehmen wuchs der PV-Markt im Jahr 2010 um 139 Prozent. Deutschland steht an der Weltspitze dieser Technologie, bei der mithilfe von Solarzellen Sonnenlicht direkt in elektrische Energie umgewandelt wird. Doch die Planung von großen PV-Kraftwerken, die sich über mehrere Quadratkilometer erstrecken, ist komplex. Neben Kundenvorgaben, Vorschriften und Fördermaßnahmen der Regierungen müssen zahlreiche Faktoren wie Wetter, Klima, Geländetopographie und Standort berücksichtigt werden. Diese wiederum beeinflussen die Auswahl und die Platzierung der einzelnen Komponenten. Das beinhaltet die PV-Tische mit den Solarmodulen, die Wechselrichter und Kabel sowie die Zufahrtswege. Bislang entwerfen Ingenieure Anlagendesigns mit CAD-Programmen, wobei jedes Layout und jede Variante einzeln erstellt werden muss. Ein Vorgang, der viel Zeit in Anspruch nimmt. Um eine geplante Anlage zu verbessern oder um unterschiedliche Konzepte miteinander zu vergleichen, muss häufig der gesamte Planungsprozess wiederholt werden.

Per Knopfdruck mehrere hundert Anlagendesigns

Dieses Vorgehen wird künftig deutlich verbessert: Forscher des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern haben in Zusammenarbeit mit Siemens Energy Photovoltaics eine neuartige Planungssoftware entwickelt, die es ermöglicht, Solaranlagen schneller und besser zu bauen. »Mit unseren exklusiv für die Siemens-Software PVplanet (PV Plant Engineering Toolbox) programmierten Algorithmen erhalten Ingenieure in einem Durchgang automatisiert mehrere hundert unterschiedliche Anlagendesigns. Weniger als eine Minute Rechenzeit fällt hierfür an«, sagt Dr. Ingmar Schüle, Wissenschaftler am ITWM. Der Anwender muss lediglich Parameter wie beispielsweise die Topographie des Baugeländes und die zu verwendenden Modul- und Wechselrichtertypen eingeben. Zudem kann er an einer Vielzahl von Stellschrauben drehen, wie etwa Ausrichtung, Abstand und Neigungswinkel der Solartische, und schnell die Auswirkungen auf die Qualität des Planungsergebnisses untersuchen.

Kostenabschätzung und Ertragsberechnung inklusive

Um die entworfenen PV-Kraftwerke zu bewerten, wird eine Ertragsberechnung durchgeführt, die die Simulation des Wetters in der jeweiligen Region, den Sonnenverlauf über das Jahr und das physikalische Modulverhalten inklusive Verschattungseffekten umfasst. Damit und mit einer Abschätzung der Investitions- und Betriebskosten kann das Planungswerkzeug den LCOE (Levelized cost of energy), also die Stromgestehungskosten bestimmen. Durch den Vergleich der Anlage mit einer Vielzahl ähnlicher Konfigurationen kann der Planer die Sensitivität der verschiedenen Stellschrauben untersuchen und aus einer Vielzahl an Lösungen die richtige finden. »Die Software unterstützt

den Experten bei seiner Entscheidung und hilft ihm, für das Baugelände das bestmögliche PV-Kraftwerk zu entwerfen. Was »am besten« ist, hängt von vielen Aspekten ab – von den Wünschen des Auftraggebers, den Standort- und Umweltbedingungen, von der Einspeisevergütung und dem Finanzierungskonzept. All diese Kriterien werden berücksichtigt«, so Schüle. Auch Dr. Martin Bischoff, Projektleiter bei Siemens AG, Energy Sector, ist von diesem Ansatz überzeugt: »Neben der Zeitersparnis verschafft das Planungswerkzeug vor allem eine Übersicht über den Optimierungsspielraum und unterstützt somit bestmöglich bei der Planung wirtschaftlich optimierter Anlagen. Bis dato gibt es keine Planungssoftware von diesem Umfang und Detaillierungsgrad.« Einen Eindruck von der erfolgreichen Zusammenarbeit zwischen dem ITWM und Siemens Energy Photovoltaics können sich Interessierte auf der Messe Intersolar Europe in München vom 13. bis 15. Juni 2012 verschaffen: Am Siemens-Stand in Halle B4, Stand B4.380 wird die Planungssoftware PVplanet erstmals der Öffentlichkeit präsentiert.



Große PV-Anlagen wie der 2011 von Siemens ans Netz gebrachte Solarpark in Les Mées, Frankreich, lassen sich künftig mit der Software PVplanet schnell und wirtschaftlich effizient planen.
(© Siemens AG) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Fliegende 3D-Augen

FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2012 || Thema 3

Wie auf Kommando steigt das Team langsam laut surrend in die Luft. Gut zwei Dutzend Flugroboter fliegen über der Menschenmenge aus Tausenden von Fußballfans. Aufgebrachte Rowdys haben das Spielfeld gestürmt und bengalische Feuer gelegt. Es kommt zu Schlägereien, Rauch verhindert die Sicht, es herrscht Chaos. Nur der Flugroboter-Schwarm behält die Übersicht. Die unbemannten Flugroboter sind eine Art Mini-Hubschrauber mit einer Spannweite von etwa zwei Metern. Auf den beiden seitlichen Schwenkflügeln sitzt jeweils ein Propeller. Sie verleihen dem Fluggerät eine schnelle und präzise Manövrierbarkeit. Beim Flug über das Spielfeld fangen die Kameras und Sensoren die wichtigsten Bilder und Daten ein und funken sie zur Zentrale. Wo gibt es Schwerverletzte? Wo müssen Feuer gelöscht werden? Über welchen Weg lässt sich die rivalisierende Meute am besten auseinanderbringen? Dank der Informationen können die Einsatzleiter schneller wichtige Entscheidungen treffen, während die Roboter wie ein Vogelschwarm selbstständig über die Arena navigieren – ohne dabei miteinander oder mit anderen Hindernissen zu kollidieren.

Herzstück der Technologie, die Kollisionen verhindert, ist ein CMOS-Sensor von Fraunhofer-Forschern des Instituts für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS in Duisburg. »Der Sensor kann sehr effizient dreidimensionale Abstände vermessen«, sagt Werner Brockherde, Leiter der Entwicklungsabteilung. Wie bei einer Schwarz-Weiß-Kamera erfasst jeder Bildpunkt auf dem Sensor einen Grauwert. »Obendrein bekommt man zu jedem Pixel aber noch einen Abstandswert«, erklärt Brockherde. Auf diese Weise kann der Flugroboter die Position von anderen Objekten im Raum genau bestimmen.

Sensor löst höher auf als Radar

Gegenüber dem Radar, das mit Hilfe von reflektierten Echos Abstände von Objekten erfasst, bietet der IMS-Abstandssensor erhebliche Vorteile: »Die örtliche Auflösung ist sehr viel höher«, sagt Brockherde. »Ein Radar wäre bei dieser Nahfeldmanövrierung viel zu grob.« Auf eine Entfernung von bis zu 7,5 Metern erkennen die Flugroboter selbst kleinere Objekte von bis zu 20 mal 15 Zentimeter. Zudem werden die Abstandsinformationen mit einer sehr hohen Rate von 12 Bildern pro Sekunde übertragen.

Selbst bei starkem Störlicht, etwa wenn die Sonne direkt blendet, liefert der Sensor präzise Bilder. Dieser arbeitet nach dem Time-of-Flight-Verfahren (TOF). Dabei senden Lichtquellen kurze Impulse aus, die von den Objekten reflektiert und vom Sensor wieder eingefangen werden. Um zu verhindern, dass zu starkes Hintergrundlicht das eigentliche Signal überdeckt, öffnet sich der elektronische Verschluss nur für wenige Nanosekunden. Zudem erfolgt eine Differenzmessung, bei der jeweils eine Aufnahme nur mit Hintergrundlicht und eine zusammen mit dem eigentlichen Signal erfolgen. Die Differenz liefert die Informationen über das gewünschte Signal. »Das alles geschieht in Echtzeit«, sagt Brockherde.

Eingebaut sind die 3D-Abstandssensoren in Kameras der Firma TriDiCam, einer Ausgründung des Fraunhofer IMS. »Für uns bietet dieses Forschungsprojekt neue Herausforderungen in Bezug auf Umgebungsbedingungen und die Sicherheit dieser Sensortechnologie«, sagt Jochen Noell, Geschäftsführer von TriDiCam. Die Entwicklung ist Teil des Projekts AVIGLE, das zu den Gewinnern des Spitzentechnologie-Wettbewerbs »Hightech.NRW« gehört und vom Land Nordrhein-Westfalen und der EU gefördert wird. Am 12. und 13. Juni stellen die IMS-Ingenieure ihre Sensortechnologie beim Fraunhofer CMOS Imaging Workshop in Duisburg vor.

Die Flugroboter sollen nicht nur bei der intelligenten Luftüberwachung von Großereignissen zum Einsatz kommen. Katastrophenhelfer könnten von ihnen ebenso profitieren wie etwa Städteplaner, die mit ihnen detaillierte 3D-Modelle von Straßenzügen erstellen oder großflächig Dächer auf ihre Eignung für Solar-Anlagen prüfen könnten. Ob virtuelle Karten von schwer zugänglichen Gebieten, Überwachung von Baustellen, Kontaminationsmessungen auf AKW-Anlagen – für viele Anwendungen wären teure Luft- oder Satellitenaufnahmen nicht mehr notwendig.



Die 3D-Kamera im Flugroboter erkennt aus sieben Metern Entfernung kleinere Objekte von 20 mal 15 Zentimeter. (© Fraunhofer IMS) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Hüftimplantat mit Langzeitwirkung

FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2012 || Thema 4

Seit 50 Jahren ermöglichen künstliche Hüftgelenke Menschen mit irreparabilem Gelenkschaden ein beschwerdefreies und aktives Leben. Doch nicht alle Prothesen funktionieren einwandfrei, vor allem Metall-auf-Metall-Implantate müssen während des chirurgischen Eingriffs hochpräzise eingesetzt werden. Nicht optimal positionierte Implantate neigen zu Versagen, besonders bei zierlichen Patientinnen. Mediziner fordern sogar das Verbot dieser Ersatzgelenke aus Kobalt-Chrom-Legierungen, bei denen beim Gehen der Gelenkkopf aus Metall in der Gelenkpfanne aus Metall reibt. Minderwertig ausgeführte oder eingesetzte Metall-auf-Metall-Implantate können zu erhöhten Reibungswerten führen, was wiederum ein Ansteigen von freigesetzten Kobalt-Chrom-Ionen bewirkt. Diese Ionen können sich über das Blut und die Lymphe ausbreiten und in der Folge Organe schädigen und Entzündungen auslösen. Sie stehen zudem im Verdacht, krebs-erregend zu sein. Wegen ihrer Robustheit wurden diese Prothesen bisher besonders häufig jungen aktiven Betroffenen eingesetzt.

Metallfreier Materialmix

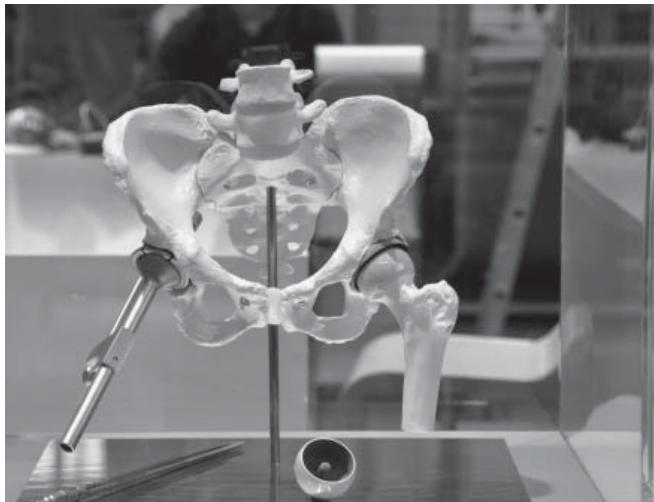
Forscher des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart haben jetzt in einem internationalen Team in dem von der Europäischen Kommission geförderten Projekt »ENDURE«, kurz für Enhanced Durability Resurfacing Endoprosthesis, ein neuartiges Hüftimplantat entwickelt. Dieses stellt im Vergleich zu den marktüblichen Pendanten eine metallfreie Lösung dar und weist eine dem Knochen ähnliche Elastizität auf. Dafür sorgt eine spezielle High-Tech-Materialpaarung: Die Hüftpfanne ist aus kohlefaserverstärktem PEEK – einem hochfesten, reibungsbeständigen, biokompatiblen Polymer-Verbundstoff. Für den Hüftkopf wurde Keramik verwendet. Darüber hinaus gewährleistet eine Hydroxylapatit-Beschichtung an der Schnittstelle zum Knochen, dass dieser gut in die Oberflächenstruktur des Implantats einwächst. »Bisherige Kobalt-Chrom-Implantate sind sehr starr. Die Krafteinleitung in den Knochen ist nicht optimal, was zu abnormalen knöchernen Anpassungen führen kann. Dank der neuen Materialpaarung konnte die Kraftweiterleitung über die PEEK-Hüftpfanne in den Beckenknochen der natürlichen nachempfunden werden. Außerdem werden keine Metallionen freigesetzt«, betont Jasmin Hipp, Ingenieurin am IPA, die Vorzüge von ENDURE. Die gute Reibbeständigkeit der neuen Hüftprothese konnten die Wissenschaftler und ihr Team in ersten Tests mithilfe eines Roboters bestätigen, mit dem sie verschiedene Bewegungsabläufe wie Gehen, Treppen hoch- und hinuntersteigen simulierten. Für die Versuche kam ein Prototyp des Implantats zum Einsatz.

Kleine Pins schonen Knochengewebe

Die ENDURE-Implantate entsprechen dem knochenerhaltenden Prinzip der Oberflächenersatzprothese: dünnwandige Schalen, die lediglich die Gelenkfläche ersetzen. Demgegenüber stehen klassische Implantate mit langen Metall-Schäften zur Fixierung,

verbunden mit einem erheblichen Verlust an Knochenmasse. Die Wissenschaftler überarbeiteten auch die mechanische Fixierung der Prothese am Knochen. »Zementfrei, eingepresst und mittels integrierter Stützstrukturen auf der knochenzugewandten Seite des Implantats werden der halbkugelförmige Kopf und die Pfanne auf den vorbereiteten Oberschenkelknochenkopf und in das Acetabulum – die natürliche Hüftgelenksgrube – eingeschlagen und befestigt«, erklärt Hipp.

Dass sowohl das Einsetzen als auch das Entfernen des neuen Hüftgelenks problemlos funktioniert, hat ein Ärzteteam der Universität Newcastle an Leichen nachgewiesen. Mittlerweile sind die präklinischen Studien beendet. Abschließende Entwicklungen sind geplant, um baldmöglichst in die klinischen Studien einsteigen zu können. Partner des EU-Projekts sind Aurora Medical, Medicoat, Hunt Developments, Ala Ortho, CeramTec, Invibio, Biomatech sowie die Universitäten Göteborg und Southampton.



Passgenau fügt sich der Keramik-Hüftkopf in die Hüftpfanne aus Kunststoff ein.
(© Fraunhofer IPA) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Energiepotenzial analysieren

Mit hoher Geschwindigkeit rast der Güterzug durch die Landschaft, die Waggonen rattern über die Gleise. Unsanft werden sie hin- und hergeschüttelt. Je unebener die Schienen, desto stärker fallen die Stöße aus. Diese Vibrationen liefern Energie, mit der sich elektronische Kleingeräte aufladen lassen: Beispielsweise erhalten Sensoren, die die Kühltemperatur überwachen oder GPS-Empfänger, die die Position der Waren orten, auf diese Weise Strom.

Vibrationen ersetzen Batterie

Energy Harvesting nennen Experten die zugrunde liegende Technologie, bei der aus alltäglichen Quellen wie Temperatur- und Druckunterschieden, Luftströmungen, mechanischen Bewegungen oder Vibrationen Energie gewonnen wird. Doch reicht diese tatsächlich aus, um elektronische Mikrosysteme zu versorgen? Auskunft darüber gibt der Datenlogger des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS, der ebenfalls mit an Bord ist. Dieses kompakte System analysiert und charakterisiert das nutzbare Energiepotenzial, in diesem Fall die bei der Fahrt erzeugten Schwingungen. Es misst entscheidende Parameter der Vibrationsquelle wie beispielsweise Amplitude und Frequenzspektrum der Beschleunigung. »Mit den gewonnenen Daten lassen sich Vibrationswandler wie etwa piezoelektrische Generatoren so auslegen, dass sie Sensoren, Funksendeempfänger, Tracking-Systeme und andere Kleingeräte mit geringem Stromverbrauch mit ausreichend Energie versorgen«, erläutert Dr.-Ing. Peter Spies, Gruppenleiter am IIS. »Bisherige Tracking-Systeme funktionieren nur mit Batterie. Diese müssen jedoch immer wieder ausgewechselt werden, was sehr aufwändig und kostspielig ist. Durch Energy Harvesting können wir Batterien und Kabel ersetzen«. Nicht nur Logistikprozesse lassen sich so unterstützen, die »abgeerntete« Energie kann für viele Anwendungen genutzt werden – etwa um Pulsmesser, Sensoren in Waschmaschinen und Produktionsanlagen oder Messsysteme in Autos, die den Reifendruck prüfen, aufzuladen.

Bestandteile des Datenloggers sind ein Beschleunigungssensor, ein GPS-Modul, ein Mikrocontroller, eine SD-Karte sowie eine WLAN-Schnittstelle. Der Sensor misst die Beschleunigung des Güterzugs in drei Achsen. Parallel dazu ermittelt das GPS-Modul die Position des Fahrzeugs und speichert die Daten zusammen mit den Beschleunigungswerten auf der SD-Karte. Anhand dieser Parameter lässt sich die Geschwindigkeit des Zugs und die zur Verfügung stehende Energiemenge bestimmen. »Wir können den Energiewandler dann optimal auf die Anwendung abstimmen«, sagt der Forscher.

Der Datenlogger ist bereits in Güterwaggonen, Lkws und Maschinenanlagen im Einsatz. Derzeit entwickeln Spies und sein Team ein komplettes Tracking-System, das neben GSM-Modul und GPS-Empfänger einen Vibrationswandler umfasst, der mechanische in elektrische Energie konvertiert. Einen Prototyp des Datenloggers zeigen die Forscher

vom IIS auf der Messe Sensor+Test 2012 vom 22. bis 24. Mai in Nürnberg in Halle 12, Stand 202.



Forscher befestigen den Datenlogger an einem Container. (© Fraunhofer IIS) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Qualität von Lebensmitteln schnell überprüft

FORSCHUNG KOMPAKT

05 | 2012 || Thema 6

Ist die Ananas reif? Oder stellt man zuhause genervt fest, dass das gekaufte Exemplar weder süß noch saftig ist? Und wie steht es um die Qualität des Fleisches? Enthält es zu viel Wasser und wird beim Braten zäh? Beim Einkauf von Lebensmitteln muss der Kunde sich oft auf sein Glück verlassen. Das soll künftig ein Ende haben: Dann reicht es, ein Smartphone an das Produkt zu halten, die entsprechende App und die entsprechende Menüauswahl, zum Beispiel »Birne«, zu starten – und schon gibt das Gerät eine Empfehlung: Der Fruchtzuckergehalt dieser Birne ist hoch, grünes Licht für den Kauf. Grundlage dieser Anwendung ist ein Nahinfrarot-Spektrometer, das den Anteil von Wasser, Zucker, Stärke, Fett und Proteinen in den Produkten misst. Dabei »schaut« das System einige Zentimeter tief in das Lebensmittel hinein – so kann es etwa bei einem Apfel erkennen, ob das Kerngehäuse fault. Auch dünne Verpackungsfolien sind kein Hindernis.

Doch wie funktioniert das Gerät? Es strahlt breitbandiges Licht auf die Probe, etwa ein Stück Fleisch. Je nach seiner Zusammensetzung reflektiert dieses das Licht verschiedener Wellenlängen im Nahinfrarot-Bereich unterschiedlich stark. Das Spektrum verrät den Forschern, wie viel von welchem Stoff in dem Lebensmittel enthalten ist.

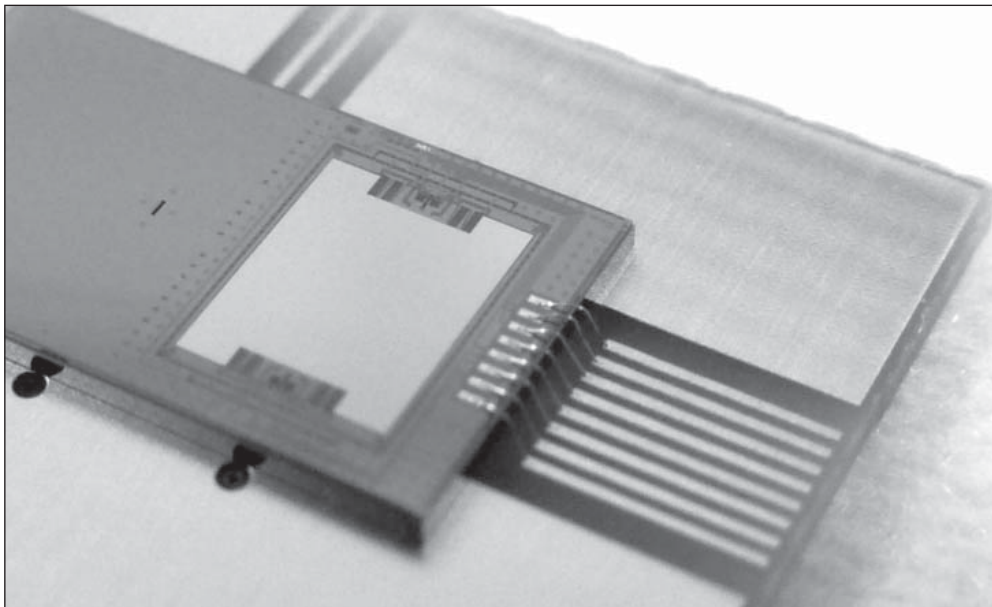
Kleiner als ein Stück Würfelzucker

Das Besondere an dem Spektrometer: Mit einem Volumen von nur 2,1 Kubikzentimeter ist es etwa 30 Prozent kleiner als ein Stück Würfelzucker – und somit deutlich kompakter als seine handelsüblichen Gegenstücke, die etwa die Abmessungen von zwei Päckchen Butter haben. Ein weiterer Vorteil: Die Geräte eignen sich für die Massenfertigung und lassen sich kostengünstig produzieren. »Wir erwarten, dass Spektrometer sich auf ähnliche Weise entwickeln wie Digitalkameras«, sagt Dr. Heinrich Grüger, verantwortlicher Geschäftsfeldleiter am Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS in Dresden, wo das System entwickelt wird. »Die Kameras, die man vor zehn Jahren für 500 Euro kaufen konnte, können weniger als die, die man heute im Handy quasi umsonst dazu bekommt.«

Üblicherweise werden Spektrometer aus einzelnen Bauelementen gefertigt: Spiegel, Spalte, Gitter und Detektor müssen Stück für Stück an die richtige Stelle gesetzt und zueinander justiert werden. Die Forscher am IPMS fertigen die einzelnen Gitter und optischen Spalte direkt auf Siliziumwafern. Doch damit nicht genug: Die dünnen Siliziumplatten sind so groß, dass Bauteile für mehrere hundert Spektrometer darauf passen – es können also hunderte Nahinfrarot-Systeme auf einen Schlag gefertigt werden. Die Wissenschaftler stapeln die Wafer mit den integrierten Bauteilen auf diejenigen, auf denen sich die optischen Komponenten befinden. Sie justieren und fixieren die Wafer und isolieren sie dann zu einzelnen Spektrometern. Die Forscher müssen also nicht jedes Bauteil ausrichten, sondern lediglich die jeweiligen Substratverbände. Ein weiterer

Vorteil dieser MEMS-Technologie, kurz für Micro Electro Mechanical Systems: Die so produzierten Geräte sind wesentlich robuster als ihre handgefertigten Gegenstücke.

Auf der Messe Sensor+Test vom 22. bis 24. Mai in Nürnberg stellen die Wissenschaftler einen Prototyp des Spektrometers vor (Halle 12, Stand 202). In etwa drei bis fünf Jahren könnte das Gerät auf den Markt kommen. In einem weiteren Schritt arbeiten die Forscher an der passenden Infrastruktur. »Wir entwickeln intelligente Algorithmen, die die aufgenommenen Spektren sofort analysieren, mit Vorgaben vergleichen und dem Kunden dann eine Kaufempfehlung oder -ablehnung geben. Diese Aussage bezieht sich jedoch lediglich auf die Qualität des Produktes wie Reife oder Wassergehalt. Einen mikrobiologischen und toxikologischen Befund dagegen kann das System nicht liefern.« Die Anwendungen des Spektrometers beschränken sich nicht auf den Lebensmittelbereich: So erkennt es beispielsweise Plagiate, kann also nachweisen, ob es sich um ebenso hochwertige Materialien handelt wie beim Original oder um minderwertigere Ware. Auch kann es beim Auto nachlackierte Stellen enttarnen oder die Inhalte von Medikamenten und Pflegecremes überprüfen.



Das Spektrometer mit integriertem Beugungsgitter, Gitterantrieb, Positionsdetektion und optischen Spalten ist kompakter als seine handelsüblichen Pendanten. (© Fraunhofer IPMS) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse