

FORSCHUNG KOMPAKT

11 | 2015 ||

1 Infektionen an Zahnimplantaten vermeiden

Eine Million Zahnimplantate werden jedes Jahr in Deutschland eingesetzt. Oft muss der Zahnersatz ausgewechselt werden, etwa wenn sich das Gewebe infiziert. Verursacher der Entzündungen sind Bakterien. Eine neue Plasma-Implantatbeschichtung, die mit Silberionen Erreger abtötet, soll Infektionen künftig verhindern.

2 LEDs wirtschaftlich recyceln

In Fernsehern und Leuchtmitteln sind sie massenhaft verbaut. Auch in Autoscheinwerfern werden LEDs immer häufiger. Noch gibt es kein geeignetes Recyclingverfahren für die Leuchtdioden. Fraunhofer-Forscher haben eine Methode entwickelt, die Komponenten von LED-Leuchtmitteln mechanisch trennt.

3 Zu Hause Sonne tanken

Wer Strom aus der eigenen Photovoltaik-Anlage verbraucht, kann seinen Alltag künftig noch nachhaltiger gestalten. Auch private Elektroautos lassen sich mit PV-Strom günstig laden. Ein Heim-Energie-Management-System von Fraunhofer-Forschern bindet das Fahrzeug in die heimische Energieversorgung ein und erstellt den Ladefahrplan.

4 Die Navi-App für Gebäude

In großen Gebäuden kann man die Orientierung verlieren. Fraunhofer-Forscher haben eine Android-App entwickelt, die durch Gänge, Flure, Räume und Etagen zum gewünschten Ziel navigiert. Zur Ortung nutzen sie WLAN. Die Technologie lässt sich individuell anpassen und in andere Anwendungen integrieren.

5 Die helfende Hand im OP

Chirurgen haben im OP alle Hände voll zu tun: Unter anderem müssen Klammern gesetzt und Werkzeuge gehalten werden. Bislang sind Assistenzärzte für diese Aufgaben zuständig. Künftig könnte eine metallene Hand, die sich durch Gesten und Sprache steuern lässt, die Ärzte entlasten.

6 Technische Textilien exakt simulieren

Kompressionsverbände, Schutzwesten oder Bezüge von Autositzen müssen vielfältige Anforderungen erfüllen. Simulationen helfen dabei, solche technischen Textilien für ihren jeweiligen Einsatz zu optimieren. Fraunhofer-Forscher analysieren Struktur und Fasern sowie die Kontakte zwischen den einzelnen Fasern.

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, Janine van Ackeren, Tobias Steinhäuber | 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.

Infektionen an Zahnimplantaten vermeiden

FORSCHUNG KOMPAKT

11 | 2015 || Thema 1

Infektionen an Zahnimplantaten sind gefürchtet. Das Risiko ist groß, dass sich dadurch der Kieferknochen zurückbildet. Verursacher der Komplikation sind Bakterien. Beim Einsetzen der künstlichen Zahnwurzel kommt es zu einem Wettlauf zwischen körpereigenen Zellen und Krankheitserregern. Siegen die Bakterien, bilden sie einen Biofilm auf dem Titan, der sie vor Antibiotika schützt. Die Besiedelung des Implantats mit Keimen führt zu einer Entzündungsreaktion, die Knochenschwund zur Folge haben kann.

Um das Risiko von Infektionen zu senken und den Langzeiterfolg der Zahnimplantate zu verbessern, haben Forscher des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen gemeinsam mit Industriepartnern eine neuartige Implantatbeschichtung entwickelt: Die DentaPlas-Beschichtung hemmt das Wachstum von Bakterien. Das Implantat kann richtig einwachsen und sich schneller und dauerhaft im Kiefer verankern. Der Trick: Die Forscher kombinieren physikalisch und chemisch wirkende Oberflächen. »Wir haben die DentaPlas-Schicht mit einer rauhen Struktur ausgestattet, auf der Zellen gut anwachsen können, und mit einer hydrophilen, Wasser anziehenden Plasmapolymerschicht kombiniert«, berichtet Dr. Ingo Grunwald, Projektleiter am IFAM. In die bis 100 Nanometer dünne Plasmapolymerschicht integrierten die Forscher Silbernanopartikel. Diese lösen sich innerhalb von mehreren Wochen auf. Dabei setzen sie kontinuierlich geringe Mengen antimikrobiell wirkende Silberionen frei, die Bakterien zerstören.

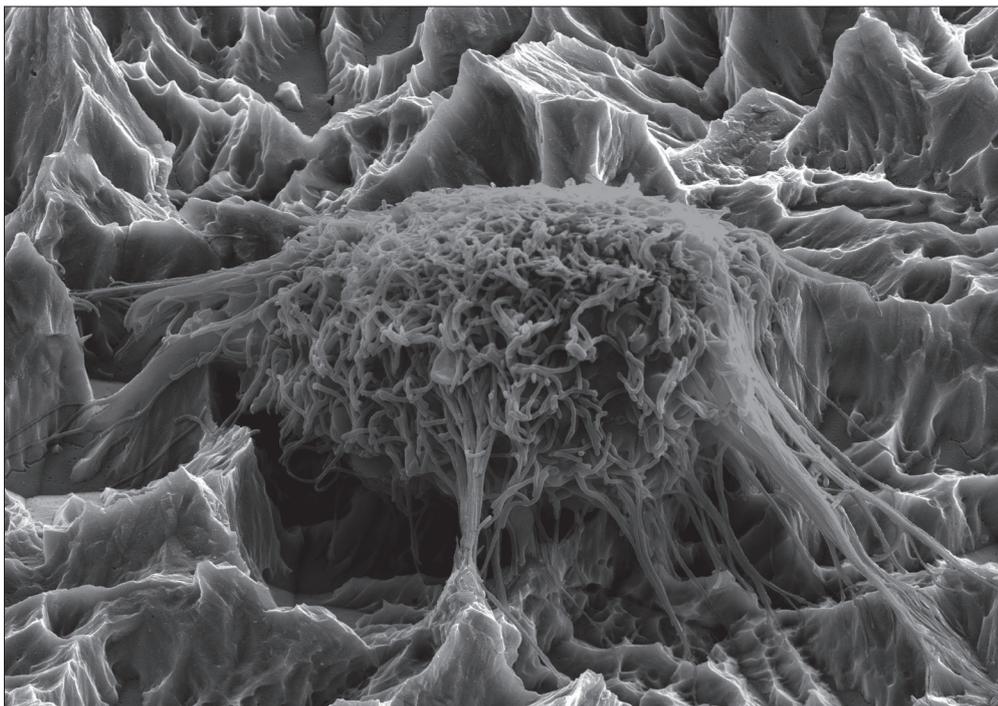
Schutz durch drei Schichten

»Das DentaPlas-System besteht aus drei Schichten: Zwei Plasmapolymerschichten umschließen eine mittlere Silberschicht. Darin bildet sich ein Biozid-Reservoir: Die obere Schicht setzt die Ionen frei. Dies ist ein Vorteil, da der direkte Kontakt des Gewebes mit den Silberpartikeln vermieden wird, die toxisch wirken könnten, wenn sie frei liegen«, so Entwickler Dr. Dirk Salz. Die Forscher können sowohl die Silberkonzentration individuell einstellen und anpassen als auch die Schichtdicke und Porosität. Somit durchdringen die Silberionen die oberste Plasmapolymerschicht über einen festgelegten Zeitraum, der erforderlich ist, um das Implantat zu integrieren. Ist das Silberreservoir erschöpft, werden keine Ionen mehr freigesetzt. Toxische Langzeitwirkungen durch die Silberionen werden dadurch vermieden.

In Tests mit fertigen Implantaten und Titan-Probekörpern konnten die Forscher am IFAM belegen, dass die DentaPlas-Schicht sowohl antimikrobiell wirkt als auch völlig biokompatibel sowie sterilisierbar ist. Eine Plasmapolymersationsanlage am Bremer Institut beschichtet die Proben. Die mechanische Stabilität und Belastbarkeit von DentaPlas konnten die Forscher in Versuchen mit Unterkieferknochen von Schweinen aus der Metzgerei nachweisen. Hierzu drehten sie beschichtete Implantate mit den gleichen Instrumenten ein, wie sie in Zahnarztpraxen verwendet werden – die Denta-

Plas-Schicht hielt dieser Belastung hervorragend stand. Die Beschichtung der Probekörper und der Titanschrauben konnte erfolgreich durch die Bio-Gate AG, Projektpartner und Fraunhofer-Ausgründung, auf deren Produktionsanlagen übertragen werden. Das Medizintechnik-Unternehmen stellt auch das Dreifachschichtsystem DentaPlas her.

Derzeit liegt die Plasmapolymerschicht als Demonstrator vor. Vom 16. bis 19. November präsentieren die Forscher ein Zahnimplantat mit DentaPlas-Schicht auf der Messe MEDICA in Düsseldorf am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand (Halle 10, Stand G05).



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer gut angewachsenen Zelle auf einem Zahnimplantat. (© Fraunhofer IFAM) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

LEDs wirtschaftlich recyceln

FORSCHUNG KOMPAKT

11 | 2015 || Thema 2

In modernen Leuchtmitteln sind unterschiedliche Materialien verbaut: Glas oder Kunststoff im Gehäuse, Keramik oder Aluminium im Kühlkörper, Kupfer in Widerständen oder Kabeln – und das Wertvollste im Innern der Leuchtdioden, kurz LEDs (engl. light emitting diodes): Indium und Gallium in der Halbleiterdiode und Seltene Erden wie Europium oder Terbium im Leuchtstoff. Die Dioden herzustellen ist deswegen vergleichsweise teuer, die Margen sind gering. »Schon jetzt fallen bei den Recyclern erste LED-Produkte an, die derzeit nur gelagert werden und für die es keinen geeigneten Recyclingprozess gibt. Ziel ist es vor allem, die wertvollen Materialien zurückzugewinnen. Es ist nur eine Frage der Zeit, bis die Verwerter auf das LED-Recycling umsteigen müssen«, sagt Jörg Zimmermann aus der Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS in Alzenau und Hanau des Fraunhofer-Instituts für Silicatforschung ISC.

Komponenten mit Hilfe von Druckwellen ablösen

Mit Hilfe der »elektrohydraulischen Zerkleinerung« zerlegen die Forscher die LED-Leuchtmittel in ihre Einzelteile, ohne dabei die LEDs selbst zu zerstören. Druckwellen elektrischer Impulse lösen in einem Wasserbad die einzelnen Komponenten mechanisch exakt an ihren Sollbruchstellen ab. Die Bauteile können separat wiederverwertet werden. Ihren Versuchsaufbau haben die Forscher für Retrofit-Leuchtmittel angepasst. Sie ähneln in ihrem Aussehen der klassischen Glühbirne oder Leuchtstoffröhre und können genau wie diese in handelsübliche Lampenfassungen geschraubt werden. »Die Methode funktioniert jedoch prinzipiell auch bei anderen Größen – zum Beispiel für LEDs aus Fernsehern und Autoscheinwerfern oder für andere elektronische Bauteile«, erklärt der Experte.

Die Bauteile sauber und rein zu trennen, ist Voraussetzung dafür, den Recyclingprozess wirtschaftlich zu gestalten. »Um alle Komponenten eines LED-basierten Leuchtmittels effizient zu separieren und wiederzuverwerten, bedarf es eines völlig anderen Zerkleinerungskonzepts, welches zu größeren Mengen an Halbleiter- und Leuchtstoff-Komponenten führt«, so Zimmermann. Würde man den Retrofit als Ganzes zerkleinern, wäre es um ein Vielfaches schwerer, die unterschiedlichen Stoffe in der klein gemahlten Mischung zu sortieren. Durch das Auftrennen in die einzelnen Komponenten lassen sich auch größere Mengen der in ihnen enthaltenen Stoffe leichter zurückgewinnen: Dies gelingt, indem man viele ähnliche Komponenten sammelt, in denen die Konzentration einzelner Stoffe bereits höher ist. »Für Recycler und Hersteller lohnt sich das Wiederverwerten nur, wenn sie größere Mengen verwerten«, beschreibt Zimmermann.

»Wir testen noch, ob man das Zerkleinern zukünftig so oft wiederholen kann, bis man die gewünschten Stoffe separiert hat«, betont Zimmermann. Die Forscher können die Parameter des Versuchsaufbaus so einstellen – zum Beispiel die Art und Menge des

flüssigen Mediums, Behältergröße, Spannung, die den elektrischen Impuls erzeugt –, dass genau an den Sollbruchstellen getrennt wird. »Insbesondere die Anzahl der Pulse bestimmt, in welcher Weise die Bauteile separiert werden«, sagt der Wissenschaftler.

Die elektrohydraulische Zerkleinerung soll nun im Detail weiter analysiert, verbessert und für weitere Anwendungen ausgeweitet werden. »Mit unserer Forschungsarbeit haben wir gezeigt, dass das mechanische Trennen ein möglicher Weg ist, um zum wirtschaftlichen Recycling von LEDs beizutragen«, so Zimmermann.



LED-basierte Leuchtmittel gibt es bereits heute in unterschiedlichen Formen. Um sie wirtschaftlich zu recyceln, ist es notwendig, sie zunächst in ihre Einzelteile aufzutrennen. Für das Recycling der LEDs selbst ist es wichtig, diese möglichst unzerstört zu sammeln. (© Fraunhofer ISC/IWKS) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Zu Hause Sonne tanken

Das Haus der Zukunft ist ökologisch, energieeffizient und smart. Auf dem Dach erzeugten Photovoltaikstrom nutzen die Bewohner nicht nur für den Haushalt, sondern auch zum Laden des eigenen Elektroautos. In einer Gruppe von mehreren im Passivhaus-Standard gebauten Reihenhäusern in Fellbach, Baden-Württemberg, ist dieses Szenario bereits Realität. Die neu errichtete Häusergruppe wurde im Projekt »Fellbach ZeroPlus« um Elektromobilität und ein umfassendes Energie-Management-System erweitert. Das Vorhaben wird durch das Programm »Schaufenster Elektromobilität« gefördert, einer Initiative der Bundesregierung.

Schnellladestationen und Heim-Energie-Management

»Die großen Photovoltaik-Anlagen auf den Dächern liefern langfristig mehr Energie als die Bewohner verbrauchen. Die überschüssige Energie lässt sich ins Stromnetz einspeisen und für tägliche Fahrten mit dem privaten Elektroauto verwenden«, erläutert Dominik Noeren, Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg. Um die Elektromobilität effizient in den privaten Alltag zu integrieren, haben der Forscher und sein Team für fünf der sieben Haushalte Schnellladestationen mit einer Ladeleistung von 22 Kilowatt konzipiert und ein Heim-Energie-Management-System (HEMS) entwickelt. Die java-basierte Software läuft auf kleinen Rechnern, sogenannten Embedded Systems. Das HEMS liest die verschiedenen Stromzähler im Haus aus: den Zähler für die Photovoltaik, das Elektroauto, die Wärmepumpe und den sonstigen Haushaltsstrom. Das System zeigt die Energieströme an und informiert die Bewohner zu jeder Tageszeit über die Höhe ihres Stromverbrauchs. »Sie erfahren, ob und wieviel Strom aus dem Netz kommt oder aus der Solaranlage, und wer die Energie verbraucht – beispielsweise Wärmepumpe, Haushaltsgeräte oder Elektrofahrzeug«, sagt Noeren. Darüber hinaus prognostiziert das HEMS die solare Einstrahlung für einen Zeitraum von etwa 20 Stunden und setzt den Nutzer über die Menge der zur Verfügung stehenden Solarenergie in Kenntnis. Zudem berechnet ein lernfähiger Algorithmus für jede Viertelstunde die zukünftige Haushaltslast. Aus allen Daten lässt sich ermitteln, wieviel PV-Strom dem Elektroauto zu einem beliebigen Zeitpunkt zur Verfügung steht. »Der Strom geht erst in den Haushalt. Nicht verbrauchte Energie speichert die Autobatterie. Ist dann noch Strom übrig, wird dieser in das Netz eingespeist«, erklärt Noeren.

Während eines zweijährigen Feldtests wurde – abgestimmt mit den Bewohnern – eine Android-App entwickelt. Die App zum HEMS visualisiert alle Abläufe und Stromflüsse in Echtzeit und stellt die Prognose der solaren Einstrahlung graphisch und numerisch dar. Ein lernfähiger Algorithmus ermöglicht die optimale Eigenstromnutzung. Mit Hilfe der App lassen sich die Ladestation ansteuern, der Batteriefüllstand sowie die Ladezeiten der Elektroautos angeben. »Diese Parameter sind für das intelligente Laden der Elektrofahrzeuge erforderlich«, so der Forscher.

Um einen optimalen Ladefahrplan zu berechnen, muss das System den aktuellen Batteriefüllstand sowie die geplante Abfahrtszeit der nächsten Fahrt kennen. Das Energiemanagementsystem nutzt diese Informationen zusammen mit Wettervorhersagen und Verbrauchsprognosen, um die Energieflüsse im Haus abzuschätzen. Es berechnet, wieviel Strom nachzuladen und wann der Zeitpunkt am günstigsten ist, um das Fahrzeug mit einem maximalen Anteil aus dem selbstproduzierten Solarstrom zu laden.

»Es ist preiswerter, den eigenen Strom zu verbrauchen, als ihn ins Netz einzuspeisen«, sagt Noeren. Das HEMS unterstützt den Verbraucher dabei, abhängig von Fahrzeiten, Einstrahlungsprognose und aktuellem Haushaltsstromverbrauch die Ladezeiten der E-PKW mit der Stromproduktion auf den Dächern zu synchronisieren und somit den Eigenstromanteil zu maximieren. Der Nutzer hat dadurch nicht nur Kostenvorteile, er verwirklicht auch die Vision vom Wohnen und Fahren mit geringer CO₂-Belastung. Die hohe Eigenstromnutzung entlastet das Netz zusätzlich und reduziert Einspeisespitzen.

Das HEMS basiert auf dem offenen Fraunhofer-Framework openMUC, das eine Vielzahl von Zählern und Geräten unterstützt. Es ist modular erweiterbar, ermöglicht also beispielsweise im Haushalt das Einbinden von Funksteckdosen, die jedes Haushaltsgerät per Bluetooth oder WLAN an- und abschalten können, oder von größeren Verbrauchern wie Wärmepumpen.

Im Projekt »Fellbach ZeroPlus« nutzen zwei von fünf Haushalten das System seit Mitte 2014 im Feldtest erfolgreich als Car-Sharing-Variante.



Über eine Ladestation wird das Elektrofahrzeug mit PV-Strom vom Hausdach versorgt.
(© Fraunhofer ISE) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Die Navi-App für Gebäude

Große öffentliche Gebäudekomplexe, wie beispielsweise Messen, Flughäfen, Einkaufszentren oder Museen, aber auch Krankenhäuser und Behörden ähneln manchmal einem Irrgarten. Pfeile, Übersichtspläne und Wegweiser sollen einen Überblick bieten. Aber gerade wenn man das Gebäude zum ersten Mal betritt, ist es oft sehr umständlich und kompliziert, ihnen durch das Gewirr an Gängen, Fluren, Räumen und Etagen zu folgen. Klassische Navigations-Apps auf GPS-Basis funktionieren in geschlossenen Räumen nicht, da die Satelliten-Signale durch Decken und Wände teils erheblich gestört werden.

Software wertet WLAN-Signale aus

Forscher vom Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS in Dresden haben einen Weg gefunden, das Smartphone auch innerhalb von Gebäuden für die Navigation zu nutzen. Sie setzen dabei auf WLAN: Mit lokalen Funknetzen orten die Forscher Smartphones in Innenräumen auf circa zwei Meter genau. Um die Position zu bestimmen, wertet die Software die Signalstärke der WLAN-Spots aus. Die App, die ursprünglich für den Einsatz in Krankenhäusern entwickelt wurde, basiert auf dem Handy-Betriebssystem Android.

Beim Start der App lassen sich verschiedene Ziele auswählen – zum Beispiel Untersuchungsräume, Patientenzimmer, Kantinen sowie Toiletten oder mobiles Inventar wie Betten und Rollstühle. Wie bei Navigationsgeräten im Auto sieht der Nutzer dort den Gebäudeplan zweidimensional aus der Vogelperspektive. Ziel und aktuelle Position sind mit Punkten markiert, und der kürzeste Weg wird auf der Karte dargestellt. Bewegt sich der Nutzer, dann bewegt sich auch sein Positionspunkt. Liegt das Ziel außerhalb des Bildschirms oder auf einer anderen Etage, zeigen Pfeile den Weg. Das gewünschte Kartenmaterial stellt das Krankenhaus bereit. Oft lassen sich Rettungspläne als Vorlage verwenden. »Wir können jede beliebig große Karte scharf und ohne störende Verzögerung auf jedes Display bringen«, sagt Christian Scheibner aus der Abteilung Drahtlose Mikrosysteme des IPMS. Alle notwendigen Daten holt sich die App vom Server des Anwenders.

Die Ortungs- und Navigationsalgorithmen sowie die grafischen Darstellungen lassen sich dank offener Schnittstellen einfach und unkompliziert in Anwendungen von Kunden einbauen. Zum Beispiel in die Apps von Messeveranstaltern, in denen oft noch Kartenmaterial, Routenplanung oder Positionsbestimmung fehlen. »Krankenhäuser haben in den letzten Jahren bei WLAN-Spots stark aufgeholt. Beispielsweise gibt es immer mehr medizinische Geräte, die mit WLAN-Funk ausgerüstet sind und für die Indoornavigation genutzt werden können,« so Hard- und Softwareentwickler Scheibner.

Die Software funktioniert in allen Räumlichkeiten, in denen WLAN zur Verfügung steht. Die Navigationsziele lassen sich mit weiteren Informationen verknüpfen. Damit findet der Nutzer beispielsweise in einem Einkaufszentrum direkt und schnell zum Regal mit Sonderangeboten.

Ein Demo-System der App läuft erfolgreich am IPMS. »Interessierte können es jederzeit vor Ort am Institut testen«, sagt Scheibner. Die Technologie wurde im Auftrag eines Infrastrukturausrüsters für Krankenhäuser entwickelt. Die Wissenschaftler zeigen sie auf der internationalen Fachmesse MEDICA vom 16. bis 19. November 2015 in Düsseldorf.



Sich auch in Gebäuden einfach mit einer Navigations-App orientieren: Fraunhofer-Forscher nutzen dafür die WLAN-Signale in Innenräumen. (© Fraunhofer IPMS) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Die helfende Hand im OP

FORSCHUNG KOMPAKT

11 | 2015 || Thema 5

Künftig könnten Assistenzärzte von Chirurgen entlastet werden und die Zeit stattdessen ihren eigenen Patienten widmen. Möglich machen soll es ein Gerät, das Forscher der Mannheimer Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA entwickelt haben – gemeinsam mit ihren Kollegen der chirurgischen Klinik des Universitätsklinikums Mannheim. Finanziert wurde das Projekt von der Baden-Württemberg-Stiftung. »Es kann kleinere Aufgaben übernehmen, etwa Werkzeuge bewegen und halten oder auch etwas wegziehen«, erläutert Marc Arends, Wissenschaftler der IPA-Projektgruppe. Das Gerät erinnert an einen Roboterarm. Die Forscher haben es so ausgelegt, dass es Standardinstrumente halten kann – also solche, die bereits im Operationssaal verwendet werden. Ein Beispiel sind Endoskope, die im Inneren des Patientenkörpers Bilder aufnehmen und nach außen funken: Hat der Arzt ein solches Endoskop durch einen winzigen Schnitt in den Körper des Patienten eingeführt, übernimmt das System: Es hält das Werkzeug und kann auf Anweisung des Arztes die Position des Endoskops anpassen. Das Gerät stellt sicher, dass eine Verletzung des Einschnittpunkts, also der Stelle, an der das Endoskop in den Körper gelangt, mechanisch unmöglich ist.

Mit Gesten steuern

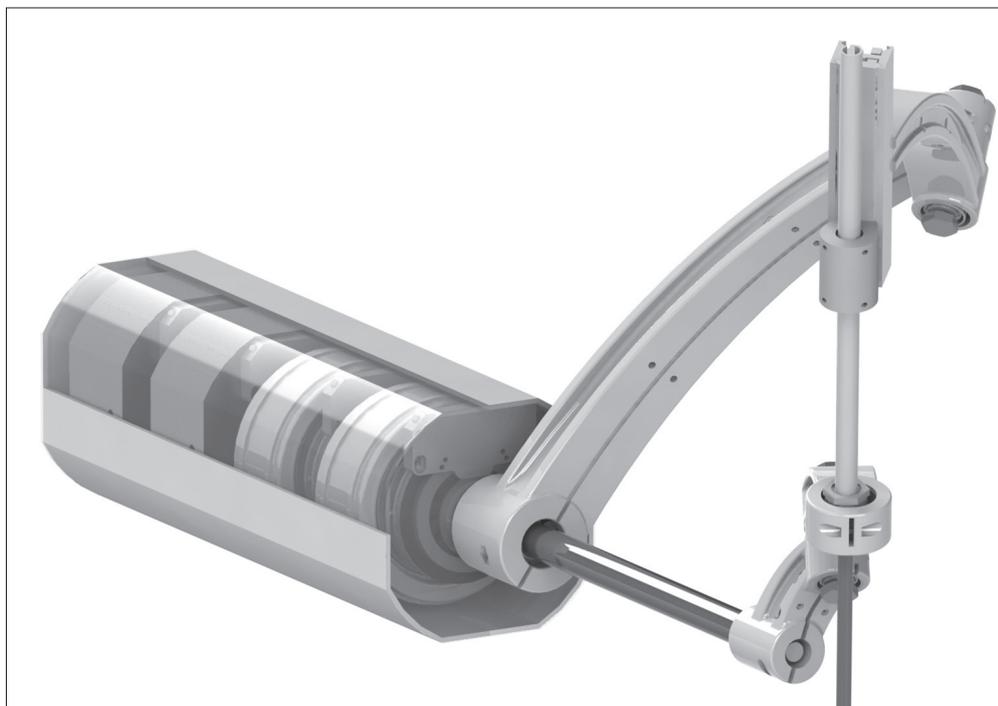
Der Chirurg steuert die mechanische Hilfe vor allem über Gesten. Dazu sieht er auf einem Bildschirm eine virtuelle Darstellung seiner Hand sowie einen kleinen Punkt, der die Position des Werkzeugs anzeigt. Bewegt er seine Hand, zieht die virtuelle Darstellung am Monitor ihr gleich. »Greift« der Arzt nach dem Punkt, kann er ihn verschieben – und entsprechend das Werkzeug positionieren. Der große Vorteil: Er muss dazu weder seine Handschuhe ausziehen noch etwas berühren. »Was die Sterilität angeht, sind wir auf der sicheren Seite«, sagt Arends. Spezielle Handschuhe sind nicht nötig.

Für den Fall, dass der Operateur selbst Instrumente hält und die Gestensteuerung daher kurzfristig schwierig ist, sorgen die Forscher vor: Momentan arbeiten sie daran, das System per Sprache steuern zu können. Hat der Arzt dem OP-Helfer vorab beigebracht, welche Bewegung er beispielsweise auf den Befehl »Zieh weg« ausführen soll, reagiert die mechanische Hand künftig auch auf mündliche Ansagen.

Damit der Arzt den Manipulator so exakt wie möglich einstellen kann, lassen sich seine Bewegungen skalieren. Denn während das Endoskop anfangs erst einmal an die richtige Stelle bewegt werden muss, das Gerät also größere Bewegungen ausführt, sind bei der späteren Feinjustierung kleinere Bewegungen gefragt.

Der Demonstrator ist bereits fertig. Auf der Messe MEDICA vom 16. bis 19. November in Düsseldorf stellen die Forscher ihn vor (Halle 10, Stand G05). Auch das Benutzeroberfläche, über das sich der OP-Helfer mittels Gesten steuern lässt, wird auf der Messe zu

sehen sein. Zudem sind die ersten Versuche gestartet, in denen Ärzte die metallene Hand testen. Dabei sind die Fragen: Wie effektiv ist das Team aus Mensch und Maschine? Wo muss nachgebessert werden? Ergebnisse der Versuchsreihe fließen in die Weiterentwicklung der helfenden Hand.



Die helfende Hand kann im OP kleinere Tätigkeiten wie das Halten von Klammern übernehmen.
(© Fraunhofer IPA) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Technische Textilien exakt simulieren

FORSCHUNG KOMPAKT

11 | 2015 || Thema 6

Schön weich ist das neue T-Shirt, es trägt sich angenehm, der Stoff fällt locker. Damit ist dem Anspruch im modischen Bereich in den meisten Fällen Genüge getan. Anders sieht es bei technischen Textilien aus. Sie müssen unterschiedliche Ansprüche erfüllen. Kompressionsverbände etwa sollen Druck auf das menschliche Gewebe ausüben, die Dehnbarkeit des Stoffs muss stimmen. Materialien für Schutzwesten brauchen eine vorgeschriebene Biegesteifigkeit: Prallt etwas dagegen, soll der Stoff den Träger schützen und nicht nachgeben. Textilien für Autositze müssen strapazierfähig sein, vor allem an den Kanten. Die Hersteller haben dabei zwei grundlegende Stellschrauben, über die sie die Eigenschaften einstellen können: die Garne sowie die Struktur, über die die einzelnen Garne miteinander verbunden sind – etwa spezielle Webmuster oder Flechtvarianten.

Die mechanischen Eigenschaften der Garne lassen sich relativ leicht feststellen: Mit einem Gerät, in das man sie einspannt. Es zieht an dem Garn und misst, welche Kraft erforderlich ist, um es um einen vorgegebenen Wert zu dehnen. Eine Aussage über die Eigenschaften des Gewebes ist jedoch schwieriger zu treffen: Das Gewebe muss produziert und anschließend untersucht werden. Naturbedingt kann es hier jedoch nur bei Stichproben bleiben. Es wäre zu aufwändig, mit den verschiedenen Garnen alle denkbaren Muster herzustellen.

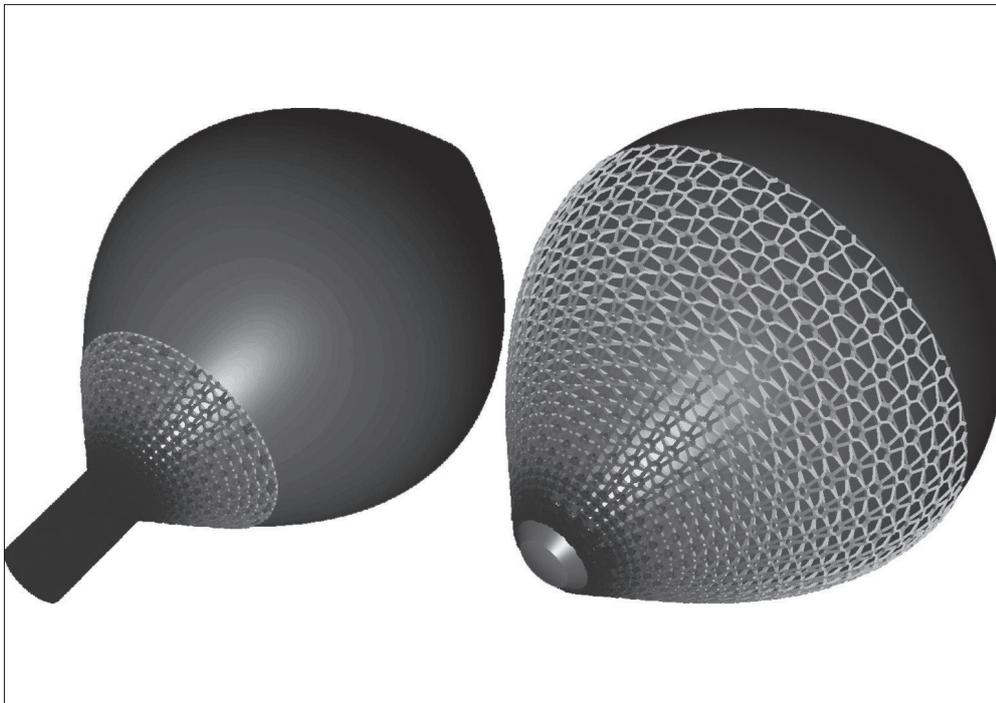
Durchgängige Simulation statt Stichproben

Das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern hat eine einfachere und zudem aussagekräftigere Methode entwickelt, um die Eigenschaften der Textilien zu optimieren. »Wir simulieren, wie sich die Stoffe verhalten«, sagt Dr. Julia Orlik, Wissenschaftlerin am ITWM. »Somit sind wir in der Lage, genau vorherzusagen, welche Eigenschaften die Textilien je nach Garn und Struktur haben.« Die Vorteile: Die Forscher können mit der Simulation alle denkbaren Varianten an Mustern und Garnen untersuchen und analysieren, welche für die gewünschte Anwendung optimal ist. Und das, ohne die einzelnen Textilien herstellen zu müssen. Erstmals simulieren sie dabei sogar den Kontakt zwischen den Garnen. Wie gut gleiten die einzelnen Fäden übereinander? Und wie wirkt sich dies wiederum auf das gesamte Gewebe aus?

Als Ausgangsbasis für die Simulation dienen die Parameter, die die Wissenschaftler von den Herstellern erhalten. Diese beziehen sich vor allem auf die Garne. In puncto Kontakteigenschaften ist das schwieriger: Nur wenige Hersteller können diese Parameter bestimmen. Daher nehmen die Forscher Messungen an ausgewählten realen Stoffstücken vor, vergleichen diese mit den Simulationen und passen die Parameter so an, bis sich die Ergebnisse aus Simulation und Experiment entsprechen.

Die Forscher analysieren nicht nur einzelne ausgewählte Strukturen, sondern verändern diese sukzessive. »Nehmen wir als Beispiel die Form einer Masche. Sie gleicht ein wenig einem griechischen Ω . Nun kann man dieses Ω länger und schmaler machen, oder aber kürzer und breiter. Wir verändern die Maschenform kontinuierlich und schauen, welche Auswirkungen das auf das gesamte Gewebe hat«, erklärt Orlik. »Kurzgefasst: Wir berechnen die beste Konfiguration.«

Zudem untersuchen die Forscher die Garne: Wie ändern sich die Eigenschaften des Textils, wenn man etwa dehnbareres Garn verwendet? Die Parameter geben die Hersteller vor. Hat ein Hersteller sich beispielsweise beim Garn bereits festgelegt, suchen die Forscher die optimale Struktur für dieses Garn.



Ein technisches Textil wird auf einen Beispielkörper aufgezogen (links). Die Simulation analysiert, wie sich das Textil streckt und über die Körperoberfläche gleitet (rechts). (© Fraunhofer ITWM) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse