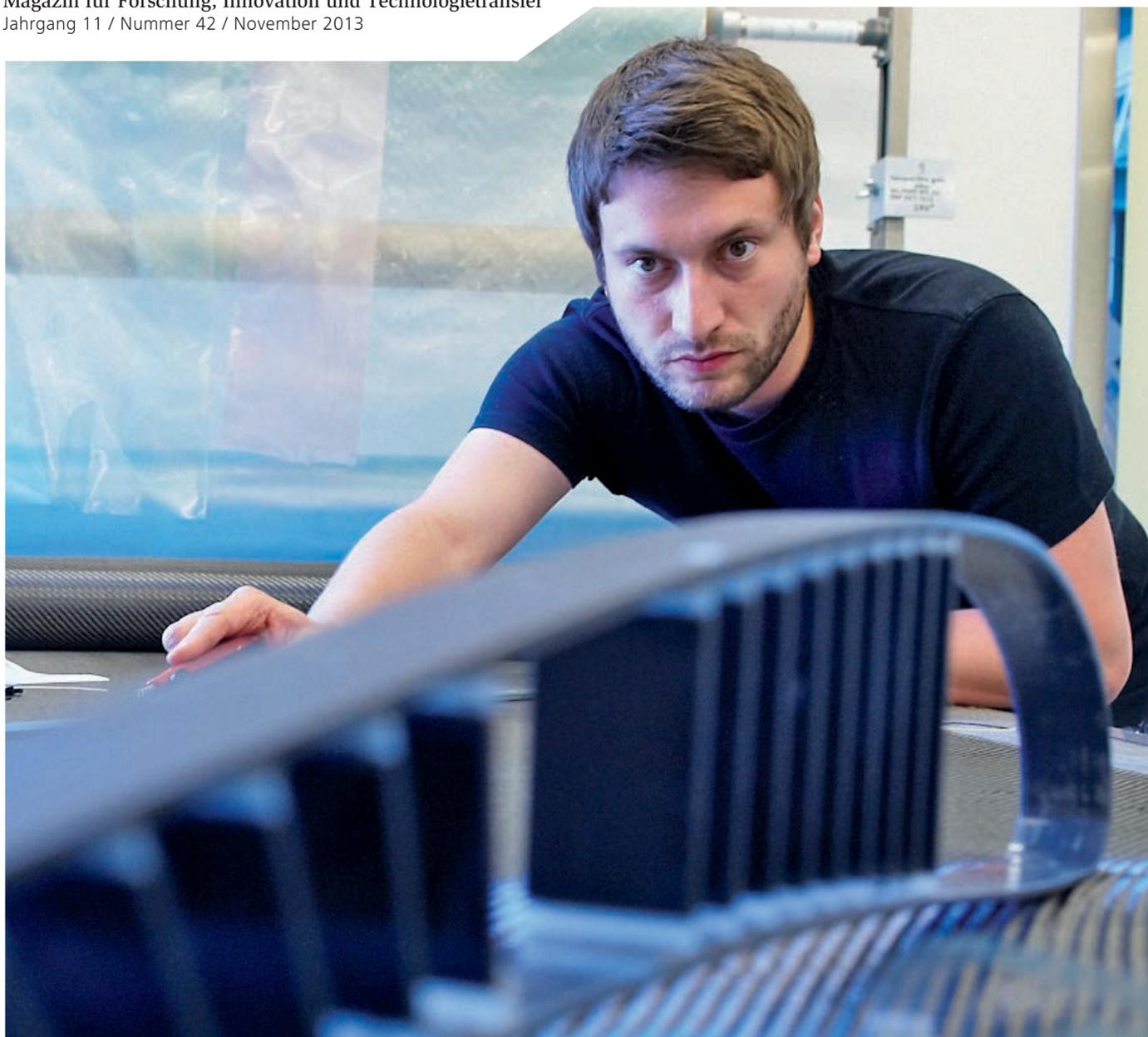


Empa **News**

Magazin für Forschung, Innovation und Technologietransfer
Jahrgang 11 / Nummer 42 / November 2013



Gelenke ohne Schmierstoff

EMPA 
Materials Science & Technology

Spezialkeramik für
Tiefseebohrungen 4

Textilien als
zweite Haut 12

Elektronik hilft
Diät halten 16

Wir tippen auch fürs Tablet!



Unser digitales Magazin finden Sie jetzt auch im App-Store für Ihr iPad und im Android Play Store unter dem Suchwort «EmpaNews».

(Läuft nur auf Tablets, nicht auf Smartphones)



EmpaNews

TOUCH THE SCIENCE



MICHAEL HAGMANN Leiter Kommunikation

Empa goes social

Liebe Leserin, lieber Leser

Der Mensch, so sagt man, ist ein soziales Wesen und vernetzt sich folglich gerne. Nun – was für uns alle gilt, lässt sich auch auf die Empa anwenden. Daher haben wir unsere Präsenz auf den sozialen Netzwerken ausgebaut, also auf Facebook, Twitter, LinkedIn, Xing! und Co.

Auf den dortigen Empa-Seiten können Sie uns auf gut Neudeutsch «likern» oder «followen», unsere Beiträge kommentieren – durchaus auch kritisch –, weiterleiten und «re-tweeten». (Unser YouTube-Kanal ist ja schon einige Zeit «auf Sendung» und hat vor kurzem den 250 000. Download registriert.)

Und da diese Netzwerkkanäle gepflegt sein wollen, haben wir nun auch eine «Social Media Managerin», die ich Ihnen hiermit gerne vorstellen möchte: Cornelia Zogg. Für Anregungen, Hinweise oder Tipps zu unseren Social-Media-Aktivitäten können Sie sich also an Cornelia wenden.



So viel in eigener Sache. Die aktuelle EmpaNews – die Sie via App eben auch sozial «teilen» können – bietet erneut spannende Geschichten, etwa aus der Tiefsee oder von einem Empa-Spin-off, das Scharniere und Gelenke obsolet machen will.

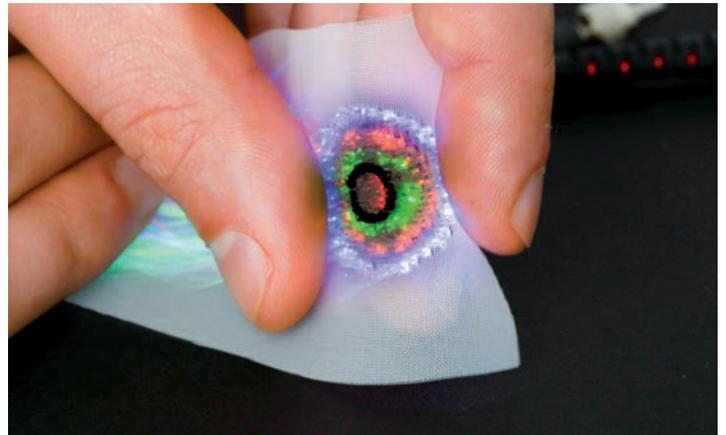
Viel Vergnügen beim Lesen!

Impressum

Herausgeberin: Empa, Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf, Schweiz, www.empa.ch / Redaktion & Gestaltung: Abteilung Kommunikation / Tel. +41 58 765 47 33 empanews@empa.ch, www.empanews.ch / Anzeigenmarketing: rainer.klose@empa.ch // Erscheint viermal jährlich, ISSN 1661-173X

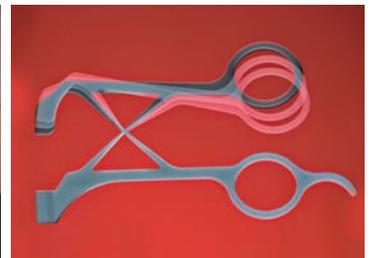
Titelbild

Festkörperkinematik: Empa-Forscher Alexander Hasse kontrolliert einen nachgiebigen Flugzeugflügel, der ohne Gelenke auskommt. Siehe S. 6. Bild: Monika Estermann, Zürich



Leuchtsensor aus gestickten Fäden – anschiessbar und waschbar. Er misst den Blutsauerstoffgehalt und ist Grundlage für ein medizinisches «Überwachungs-T-Shirt». 16

- 04 «Schwimmwesten» für Tiefseebohrer
Hightech-Keramik für die Erschliessung neuer Ölvorkommen
- 08 Die Totengräber der Gelenke
Nachgiebige Mechanismen – leichter, billiger und hygienischer
- 10 Es hat sich ausgeschmiert!
Einsatzmöglichkeiten für nachgiebige Systeme auf einen Blick
- FOKUS: Hautnahe Forschung**
- 12 Die zweite Haut
Interview mit Kleidungsforscher René Rossi
- 16 Textile Weight-Watchers
Intelligente Unterhemden helfen beim Abnehmen
- 18 Kuscheldecke für Hautzellen
Ein Zellträger aus Kunststoff hilft Wunden zu schliessen
- 19 Der Preis ist leis
Schall schluckende Vorhänge gewinnen fünfte Auszeichnung



Erschliessung von Tiefsee-Ölvorkommen 04 Gelenkfreie Instrumente für die Chirurgie 10





«Schwimmwesten» für Tiefseebohrer

Neue Erdöl- und Erdgasquellen zu erschliessen wird immer aufwändiger. Viele Lagerstätten sind zwar bekannt, können jedoch mit der heute verfügbaren Fördertechnik noch nicht genutzt werden. Um etwa die Öl- und Gasförderung aus der Tiefsee zu ermöglichen, konzipiert die Empa mit Industriepartnern Auftriebskörper, die den Bruch der mehrere Kilometer langen Bohrgestänge verhindern sollen.

TEXT: Dominique Bitschnau / BILD: Empa, zVg / GRAFIK: Empa

Zurzeit werden etwa 60 Prozent des globalen Energiebedarfs durch Erdöl und Erdgas gedeckt. Und die weltweite Nachfrage nach Energie steigt stetig. Die Erdölgewinnung mit konventionellen Fördertechniken ist jedoch an einem Engpass angelangt. Mit umstrittenen Methoden wie Fracking versucht die Ölwirtschaft die heute verfügbaren Lagerstätten besser zu nutzen. Dabei gibt es noch immer riesige Ölreservoirs, für deren Erschliessung allerdings bislang die technischen Mittel fehlen.

Attraktiv sind etwa Öl- und Gaslagerstätten in der Tiefsee – also rund 40 Prozent der zwischen 2005 und 2009 neu entdeckten Lagerstätten. Bis anhin waren Bohrungen indes nur 3000 Meter tief möglich; aufgrund des hohen Eigengewichts und der Belastungen droht das stählerne Bohrgestänge bei noch grösseren Tiefen beim Bohren auseinanderzubrechen. Um dies zu verhindern, werden Auftriebskörper am Bohrgestänge befestigt; der Tiefseebohrer wird durch den erhöhten Auftrieb deutlich entlastet. Das bisher verwendete Auftriebsmodul, der «Drill Riser», ist in etwa so gross wie ein Mensch und besteht aus einem Kunststoffschaum mit kugelförmigen Luftporen. «Der Schaum hat jedoch einen grossen Nachteil: Die Mikrobubbles implodieren in grossen Tiefen, weil der Druck zu gross ist», erklärt Empa-Forscher Jakob Kübler. Mit druckbeständigeren Auftriebskörpern will Kübler und sein Team bis 6000 Meter tiefe Bohrungen möglich machen.

Keramikkugeln – bisher zu teuer für kommerziellen Einsatz

Das Ziel der Empa und ihrer Partner ist, die aktuellen Kunststoffschäume durch widerstandsfähigere Keramikkugeln zu ersetzen. Solche Kugeln existieren bereits und werden zum Beispiel als Auftriebshilfe für U-Boote verwendet. Dank guter Beständigkeit und

Druckfestigkeit hält eine 10 Zentimeter grosse Kugel mehr als 200 Tonnen aus, das Gewicht von fünf schweren Lastwagen. Das Problem ist der Preis. Eine Kugel kostet um die 800 Dollar, und eine Tiefseebohrung benötigt tausende davon. Zu diesen Kosten ist das Verfahren für Ölkonzerne nicht rentabel. Das soll ein internationales Forschungsprojekt ändern. Das private, britische Forschungsinstitut Pera Technology und die im Erdölgeschäft tätige Firma Molded Forms fragte bei der Empa um Unterstützung an. Jakob Kübler sagte zu: «Eine optimierte Kugel mit möglichst geringem Eigengewicht und tiefen Herstellungskosten zu entwickeln, ist eine grosse Herausforderung», erklärt der Keramikexperte.

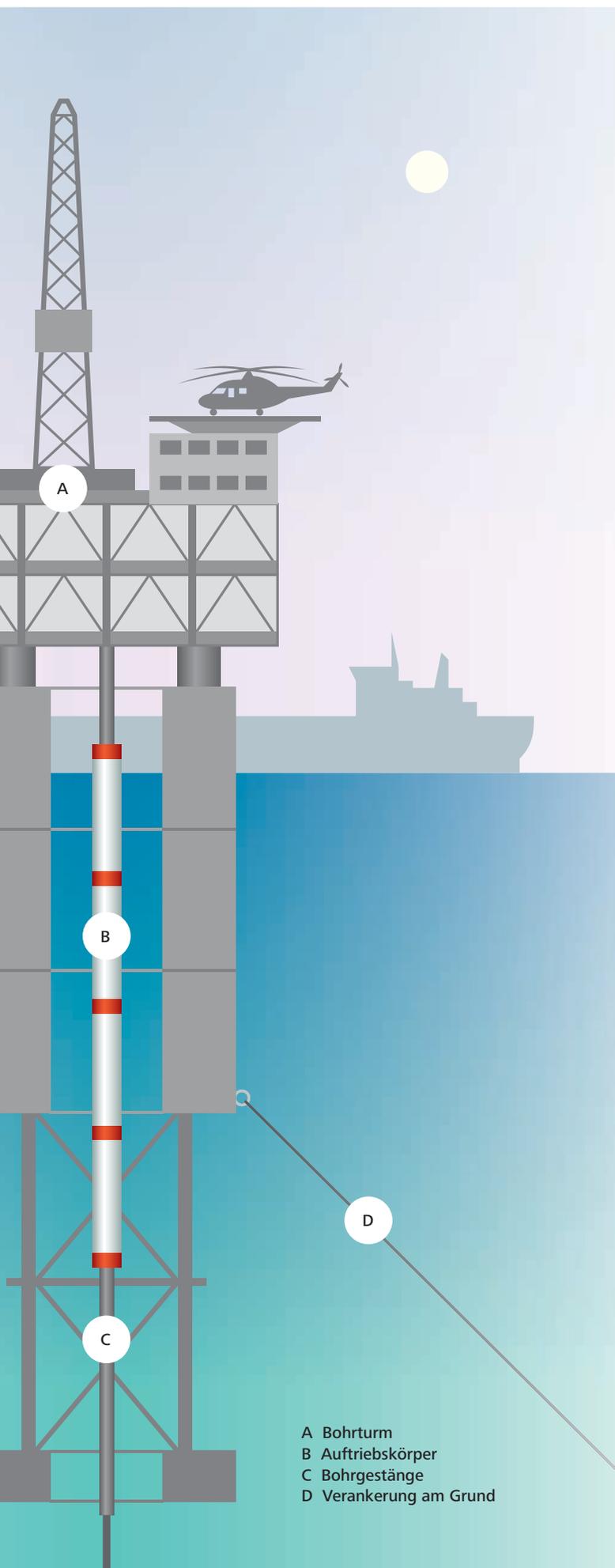
Um einen grossen Auftrieb zu erzeugen, soll die Kugel möglichst voluminös und leicht sein. Kübler will daher Kugeln mit dünner Wandstärke produzieren und so wenig Keramik wie möglich verwenden. Die Kugeln sollen aus preisgünstigem marktüblichem Keramikpulver hergestellt werden. Das Pulver vermischt Kübler mit Wasser und Hilfschemikalien zu einem Schlücker, einem Gemisch, dessen Konsistenz einem dünnflüssigen Milchshake ähnelt.

Gesucht: Die perfekte Kugel

Die Kunst ist nun, aus der Masse eine präzise Kugel herzustellen, die beim Brennen im Ofen ihre Form behält. Denn nur perfekt runde Kugeln halten dem immensen Druck in der Tiefsee stand. Daher verbietet es sich auch, für die Herstellung der Kugeln einfach zwei Kugelhälften zusammenzusetzen; die Keramik-kugeln müssen vielmehr nahtlos in einem Schritt produziert werden. «Wir können es uns schlicht nicht leisten, dass die Auftriebskörper während des Einsatzes versagen», so Kübler. Eine Reparatur in solchen Tiefen hätte enorme Kosten, Betriebsausfälle und Umweltbelastungen zur Folge. Um die Kugeln noch robuster zu machen, sollen sie nach der Produktion mit einem Elastomer-Kunststoff überzogen werden. So lassen sich die schlagempfindlichen Keramik-kugeln sicher transportieren und montieren.

Die Prototypen – auch das wurde bereits besprochen – könnten von einem Spezialunternehmen getestet werden, das bereits heute Auftriebskörper für Tiefseebohrungen fertigt. Am Ende des Projekts sollen einige hundert Kugeln gefertigt sein, die belegen, dass sie einwandfrei funktionieren und zudem günstig herzustellen sind. //





1
 Auftriebsmodule stapeln sich vor einem Einsatz. Die weissen Module mit den orange Abschlusskappen, «Drill Riser» genannt, sind etwa so gross wie ein Mensch und werden am Bohrgestänge befestigt. Im Inneren sorgt ein Kunststoffschaum für den Auftriebseffekt. Um die Öl- und Gasförderung aus sehr grossen Wassertiefen zu ermöglichen, möchten die Forschungspartner den Kunststoffschaum mit speziellen, druckresistenten Keramikugeln ersetzen.

2
 Schema einer Bohrinself mit montierten Auftriebskörpern. Durch sein hohes Eigengewicht droht das stählerne Bohrgestänge bei grossen Tiefen auseinanderzureissen. Um die Zugbelastung auf das Gestänge zu vermindern, werden Auftriebskörper daran befestigt.

3
 Keramikexperte Jakob Kübler in seinem Labor in Dübendorf: Aus einer halbflüssigen Grundmasse «mit der Konsistenz eines Milchshakes» fertigt er Spezialkeramiken mit passender Geometrie und definierten Eigenschaften.





Die Totengräber der Gelenke

Das junge Empa-Spin-off Monolitix AG hat sich auf nachgiebige Gelenkmechanismen spezialisiert. Sie sind reibungs- und verschleissfrei und ausserdem leichter, hygienischer und günstiger als herkömmliche Gelenke. Mit ihren ersten Produkten machen sich die Jungunternehmer nun daran, den Markt zu erobern. Die Einsatzmöglichkeiten sind enorm.

TEXT: Martina Peter / BILDER: Empa

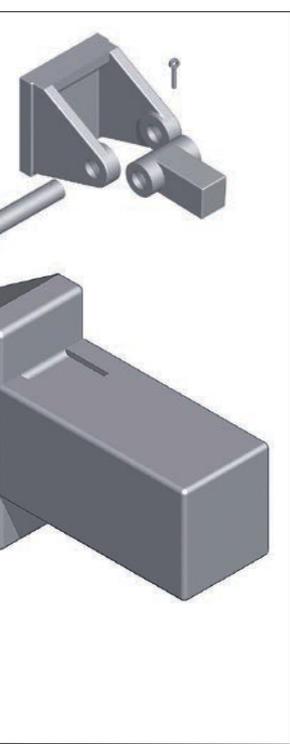


Nachgiebige Mechanismen

Eine klassische Gelenkkonstruktion (kleines Bild) ist denkbar einfach konzipiert. Eine monolithische Lösung (grosstes Bild) ist im Entwurf komplexer, bietet aber zahlreiche Vorteile: Sie ist leichter, wartungs-, spiel- und reibungsfrei, zudem günstiger in der Herstellung und einfacher zu reinigen.



Empa-Forscher und Monolitix-Chef Flavio Campanile (Mitte) und seine Kollegen René Jähne und Alexander Hasse: Durch intelligent konstruierte flexible Bauteile können Gelenke ersetzt werden.



Gegenstände mit Gelenken umgeben uns von früh bis spät. «Wir begegnen ihnen in tausenderlei Formen», erklärt Flavio Campanile, Luftfahrtingenieur und Verwaltungsratspräsident des Empa-Spin-offs Monolitix. Als Scharnier im Küchenschrank, aus dem wir morgens unsere Kaffeedose holen, bis zum Kippschalter, mit dem wir abends die Nachttischlampe ausschalten. Ohne Gelenke wäre alles starr: Das Auto liesse sich nicht lenken, die Bremse am Velo sich nicht betätigen. Dass in der Optimierung der Gelenke eine lohnende Geschäftsidee liegt, erkannte Campanile aber erst mit der Zeit.

Prinzip Pinzette

Seit mehr als 15 Jahren beschäftigt sich der ETH-Dozent und Leiter des Empa-Zentrums für Festkörperkinematik und -aktuatorik mit nachgiebigen Systemen. Der Trick: Anstatt die für einen Mechanismus erforderliche Bewegung durch klassische Lager und Gelenke zu ermöglichen, wird bei den so genannten Festkörpermechanismen bewusst auf diese Elemente verzichtet. Stattdessen wird das Material kontrolliert und reversibel verformt. Bildlich gesprochen: Anstelle einer Greifzange, die das traditionelle Gelenkprinzip verkörpert, rückt Campanile eine Pinzette aus einem einzigen, elastisch verformbaren Bauteil ins Zentrum.

«Die Vorteile von monolithischen Systemen liegen auf der Hand», erläutert Campanile: Gelenklose Mechanismen sind reibungs- und verschleiss- und daher wartungsfrei. Das kann die laufenden Kosten von Maschinen und Instrumenten drastisch reduzieren. Bei hohen hygienischen Anforderungen, wie etwa in der Medizintechnik oder in der Lebensmittelindustrie, sind sie von Vorteil, weil sie leichter gereinigt und sterilisiert werden können. Zudem können bei Festkörpermechanismen die Montagekosten drastisch reduziert werden oder gar ganz entfallen. Das führt zu wesentlich günstigeren Produktionsprozessen.

Schliesslich können nachgiebige Mechanismen Funktionen erfüllen, die mit konventionellen Systemen nicht denkbar sind: Flugzeugflügel beispielsweise, deren Geometrie sich – wie die Vorbilder in der Natur – kontinuierlich verändern und die aerodynamischen Kräfte optimal nutzen. Denkbar sind auch Heckspoiler für die Boliden in der Formel 1, die höheren Abtrieb generieren und so dafür sorgen, dass das Fahrzeug mit höherer Kurvengeschwindigkeit unterwegs ist.

Das wirtschaftliche Potenzial dieser Systeme, so Campanile, hätte er zunächst nicht erkannt. Erst als seine Doktoranden sich mit dem Thema befassten, nahm die Sache Konturen an. Während der Dissertationen von René Jähne und Alexander Hasse an der ETH Zürich entstanden erste Prototypen für die Medizintechnik. Die Ideen sprudelten. Das Dreierteam forschte über Jahre hinweg an der Empa in der Abteilung «Mechanics for Modelling and Simulation» und entwickelte Verfahren zur Analyse von flexiblen Elementen und deren Verformungen sowie Algorithmen für die Formoptimierung. Ihre Ergebnisse sind

in Softwaremodule, Datenbanken und Patente eingeflossen. Die Zeit, eine eigene Firma zu gründen, kam 2010.

Vom Start weg mit Produkten auf dem Markt

Es komme nicht oft vor, dass ein Spin-off sich um die Aufnahme im Empa-«Business Incubator» bewerbe, das bereits ein Produkt für den Markt hat, sagt Mario Jenni, Leiter des glaTec, dem Gründerzentrum der Empa in Dübendorf. Doch tatsächlich hatte Monolitix schon vor der eigentlichen Firmengründung einen ersten Kunden für ihre Robotergreifer: Der Backwarenhersteller Hug verwendet sie, um kleine Mürbeteig-Tortenböden sorgfältig, schnell und hygienisch vom Produktionsband zu nehmen und in die Verpackung zu legen.

Wie jedes Spin-off im Empa-Gründerzentrum lernt auch das Monolitix-Team auf dem Weg in die Selbständigkeit mit seinen ganz individuellen Herausforderungen umzugehen. Für Campanile und Co. besteht die Aufgabe darin, mit ihren Ideen neue Kunden zu begeistern und sie dafür zu gewinnen, gemeinsam neuartige Produkte zu entwickeln. Der Leiter der Produkteentwicklung von Monolitix, René Jähne, erklärt: «Für uns als kleine Firma wäre es zu teuer, im Alleingang komplexe Produkte für einen bestimmten Markt zu entwickeln und zu vertreiben.» Sie böten zwar eine kleine, aber feine Serie von Greifsystemen per Katalog an. Viel mehr Erfolg verspreche er sich jedoch davon, aktiv auf Hersteller von Maschinenbauteilen, Werkzeugen und Instrumenten zuzugehen. Jähne: «So lernen wir bei jedem Projekt die Bedürfnisse einzelner Partner und deren Märkte besser kennen.» In den Gesprächen erhalten die Kunden im Gegenzug Einblick in die Ingenieursarbeit von Monolitix. Dabei wird schnell klar: Der Entwurf eines nachgiebigen Systems kann letztlich nur multidisziplinär und mit viel Know-how entstehen.

Die neue Technologie sei gefragt, stellen die Gründer stolz fest und verweisen darauf, dass Monolitix finanziell bereits auf eigenen Beinen steht. Was eher ungewöhnlich ist für ein so junges Unternehmen. Gemäss Businessplan soll Monolitix innerhalb der nächsten fünf Jahre zu einem regelrechten KMU mit 40 Angestellten wachsen. Wenn sich die Dinge so rasant weiterentwickeln wie bisher, ein durchaus realistisches Ziel. //



Video
Monolitix – ein Spin-off der Empa

<http://youtu.be/4v-GR1avR6Q>



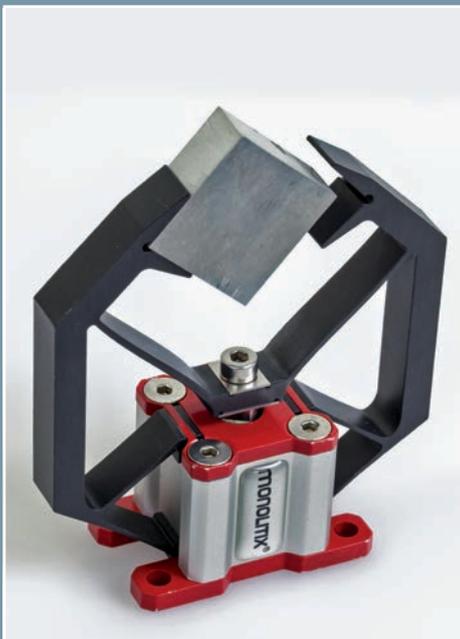
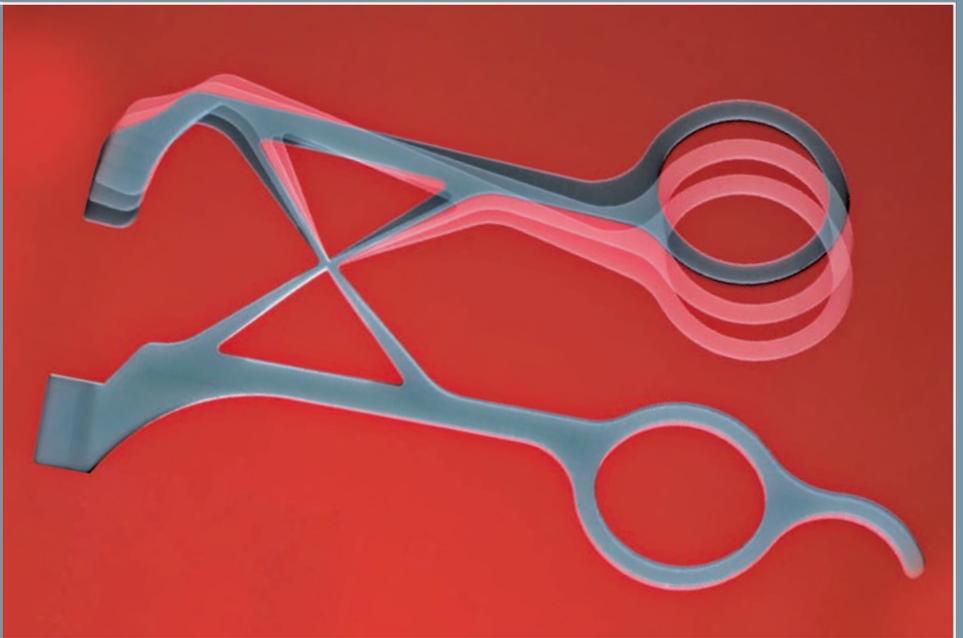
Nominierung für den
«De Vigier Preis 2013»

<http://youtu.be/ITzqBAGYGKM>

1

MEDIZINTECHNIK

Chirurgische Instrumente müssen steril sein. Bestehen sie aus nur einem Teil, können sich keine Bakterien mehr in Gelenken und Scharnieren ansiedeln. Der drastisch reduzierte Montageaufwand senkt auch die Herstellungskosten stark.



2

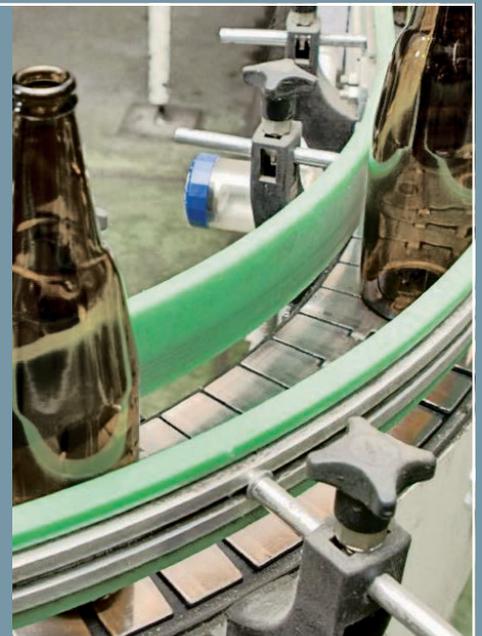
AUTOMATISIERUNG

Monolitix bietet mit gelenklosen Seriengreifern eine wartungsfreie Alternative zu den herkömmlichen Robotergrifern. Sie sind extrem leicht, spiel- und reibungsfrei.

3

MASCHINENBAU

Überall in Produktions-, Verarbeitungs- und Förderanlagen sorgen konventionelle Gelenkverbindungen für die Beweglichkeit. Die von Monolitix entwickelten gelenklosen mechanischen Alternativsysteme machen grosse Einsparungen in Konstruktion, Fertigung, Montage und Betrieb möglich.



4

UHREN- UND FEINMECHANIK

Konventionelle Uhrwerke bestehen aus zahlreichen Hebelmechanismen. Mit hochpräzisen, reibungs- und wartungsfreien nachgiebigen Strukturen hat Monolitix erfolgreich gezeigt, dass die Uhrwerke effizienter werden, bei gleichzeitiger Reduktion der Anzahl Bauteile.



Es hat sich ausgeschmiert!

Bewegliche Bauteile aus einem Stück kommen ohne Gelenke und Schmiermittel aus. Das bringt bei vielerlei Anwendungen enorme Vorteile mit sich. Die an der Empa entwickelten Systeme werden nun von der Spin-off-Firma Monolitix AG vermarktet.

BILDER: Empa, iStockphoto, zVg



5

SPORT

Im Sport könnten gelenklose formadaptive Mechanismen, etwa in Profelsegeln für Hightech-Segelboote, in Heck- oder Frontflügeln von Formel-1-Boliden, in der Sohle von Sportschuhen oder in verformbaren Tragflächen für Segelflugzeuge, zum Einsatz kommen.

6

ENERGIEGEWINNUNG

Nachgiebige Konzepte eignen sich hervorragend für Rotorblätter von schwer zugänglichen Windrädern oder für Wälz- und Gleitlager in Solarkraftwerken, die Schlamm, Sand oder Staub ausgesetzt sind und unter Extrembedingungen funktionieren müssen.



7

KOMFORT

Autositze mit nachgiebigen Rippenstrukturen bieten dem Fahrer mehr Komfort, indem sie punktgenau entlasten oder stützen. Das aus nachgiebigen Elementen bestehende Pflegebett des Empa-Spin-offs Compliant Concept zur Vorbeugung von Druckgeschwüren lagert Patienten sanft und kontinuierlich um.





Die zweite Haut

Der Empa-Physiker René Rossi forscht an der Kleidung der Zukunft. Was soll sie leisten? Was ist machbar? Warum ist Wohlfühlkleidung manchmal trügerisch? Und wie liesse sich 1,8 Quadratmeter menschliche Haut zur Datenübertragung einsetzen?

INTERVIEW: Rainer Klose / BILDER: Empa

René Rossi im «Zwiegespräch» mit einem Model, das an der Empa entwickelte Kleidung trägt. Gute Kleidung soll die Klimaregelung der Haut unterstützen, nicht behindern.



Sie forschen seit mehr als 20 Jahren im Bereich Bekleidung. Was war Ihr erstes Projekt?

Das Thema meiner Doktorarbeit war die Wechselwirkung von Komfort und Schutz bei Feuerwehr-Schutzkleidung. Damit beschäftige ich mich bis heute. Bei Feuerwehrkleidung ist das Problem vor allem der überschüssige Schweiß – er kann bei hohen Temperaturen verdampfen und verursacht übelste Verbrühungen. Das gilt es zu vermeiden.

Was muss Kleidung, aus Sicht eines Forschers, generell leisten?

Im Idealfall sollte Kleidung wie eine zweite Haut funktionieren. Die Haut ist das grösste Organ des Menschen und hat drei Hauptaufgaben: Sie ist eine Barriere, die den Körperkern vor äusseren Einflüssen schützt. Und die Haut stellt über mechanische und thermische Rezeptoren Kontakt zu unserer Umgebung her. Feuchtigkeit kann man interessanterweise nicht direkt wahrnehmen – der Körper interpretiert «feucht» aus dem Kälteempfinden und dem haptischen Spüren von nasser Haut oder nasser Kleidung. Und schliesslich unterstützt die Haut unsere Thermoregulation. Wenn man erhitzt, etwa beim Sport, verändert die Haut ihre Wärmeleitfähigkeit und gibt ausserdem Feuchtigkeit in Form von Schweiß ab. Die Feuchtigkeit verdunstet und kühlt dadurch die Oberfläche. Die Haut ist also ein adaptives System.

Kann falsche Kleidung schaden?

Ja, tatsächlich. Man kann das Hautgefühl nämlich täuschen, ein wohlige Gefühl erzeugen und dabei den Bedürfnissen des Körpers zuwiderlaufen. Wenn ich schwitze, und im Inneren meines Körpers ist es 38, 39 Grad warm, dann sollte mein Organismus gekühlt werden. Wenn ich mir nun ein feuchtes Tuch auf den Nacken lege, habe ich ein gutes Gefühl. Lokal produziert die Haut weniger Schweiß, doch der Körperkern wird nicht gekühlt. Eine solche Gefühls-täuschung kann im Extremfall gefährlich werden. Darum muss gute Kleidung die adaptiven Fähigkeiten der Haut unterstützen und sollte sie nicht unterdrücken.

Kann man denn beim Kauf fühlen, was gute Kleidung ist?

Leider nein. Ich könnte als Designer zum Beispiel einen gut isolierenden Wintermantel aus dünner metallisierter Folie herstellen – doch den würde niemand kaufen. Denn vor dem Kauf fassen die meisten Menschen die Kleidung prüfend an. Dieser «first touch» ist enorm wichtig: Er muss Wärme vermitteln, wenn man einen Winterpullover verkaufen möchte, beziehungsweise kühl sein bei einem atmungsaktiven Sport-T-Shirt. Aber das hat mit der tatsächlichen Funktion der Kleidung wenig zu tun. Ich fühle ja mit den Fingern hauptsächlich die Wärmeleitung des Stoffs. Aber Wärme kann auch durch Konvektion, also Luftaustausch, oder durch Wärmestrahlung verloren gehen. Über diese Schutzfunktion sagt mir mein Fingergefühl nichts.

Apropos Funktions-T-Shirts – die gelten heutzutage als sensationelle Erfindung. Was wird es im Textilbereich aber in 20 Jahren geben?

Ganz klar ein wichtiges Thema ist die alternde Bevölkerung. Auch unsere Forschung zielt darauf ab, dass ältere Menschen so lange allein zu Hause bleiben können wie möglich. Dazu brauchen



Empa bei Textilforschung führend

Die unabhängige niederländische Beraterfirma noéton texrank hat europäische Textilforschungsinstitute verglichen und ein Ranking erstellt. Bei den anwendungsorientierten Forschungsinstituten erreichte die Empa dabei den Spitzenplatz – mit dem Vermerk, dass sie nicht nur jedes Jahr am meisten Publikationen veröffentlicht, sondern diese auch besonders hochwertig sind. Deshalb kann sie selbst mit Universitäten mithalten, die viel grösser sind, und einige sogar in den Schatten stellen. Der Empa wird attestiert, aussergewöhnliche Leistungen («an outstanding record») erbracht zu haben. Im Gesamt-Ranking erreichte die Empa den hervorragenden 2. Platz, knapp hinter der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen.

Seit April 2013 hat die Empa einen Beratervertrag mit dem Schweizerischen Feuerwehrverband SFV. Die Empa verfolgt für den SFV die internationale Textilforschung und bereitet gemeinsame Versuchsreihen an Schutzkleidung vor.

sie Unterstützung. Heute zum Beispiel müssen viele Senioren mehrere Medikamente zu sich nehmen. Sie haben diese Schächtelchen mit der Aufschrift «morgens – mittags – abends» auf dem Küchentisch. In Zukunft könnte ein Teil dieser Medikamente durch Textilien über die Haut verabreicht werden. Das Textil kann genau das abgeben, was die Person braucht.

Und wie stellt das System fest, was der Mensch braucht?

Dazu braucht es zusätzlich eine Gesundheitsüberwachung über das Textil – man möchte einen Senior mit Herzproblemen ja nicht täglich ins Spital schicken, um dort ein EKG zu machen. Wir möchten die Herzfrequenz mit einem T-Shirt messen, kontinuierlich. Die Ergebnisse könnte man per Datenleitung ans Spital schicken. Das Gleiche könnte bei der Schlafüberwachung funktionieren: Wenn der Patient schnarcht oder eine Apnoe entwickelt, könnte man das erkennen und ihn mit einem Signalton wecken. Mit derartigen tragbaren textilen Systemen könnte man die Lebensqualität älterer Leute beträchtlich erhöhen – weil sie so lange wie möglich daheim bleiben können.

Damit forschen Sie ja an einer besseren Zukunft der eigenen Generation.

(lacht) Das gebe ich gern zu. Ich bin jetzt 46 Jahre alt, und ich leiste gar nicht ungern einen Beitrag dazu, dass ich mit 80 möglicherweise selbst ein gutes Leben haben kann.

Wenn ich Körperfunktionen mit einem T-Shirt messen möchte, muss es aber sehr eng anliegen, und das stundenlang. Müssen wir uns von unseren bequemen, schlabbrigen Baumwoll-T-Shirts verabschieden?

Ja, das ist so. Darum sprechen wir Forscher auch von der «zweiten Haut». Wir forschen heute bereits am Body-Scanning, um die genauen Masse eines Menschen zu erfassen und massgeschneiderte Hemden fertigen zu können. Zugleich müssen wir verstehen, wie sich das Textil verhält, wenn es auf der Haut eng anliegt. Wir brauchen eine neue Generation von Fasern und entsprechende Strick- oder Webverfahren, die eine solche zweite Haut ermöglichen, ohne dass es irgendwo spannt oder zwickt.

Es muss also eng anliegen und darf trotzdem nicht stören. Wie geht das?

Das ist durchaus machbar – das schaffen wir bereits heute. Der Trick ist, dass die mechanischen Sensoren der Haut nichts vom Textil merken dürfen. Dabei hilft uns, dass die Haut den Reiz nicht beständig weitergibt. Sie «gewöhnt» sich an das Tragegefühl und gibt den Reiz nur weiter, wenn sich an der Trageposition etwas verändert. Wenn ein T-Shirt eng anliegt und nicht verrutscht, aber auch nicht zwickt, dann spürt man es irgendwann nicht mehr. Solche T-Shirts gibt es heute schon im Profifussball. Die Spieler tragen hautenge Funktionshemden, die den Schweiß aufnehmen, und darüber die weiten T-Shirts der Sponsoren, die den optischen Eindruck ausmachen und keine Schweißflecken mehr tragen sollen. Auch Businesshemden mit dieser Technologie werden bereits angeboten.

«Gute Kleidung soll die adaptiven Fähigkeiten der Haut unterstützen und sie nicht unterdrücken»



Wie halte ich den Körper trocken und transportiere Feuchtigkeit weg von der Haut?

Ich konstruiere Kapillar-Gradienten, so genannte Denier-Gradienten, in die Kleidung hinein und variiere die Grösse der Kapillaren in verschiedenen Lagen übereinander. So wandert die Feuchtigkeit von der Haut nach aussen. Textilien kombinieren im Idealfall also drei einzigartige Eigenschaften, die die Medtech-Industrie revolutionieren könnten, sobald sie die Eigenschaften für ihre Zwecke entdeckt: Solche Textilien sind erstens hochporös, zweitens hochflexibel und dadurch sehr hautfreundlich. Zum dritten haben sie ein einzigartiges Verhältnis von Oberfläche zu Masse. Aus einem solchen Material kann man sehr sensible Sensoren bauen und hoch-effiziente Medikamenten-Abgabesysteme konstruieren.

Und was habe ich als gesunder Mensch von Textilforschung?

Mit den drei Eigenschaften porös, hautfreundlich und grosse Oberfläche kann man auch den Datenhunger der nächsten Smartphone-Generation befriedigen. Überlegen Sie nur einmal, wie gross die Schnittstelle zum Körper ist. Aus einer Hautoberfläche von 1,8 Quadratmetern kann ich immens viele Körperdaten gewinnen. Von intelligenten Textilien wird man also in den nächsten Jahren noch viel hören.

Versprechen Sie da nicht zu viel?

Keineswegs. Ich beobachte ja auch die Forschungsaktivitäten meiner internationalen Kolleginnen und Kollegen – und ich sehe nichts weniger als eine textile Revolution auf uns zukommen. Wenn intelligente Sensoren und Abgabesysteme marktreif werden, dann gewinnen sie zugleich eine «unique selling proposition» (USP). Kein anderes Material kann solche Eigenschaften bieten. Darum bin ich von meinem Forschungsgebiet so fasziniert. Renommiertere Institute wie das finnische VTT – eine Art Fraunhofer-Institut –, die die Textilforschung vor Jahren aufgegeben haben, steigen heute wieder ein, um den Anschluss nicht zu verpassen.

Kann man denn mit Hightech auch die nationale Textilindustrie retten?

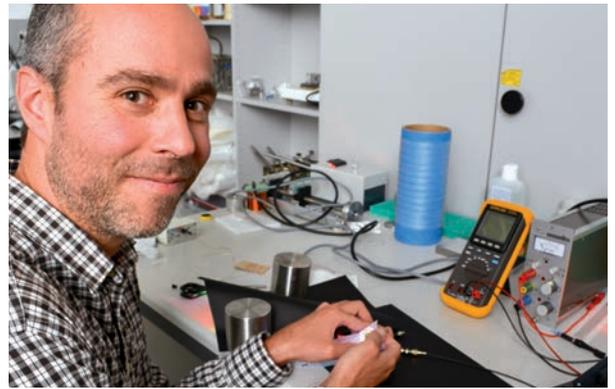
Ja, wenn sie bereit ist, aus ihren angestammten Gebieten herauszuwachsen. In der Schweiz kann kein Textilproduzent mit der asiatischen Konkurrenz mithalten, indem er Massenware produziert. Er hat nur zwei Möglichkeiten: Entweder vergibt er Lizenzen im Mediumtech-Bereich und verdient allein mit dem Know-how sein Geld – oder er verlegt sich auf den Hightech-Bereich, für den man noch in Europa produzieren kann. Man sieht in der Branche schon erste Trends, dass die Produktion aus Asien nach Europa zurückverlagert wird. An der Empa wollen wir genau dort anknüpfen: Wir arbeiten hochspezialisiert und forschen für einen Nischenmarkt mit sehr hoher Wertschöpfung. Darin liegt die Zukunft. //



Video

Hightech-Schutzbekleidung für die Feuerwehr

<http://youtu.be/cqVqw74PvbY>



Textile Weight-Watchers

Zunehmen oder abnehmen – das ist eine Frage von Kalorienzufuhr und Energieverbrauch, sprich: körperlicher Aktivität. Schweizer Forscher entwickeln in die Kleidung integrierte Monitoring-Systeme, die übergewichtigen Menschen bei der Gewichtskontrolle helfen.

TEXT: Rainer Klose / BILDER & GRAFIK: Empa

1
Empa-Forscher Lukas Scherer testet die Funktion eines Leuchtsensors aus gestickten Fäden. Solche Sensoren können den Sauerstoffgehalt im Blut messen.

2
Der textile Leuchtsensor im Betrieb. Der Sensor ist biegsam und waschbar und kann in ein Überwachungs-T-Shirt eingebaut werden.

3
Prototyp des EKG-Sensors, der aus metallbeschichteten Fäden besteht.

4
So funktioniert das Überwachungs-T-Shirt:
a) Sechs EKG-Sensoren (einer auf dem Rücken, blau), überwachen den Kreislauf,
b) flexible Leuchtfasern messen das Atemvolumen,
c) Leuchtsensoren ermitteln die Sauerstoffkonzentration in Arterien und Venen.

Übergewicht ist ein Massenphänomen. Der Anteil an schwergewichtigen Personen in der Schweiz (mit einem Body-Mass-Index über 25) stieg in den vergangenen 15 Jahren von 30 auf 37 Prozent. Die dadurch direkt verursachten Krankheiten haben jedes Jahr Gesundheitskosten von fast vier Milliarden Franken zur Folge. In den europäischen Nachbarländern sieht es nicht besser aus, ganz zu schweigen von den USA.

Eine sorgfältige Überwachung des Körpers und seiner Stoffwechselphysiologie könnte helfen, Folgekrankheiten wie Herz-Kreislauf-Beschwerden zu verhindern, und Hinweise zum gezielten Abnehmen geben. Im Rahmen der Forschungsinitiative Nano-Tera (www.nano-tera.ch) haben sich mehrere Schweizer Hochschulen und Forschungsinstitute zusammengenommen, um ein solches Überwachungssystem zur Marktreife zu entwickeln.

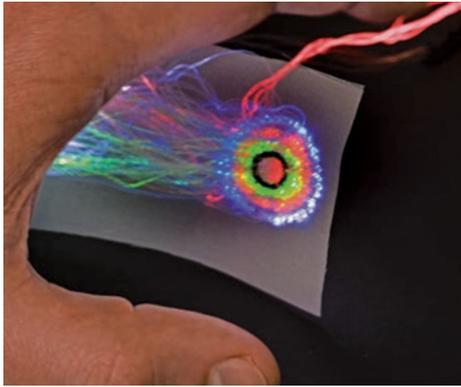
Ein herausragend wichtiger Teil des Projekts namens Obesense sind Sensoren, die direkt auf der Haut getragen werden und brauchbare Messwerte liefern, ohne zu stören. Genau dies ist die Domäne von Lukas Scherer, Textilforscher an der Empa in St.

Gallen und Leiter der Arbeitsgruppe «Medical Textiles».

Scherers Team steuert Know-how zu drei technisch völlig unterschiedlichen Sensoren bei, die Körperdaten der Patienten im Alltag aufzeichnen sollen. Die in Echtzeit berechnete Auswertung informiert den Patienten jederzeit über Kalorienzufuhr und -verbrauch sowie Kreislaufwerte und führt – im Idealfall – dazu, dass die Betroffenen ihr Essverhalten ändern und ihr Gewicht reduzieren können.

Silberfäden zeichnen EKG auf

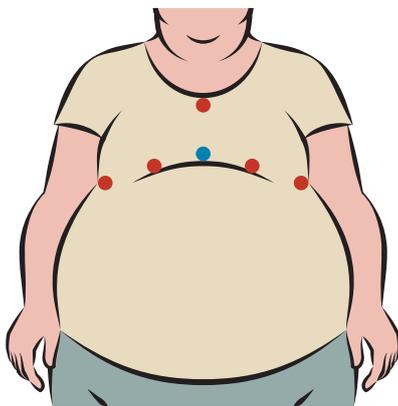
«Da wäre zunächst der EKG-Sensor», erläutert Scherer, «wofür wir ein elektrisch leitfähiges Gewebe aus silberbeschichteten Fasern verwenden.» Die leitfähige Elektrode muss eng am Körper anliegen und ist mit einer feuchtigkeitsspendenden Membran abgedeckt. Der Grund: Sie muss auch dann zuverlässig messen können, wenn kein Schweißfilm auf dem Körper haftet. Das EKG von Leistungssportlern ist einfach zu messen, schwieriger wird es mit älteren Menschen, denn sie schwitzen weit weniger. Die maschinenwaschbaren, silberbeschichteten Fasern werden nach einer an der Empa



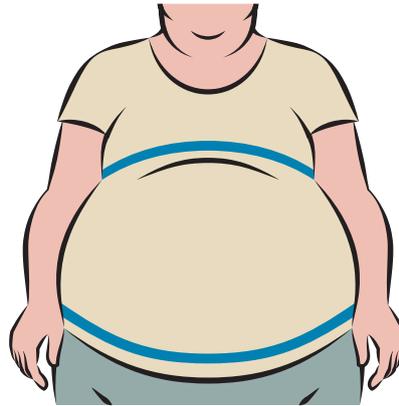
2



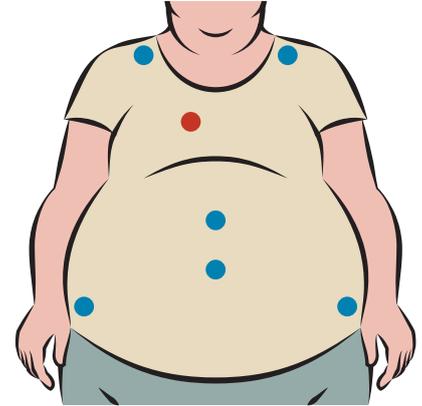
3



a) ambulantes EKG



b) Atemvolumen



c) Sauerstoffsättigung

4

entwickelten Methode gefertigt, und auch das Konzept für den «trockenen» EKG-Sensor wurde hier erdacht.

Der zweite Sensor, den Scherers Team entwickelt, soll die Atemfrequenz und das Atemvolumen des Patienten ermitteln – ein entscheidender Messwert, um den Kalorienverbrauch zu berechnen, denn die Verbrennung von Kohlenhydraten braucht Sauerstoff. Je mehr jemand atmet, desto mehr kann er verbrennen. «Wir wollen ein Licht leitendes elastisches Copolymer verwenden, das in Form eines Strickgewebes über den Bauch des Patienten gespannt und von einer LED durchleuchtet wird», erläutert der Empa-Forscher. «Wenn der Patient atmet, wird die elastische Faser gedehnt und ändert ihre optische Durchlässigkeit. Es kommt weniger Licht am integrierten Lichtsensor an.» Aus der optischen Messung der Bewegung am Bauch lässt sich – so hoffen die Forscher – hinreichend genau das Atemvolumen bestimmen. Eine solche Messung wäre ein gewaltiger Fortschritt für eine 24-Stunden-Überwachung des Kalorienverbrauchs, denn bislang lässt sich dieser Messwert nur bestimmen, wenn der Patient eine Atemmaske trägt.

Es gibt noch eine Methode, den Sauerstoffverbrauch zu messen, und auch dafür braucht es Sensoren aus den Empa-Labors. Die Messung nach dem so genannten Fick'schen Prinzip braucht drei Parameter: das vom Herz gepumpte Blutvolumen sowie die Sauerstoffsättigung in den Arterien und in den Venen.

Leuchtsensoren messen Blutsauerstoff

Zwei dieser Parameter, die Herzfrequenz und die Sauerstoffsättigung in den Arterien, können relativ einfach mit einem Pulsoxymeter bestimmt werden. Heute wird dies gewöhnlich mit einem leuchtenden Clip am Finger, Zeh oder Ohrläppchen erledigt, bei Neugeborenen durchleuchtet man oft auch den Fussballen oder das Handgelenk. Sauerstoffgebundenes Hämoglobin absorbiert Licht einer anderen Wellenlänge als freies Hämoglobin; daraus kann berechnet werden, wie viel Sauerstoff im Blut gebunden ist.

Da die Sauerstoffsättigung in den Venen an vielen Stellen des Körpers höchst unterschiedlich ist, gestaltet sich deren Bestimmung bedeutend schwieriger. Das Hemd mit den Messsensoren, das der Patient tragen soll, muss deshalb mehrere im Infrarot-

bereich leuchtende Messpunkte haben, um die verbrauchte Sauerstoffmenge hinreichend genau abschätzen zu können. Die Textilforscher um Lukas Scherer haben bereits einen leuchtenden Sensor aus gestickten Fäden entwickelt, der in ein solches Messhemd integriert werden könnte. Die Auswertung der Signale wird eine Elektronik besorgen, die derzeit am CSEM (Centre Suisse d'Electronique et Microtechnique) in Neuchâtel entwickelt wird.

Körperdaten aus dem Unterhemd

Am Ende des Obesense-Projekts soll ein für jeden Patienten massgeschneidertes Hemd stehen, das eng am Körper anliegt, angenehm zu tragen und einfach zu waschen ist. Es soll während des ganzen Tages Körperdaten des Patienten liefern und ihm bei der Umstellung seiner Gewohnheiten helfen, ohne ihn im Alltagsleben zu behindern. Auch dieser Aufgabe stellt sich die Textilforschung an der Empa. Nebst der Entwicklung von Hightech-Sensoren muss das Gesamtsystem stimmen. Das fertige Produkt muss nicht nur präzise gefertigt, sondern auch bequem sein. Sonst bleibt es am Ende nutzlos im Schrank hängen. //



Der Zellbiologe Arie Bruinink arbeitet im Fachgebiet «Materials-Biology Interactions» und half den Zellträger zu optimieren.

Kuscheldecke für Hautzellen

Das Konzept ist verblüffend: Ein Zellträger aus Kunststoff wird von Hautzellen besiedelt und löst sich anschliessend auf. In nur zwei Jahren konnten die Luzerner Firma Nolax und die Empa das Projekt bis zum Proof-of-Concept vorantreiben.

TEXT: Stefan Kyora / KTI; BILDER: Alessandro Della Bella / KTI

Weltweit leiden über 50 Millionen Menschen an chronischen Wunden. Die Zahl wird weiter zunehmen, denn betroffen sind häufig ältere Menschen, die von Krankheiten wie Diabetes geschwächt sind. Genau diese Bevölkerungsgruppe wächst weltweit.

Einer Linderung des Problems ein gutes Stück nähergekommen sind die Luzerner Firma Nolax und die Empa im KTI-Projekt «Revcel». Gemeinsam haben sie einen Zellträger, einen Scaffold, aus Kunststoff weiterentwickelt, der den Körper beim Schliessen der Wunde unterstützt. Der Scaffold – ein schwammartiges kleines Kissen aus Polyurethan – wird auf die Wunde aufgebracht. Nach und nach besiedeln ihn Bindegewebszellen. Gleichzeitig wird der Kunststoff vom Körper abgebaut. Zurück bleibt die neu gebildete Schicht Haut.

Zwar gibt es bereits Zellträger auf dem Markt. Doch sie werden aus tierischen Ausgangsprodukten hergestellt, was sie teuer macht und das Risiko von Krankheitsübertragungen mit sich bringt. Beide Nachteile fallen bei der Wahl von Kunststoff als Trägermaterial weg.

Nolax verfügt über jahrzehntelange Erfahrung im Kunststoffbereich und hat seit Jahren Produkte für medizinische Anwendungen auf dem Markt. 2009 liess das Luzerner KMU das Konzept des Scaffolds patentieren. «Für die Weiterentwicklung bis zum Proof-of-Concept brauchten wir allerdings einen Partner», erklärt Andreas Dobmann von Nolax. Die passende Ergänzung fand man an der Empa in St. Gallen. Die Projektleitung dort übernahm Arie Bruinink, ein Zellbiologe und Toxikologe mit viel Erfahrung bei Verträglichkeitstests.

Dieses Know-how war gefragt. In Tests mit Zellkulturen sollten Material und Struktur des Scaffolds so optimiert werden, dass er nicht toxisch ist, Zellen ihn besiedeln und er sich schliesslich vollständig und ohne Nebenwirkungen im Körper auflöst.

Realitätsnahe Tests mit 3-D-Zellklumpen

Die vom Empa-Team entwickelten Tests waren besonders realitätsnah. So stellte Bruininks Team in einem aufwändigen Verfahren dreidimensionale Zellklumpen aus menschlichen Zellen her und überprüfte, ob Zellen aus dem Klumpen den Scaffold besiedeln. «Dies entspricht den natürlichen Verhältnissen bei einer Wunde wesentlich besser als der heute übliche Test mit einzelnen Zellen», erklärt Bruinink.

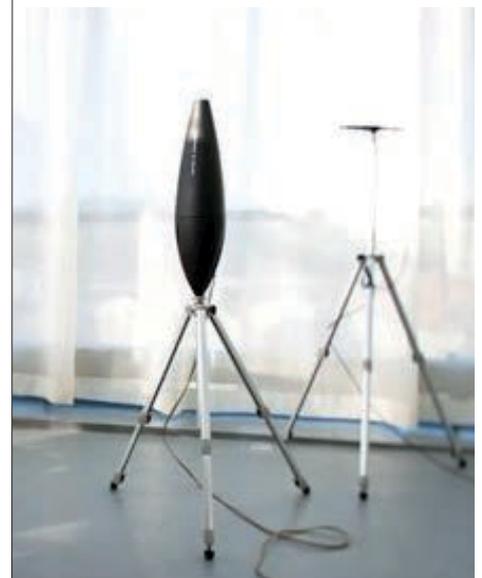
«Aufgrund der Testergebnisse haben wir immer wieder die Rezeptur angepasst und die Struktur des Scaffolds verbessert», erklärt Stephan Häfner, der das Projekt bei der Nolax leitete. Beide Teams arbeiteten mit enormer Geschwindigkeit. Insgesamt führten sie weit über hundert Versuchsreihen durch.

Die Ergebnisse wurden zum Schluss von Brigitte von Rechenberg am Tierspital Zürich an Tiermodellen überprüft. Das Ergebnis fiel überzeugend aus. «Das Schliessen der Wunde mit dem Scaffold klappt sogar besser, als wir zu Beginn erhofft hatten», sagt Arie Bruinink.

Nun baut Nolax eine Produktion auf, um Scaffolds für klinische Versuche zu produzieren. Andreas Dobmann deutet an, dass er sich davon einiges verspricht: «Neben der Behandlung chronischer Wunden zeichnen sich bereits weitere Anwendungsfelder ab.» //

Der Preis ist leis

Die Textildesignerin Annette Douglas hat für ihre Schall absorbierenden Vorhänge den EESC European Award 2013 gewonnen, der vom European Economic and Social Committee für exzellentes Design und Nachhaltigkeit verliehen wird. Mithilfe von Empa-Akustikern und dem Textilunternehmen Weisbrod-Zürcher hat sie leichte, lichtdurchlässige, schwer entflammare und Schall schluckende Vorhänge entwickelt. Nun wurde der britisch-schweizerischen Doppelbürgerin für ihr Produkt bereits die fünfte Auszeichnung verliehen. 2011 erhielt sie einen der «Design Preise Schweiz», und 2012 wurde sie mit dem «Red Dot Award – Best of the Best» ausgezeichnet. Weitere Awards aus Los Angeles und Köln folgten. Für die junge Unternehmerin ist der EESC Award eine besondere Ehre. «Ich freue mich sehr, für mein Schweizer Projekt eine EU-Auszeichnung erhalten zu haben», sagt Douglas. Aus insgesamt 90 Projekten wurden fünf ausgewählt, darunter die «Silent Space Collection» von Annette Douglas Textiles ACOUSTICS®.



In einem typischen Sitzungszimmer an der Empa fanden akustische Tests mit dem schallabsorbierenden Vorhang statt: Mit Lautsprecher und Mikrofon wurde die Nachhallzeit gemessen.

Empa **News**

auf
iPad
und
Android

(Läuft nur auf Tablets, nicht auf Smartphones)



TOUCH THE SCIENCE



Veranstaltungen

14. November 2013

Nanomaterialien in Fassadenbeschichtungen

Zielpublikum: Behörden, Industrie, Wirtschaft

www.empa.ch/tbnanohouse

Empa, Dübendorf

26. November 2013

Versagen von Hightech-Komponenten

www.empa.ch/verskomp

Empa, Dübendorf

27. November 2013

Innovative Materialien im Sport

www.empa.ch/tbsport

Empa, Dübendorf

14. Januar 2014

Klebertechnik für Praktiker

www.empa.ch/klebertechnik

Empa, Dübendorf

Details und weitere Veranstaltungen unter

www.empa-akademie.ch

Ihr Zugang zur Empa:



portal@empa.ch
Telefon +41 58 765 44 44
www.empa.ch/portal