

Empa **News**



Magazin für Forschung, Innovation und Technologietransfer
Jahrgang 10 / Nummer 37 / Juli 2012



Empa-Technologie im All



Medizin-Technologie:
Freundliche Implantate 10

Der Mann, der
die Brücken zählt 22

Auf dem Weg zur
ökologischen Fabrik 26

In allen Dimensionen daheim

Vor kurzem haben Cern-Forscher im «Large Hadron Collider» erste Hinweise auf das bis dato unfassbare Higgs-Teilchen erhalten; ungefähr zur gleichen Zeit hat die Nasa atemberaubende Panorama-bilder vom Mars verbreitet, aufgenommen von den «Mars Exploration Rovers». Zwei Erfolgsmeldungen von den beiden Dimensions-Polen wissenschaftlicher Forschung sozusagen: dem unvorstellbar Kleinen im Fall des Elementarteilchens und dem überwältigend Grossen, unserem Universum.

Die Empa ist – in der angewandten Forschung – ebenfalls in beiden Dimensionen tätig. So ist Empa-Technologie etwa an Bord des «Kometenjähgers» Rosetta, ein ESA-Satellit, der 2014 sein Ziel, den Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko, erreichen wird. Und auch die Merkur-Mission BepiColombo, die 2015 abheben soll, um den innersten Planeten unseres Sonnensystems zu erforschen, hat «Empa inside» (s. S. 4).



Das andere «Ende», der Mikro- beziehungsweise Nanometerbereich, ist unter anderem für die Entwicklung innovativer

medizintechnischer Produkte von Bedeutung. Im aktuellen «Fokus» stellen wir Ihnen einige Beispiele aus unseren Labors vor – pünktlich zum ersten «World Medtech Forum» Ende September in Luzern, an dem die Empa als «Innovation Partner» auftritt. Etwa mit neuartigen, mikrostrukturierten Implantatoberflächen, die dafür sorgen, dass Zellen sich auf dem Implantat «wohl-fühlen» und besser mit diesem verwachsen.

Unsere Medtech-Aktivitäten zeigen auch exemplarisch, wie eng wir mit Industriepartnern zusammenarbeiten, um aus unseren Forschungsergebnissen letztlich marktfähige Innovationen zu machen – inklusive der durchaus motivierenden «Reibungen», die entstehen, wenn neugierige, erkenntnishaungrige Forscher mit Entwicklern aus der Industrie zusammenarbeiten, die ihr Augenmerk darauf richten, kommerziellen Erfolg zu erzielen (s. Interview mit Synthes-CTO Robert Frigg auf S. 18).

Viel Vergnügen beim Lesen.

Michael Hagmann
Leiter Kommunikation

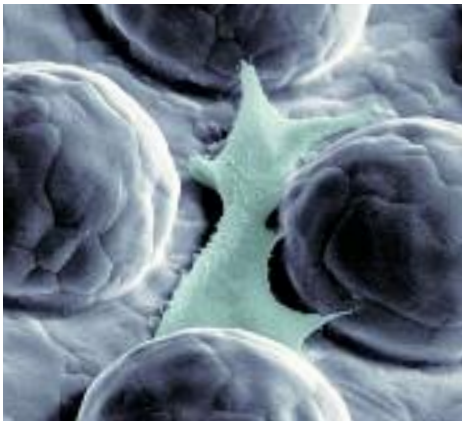


Die Kunst des Lötens
Verbundwerkstoffe der Empa
auf dem Weg zum Merkur 04



Titelbild

Der Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO) wird ab 2022 ein Jahr lang um den Merkur kreisen. An Bord: Ein extra leichtes Massenspektrometer, dessen hitzefeste Partikelschleuse an der Empa konzipiert und gefertigt wurde.



Implantate neu erfunden
Neuartige Oberflächen fördern
das Zellwachstum 10



Ruhe auf dem Deck
Felix Weber stellt schwankende
Brücken ruhig 22



Solarzellen in Bewegung
Ein neues Kunstwerk feiert die
Schönheit von Öko-Technik 29

Impressum

Herausgeberin

Empa
 Überlandstrasse 129
 8600 Dübendorf
 Schweiz
 www.empa.ch

Redaktion & Gestaltung

Abteilung Kommunikation

Kontakt

Telefon +41 58 765 47 33
 empanews@empa.ch
 www.empanews.ch

Anzeigenmarketing

MetroComm AG
 Ernst Niederer
 Zürcherstrasse 170
 9014 St.Gallen
 Schweiz
 Telefon +41 71 272 80 50
 info@metrocomm.ch

Erscheint viermal jährlich



- Forschung und Entwicklung

04 Präzision auf dem Weg zum Merkur
 Speziell verlötete Teile aus den Empa-Labors fliegen ins All.
- 06 Weltraumtechnik für Altbauwände**
 Aerogel-Putz spart Heizkosten und bewahrt die Optik
- 08 Wasserstoff macht mobil**
 Drei Versuchsobjekte der Empa präsentieren sich in St. Gallen
- Fokus: Medizinische Technologie**
- 10 Freundliche Implantate**
 Wie metallische Oberflächen Zellen zum Wachstum anregen
- 14 Das Multifunktionspflaster**
 Die nächste Generation an Wundpflastern verabreicht Medikamente
- 16 Medizinische Technologie – made by Empa**
 Alle Forschungsprojekte auf einen Blick
- 18 «Die Passion der Empa ist es, ein Problem zu verstehen»**
 Interview mit Robert Frigg, CTO des Implantatherstellers Synthes
- 21 Korrosion im Körper**
 Warum Implantate versagen und was die Empa dagegen tut
- Wissens- und Technologietransfer

22 Der Schwingungsdompteur
 Wie ein Empa-Ingenieur Brückendecks und Tragseile ruhig stellt
- 25 Nano in Anstrichfarben: eine gute Idee?**
 Ein Forschungsprojekt analysiert die Risiken von Nanopartikeln
- 26 Eine «grüne» Fabrik, die Geld verdient**
 Prozesse in Fabrikationshallen können ökologischer werden

Präzision auf dem Weg zum Merkur

Bei der BepiColombo-Mission zum Merkur werden Bauteile der Empa an Bord des Satelliten sein. Die speziell verlöteten Teile eines Massenspektrometers halten der Kälte im All genauso stand wie den Backofentemperaturen in der Umlaufbahn des Merkur.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Empa, ESA

Wenn im August 2015 eine Ariane-5-Rakete abhebt, um die Sonde «BepiColombo» der «European Space Agency» (ESA) auf den Weg zum Merkur zu befördern, werden Know-how und Massarbeit aus den Empa-Labors dabei sein: Die Ionisierungseinrichtung eines Massenspektrometers, hitze- und kältefest, dabei extrem leicht und höchst zuverlässig, wurde vom Füge- und Spezialisten Hans Rudolf Elsener gefertigt. Zwei Jahre lang soll die Sonde den Merkur umkreisen und aus einer Höhe von 400 Kilometern Spuren von chemischen Stoffen analysieren, die den Forschenden Hinweise darauf geben sollen, wie die inneren Planeten unseres Sonnensystems entstanden sind.

Es wird ein Wechselbad der Temperaturen. Bis zu 150 Grad unter null muss das Messinstrument auf der siebenjährigen Reise zum Merkur überstehen. In der Umlaufbahn angekommen, wird der Satellit von der nahen Sonne «gegrillt». Über 300 Grad Celsius herrschen dann im Inneren des Detektors. Das Physikalische Institut der Universität Bern fragte Elsener an, ob er und sein Team bei der Fertigung einer beheizbaren Komponente helfen könnten. Neben der Temperaturdifferenz spielt bei interplanetarischen Missionen das Gewicht eine entscheidende Rolle. Die Sonde namens «Mercury Magnetospheric Orbiter» (MMO) trägt das Equipment für fünf verschiedene Experimente – doch dieses darf insgesamt nicht mehr als 45 Kilogramm wiegen.

Die Empa-Forscher um Elsener sollten eine halbkreisförmige, elektrisch beheizbare Trägerstruktur bauen, die benötigt wird, um im All herumfliegende Neutralteilchen effizient zu ionisieren. Diese Ionen werden an beschichteten Umwand-

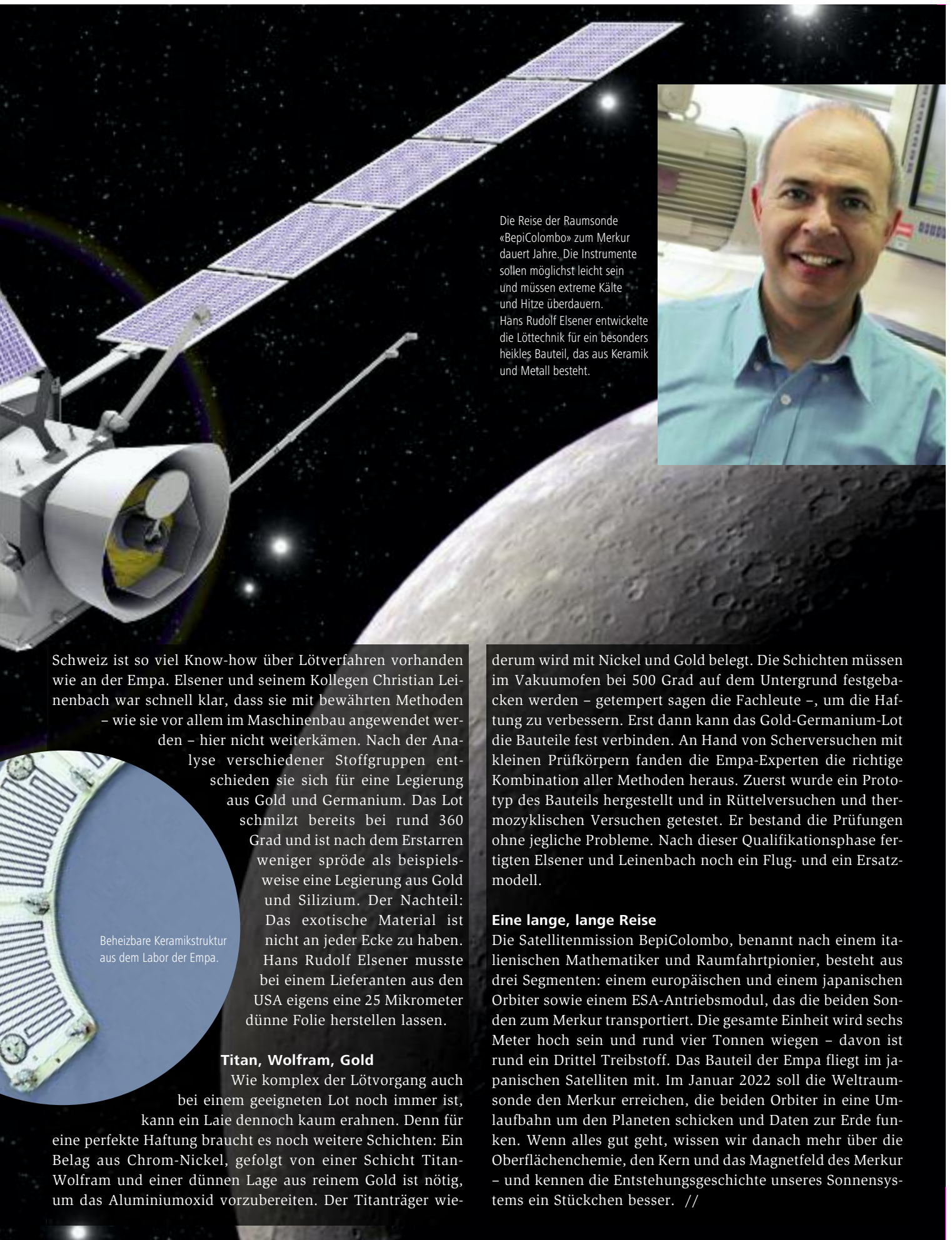
lungsflächen am Eingangsschacht des Massenspektrometers erzeugt und durch ein elektrisches Feld hineingezogen. Das periodische Ausheizen dieser Flächen entfernt organische Rückstände und verbessert die Effizienz des Massenspektrometers. Das Heizelement aus Aluminiumoxid sitzt fest und mit seiner ganzen Fläche auf einem stabilen, metallischen Träger. Theoretisch wäre ein Träger aus Niob ideal, denn dieses grau glänzende, duktile Metall besitzt einen ähnlichen Ausdehnungskoeffizienten wie Aluminiumoxid. Doch Niob ist für die Sonde viel zu schwer. So fiel die Entscheidung für einen nur halb so schweren Träger aus Titan. Das gesamte Bauteil wiegt nun nicht mehr als 40 Gramm.

Die Kunst des Lötens

Doch Titan warf Probleme auf: Es dehnt sich nämlich unter Hitze wesentlich stärker aus als Aluminiumoxid. Das Heizelement muss also mit einem geeigneten Werkstoff aufgelötet werden, damit es sich bei den Temperaturschwankungen während der Reise nicht vom Träger ablöst. Zugleich darf die Temperatur beim Lötvorgang nicht zu hoch sein – sonst entstehen bereits bei der Herstellung zerstörerische Spannungen im Materialverbund.

Löten ist die einzige Methode, um unterschiedliche Materialien zu verbinden, wenn gleichzeitig eine hohe Festigkeit sowie eine gute Wärmeübertragung und Hitzebeständigkeit erforderlich sind. Und an kaum einem anderen Ort in der





Die Reise der Raumsonde «BepiColombo» zum Merkur dauert Jahre. Die Instrumente sollen möglichst leicht sein und müssen extreme Kälte und Hitze überdauern. Hans Rudolf Elsener entwickelte die Löttechnik für ein besonders heikles Bauteil, das aus Keramik und Metall besteht.



Schweiz ist so viel Know-how über Lötverfahren vorhanden wie an der Empa. Elsener und seinem Kollegen Christian Leinenbach war schnell klar, dass sie mit bewährten Methoden – wie sie vor allem im Maschinenbau angewendet werden – hier nicht weiterkämen. Nach der Analyse verschiedener Stoffgruppen entschieden sie sich für eine Legierung aus Gold und Germanium. Das Lot schmilzt bereits bei rund 360 Grad und ist nach dem Erstarren weniger spröde als beispielsweise eine Legierung aus Gold und Silizium. Der Nachteil: Das exotische Material ist nicht an jeder Ecke zu haben. Hans Rudolf Elsener musste bei einem Lieferanten aus den USA eigens eine 25 Mikrometer dünne Folie herstellen lassen.

Beheizbare Keramikstruktur aus dem Labor der Empa.

Titan, Wolfram, Gold

Wie komplex der Lötvorgang auch bei einem geeigneten Lot noch immer ist, kann ein Laie dennoch kaum erahnen. Denn für eine perfekte Haftung braucht es noch weitere Schichten: Ein Belag aus Chrom-Nickel, gefolgt von einer Schicht Titan-Wolfram und einer dünnen Lage aus reinem Gold ist nötig, um das Aluminiumoxid vorzubereiten. Der Titanträger wie-

derum wird mit Nickel und Gold belegt. Die Schichten müssen im Vakuumofen bei 500 Grad auf dem Untergrund festgebakken werden – getempert sagen die Fachleute –, um die Haftung zu verbessern. Erst dann kann das Gold-Germanium-Lot die Bauteile fest verbinden. An Hand von Scherverversuchen mit kleinen Prüfkörpern fanden die Empa-Experten die richtige Kombination aller Methoden heraus. Zuerst wurde ein Prototyp des Bauteils hergestellt und in Rüttelversuchen und thermozyklischen Versuchen getestet. Er bestand die Prüfungen ohne jegliche Probleme. Nach dieser Qualifikationsphase fertigten Elsener und Leinenbach noch ein Flug- und ein Ersatzmodell.

Eine lange, lange Reise

Die Satellitenmission BepiColombo, benannt nach einem italienischen Mathematiker und Raumfahrtpionier, besteht aus drei Segmenten: einem europäischen und einem japanischen Orbiter sowie einem ESA-Antriebsmodul, das die beiden Sonden zum Merkur transportiert. Die gesamte Einheit wird sechs Meter hoch sein und rund vier Tonnen wiegen – davon ist rund ein Drittel Treibstoff. Das Bauteil der Empa fliegt im japanischen Satelliten mit. Im Januar 2022 soll die Weltraumsonde den Merkur erreichen, die beiden Orbiter in eine Umlaufbahn um den Planeten schicken und Daten zur Erde funken. Wenn alles gut geht, wissen wir danach mehr über die Oberflächenchemie, den Kern und das Magnetfeld des Merkur – und kennen die Entstehungsgeschichte unseres Sonnensystems ein Stückchen besser. //

Weltraumtechnik für Altbauwände

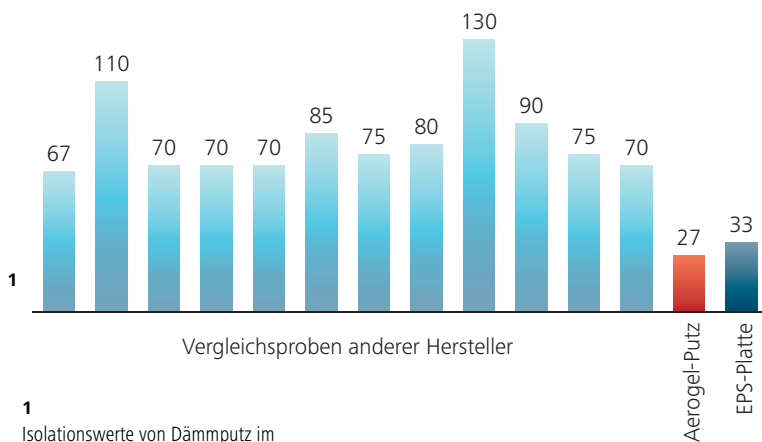
Altbauten sind schön – und schwer zu isolieren. Die Empa hat auf Basis von Aerogel einen neuartigen Putz entwickelt, der doppelt so gut isoliert wie heute übliche Dämmputzsorten. Nächstes Jahr soll das Produkt auf den Markt kommen.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Joachim Kohler; Fixit / GRAFIK: Empa

A nderthalb Millionen Altbauten gibt es in der Schweiz. Mit dieser Bausubstanz müssen wir leben – mit ihr wollen wir leben. Doch zugleich steigt der Energieverbrauch des Landes. 4.5 Millionen Tonnen leichtes Heizöl und 3 Millionen Kubikmeter Erdgas werden laut Bundesamt für Energie jährlich importiert, 43 Prozent davon gehen fürs Heizen durch den Schornstein. Wer fossile Energie sparen will, muss sein Haus also isolieren. Doch wie dämme ich meinen historischen Altbau – ob er nun als Riegelhaus im Thurgau steht, als Bürgerhaus in Solothurn oder als Art-Deco-Mietshaus im Norden Zürichs? Der Heimatschutz wäre alles andere als erfreut, wenn die historische Fassade einfach mit modernen Dämmplatten verhängt würde.



Wärmeleitfähigkeit heutiger Dämmputze im Vergleich [$\text{mW}/(\text{m} \cdot \text{K})$]



1 Isolationswerte von Dämmputz im Vergleich. Der rote Balken zeigt den Aerogel-Putz: er besitzt ähnlich gute Dämmwerte wie eine Polystyrolplatte (blau).

2 Historisches Riegelhaus in Kreuzlingen: Wer die Wände isolieren möchte, ohne die Optik zu beeinträchtigen, kann oft nicht auf Dämmplatten zurückgreifen. Dämmputz ist die Lösung.

3 Eine Probe des Aerogel-Putzes wird mit einer professionellen Putzmaschine aufgespritzt und glatt gezogen. Der weiche Dämmputz muss im nächsten Arbeitsgang noch mit einer harten Deckschicht geschützt werden.



Um die Optik einer alten Hauswand zu erhalten, eignet sich ein Verputz am besten. Und auch beim Auskleiden von verwinkelten Treppenhäusern, Rundbögen und Stützmauern ist das Zuschneiden von Dämmplatten ein mühseliges Geschäft. «Eine Innenverkleidung aus Dämmputz lässt sich wesentlich schneller aufbringen», so Empa-Bauphysiker Thomas Stahl. «Ausserdem liegt der Putz direkt auf dem Mauerwerk auf und lässt keine Lücken, in denen Feuchtigkeit kondensieren kann.»

Stahl hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Dämmeigenschaften von Putz auf eine neue Ebene zu heben und einen Putz zu entwickeln, der ebenso gut dämmt wie eine Polystyrolplatte. Die jahrelange Forschungsarbeit hat nun Erfolg:

Das Produkt, gemeinsam entwickelt mit dem Schweizer Putzhersteller Fixit, hat die Laborversuche überstanden und wird seit Anfang Juli 2012 an den ersten Gebäuden getestet. Wenn der neue Dämmputz hält, was er verspricht, könnte das Material, nach Angaben des Industriepartners Fixit, im Lauf des Jahres 2013 auf den Markt kommen.

Material aus der Raumfahrt

Was aber steckt drin im neuen Wunderputz aus dem Empa-Labor? Stahl und seine Kollegen entschieden sich für den wohl besten Dämmstoff, der industriell hergestellt werden kann: Aerogel. Das Material, wegen seiner Optik auch als «gefrorener Rauch» bekannt, besteht zu rund 5 Prozent aus Silikat – der Rest ist Luft. Aerogel wurde bereits in den Sechzigerjahren zur Isolation von Raumanzügen eingesetzt und hält 15 Einträge im Guinness-Buch der Rekorde, darunter denjenigen als «bester Isolator» und «leichtester Feststoff».

Im Baubereich wird Aerogel bereits eingesetzt, etwa als einblasbarer Isolierstoff für Mauerzwischenräume oder in Form von Dämmplatten aus Faserflies. Wo also liegt das Problem, dass noch niemand Aerogel in einen Putz gemischt hat? Bauforscher Stahl spart sich eine lange Erklärung, nimmt eine durchsichtige Plastikbox aus dem Regal und öffnet den Deckel: «Fassen Sie mal rein und reiben Sie ein wenig.» Tatsächlich sind die Aerogel-Kügelchen extrem leicht, fast gewichtslos und sie lassen sich zwischen Daumen und Zeigefinger festhalten. Doch sobald man die Finger reibt, zerbröseln sie. Nach zwei, drei Bewegungen ist von dem Wunderstoff nur noch ein feines Pulver übrig. «Genau das war unser Problem», sagt Stahl, «wenn wir das Pulver sachte mit Wasser verrühren und den Putz von Hand auftragen, sind die Ergebnisse gut. Aber stellen Sie sich vor, der Putz wird mit einem Druck von 7 bis 8 bar durch den Schlauch einer professionellen Putzmaschine geblasen. Dann bleibt von unserem Aerogel nicht mehr viel übrig.»

Um den Putz «Industriemaschinen-tauglich» zu machen, brauchte es einiges an Kenntnis über die Inhaltsstoffe von Trockenputzmischungen und deren Wechselwirkung mit Aerogel. Und eine Reihe von Versuchen – von der handtellergrossen Laborprobe bis zum monatelangen Bewitterungsversuch. Am Ende hatte Stahl eine Lösung gefunden, die jetzt patentiert wird.

Die Proben des Aerogel-Putzes ergaben eine Wärmeleitfähigkeit von weniger als 30 mW/(mK) – mehr als doppelt so gut isolierend wie Dämmputz, den es heute zu kaufen gibt (s. Balkengrafik links). Sollte sich die Innovation am Markt durchsetzen, dann hat die Empa den Schweizer Hausbesitzern etliches an Brennstoffverbrauch erspart. //

Video:
Eine Altbauwand
wird verputzt



http://youtu.be/5zf_mj3L6Y8
Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
(etwa mit der App «Scanlife»)

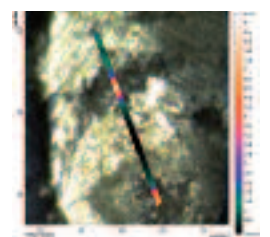
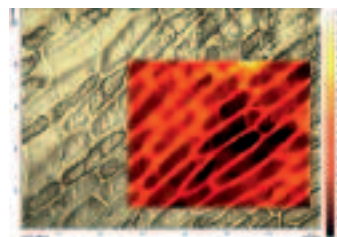


LUMOS

FT-IR-Mikroskopie
leicht gemacht



- Eigenständiges FT-IR-Mikroskop mit Voll-Automatisierung
- Höchster Komfort in der Bedienung
- Motorisierter ATR-Kristall mit integrierter Druckkontrolle
- Messungen in ATR, Transmission und Reflexion komplett automatisiert
- Hohe Qualität der visuellen und IR-spektroskopischen Ergebnisse



Weitere Informationen finden Sie unter:
www.brukeroptics.de • www.lumos-ir.de

Tel: (+41) (44) 825 9818
E-Mail: optics@bruker.ch

Innovation with Integrity

FT-IR



Wasserstoff macht mobil

TEXT: Martina Peter / BILDER: Empa

Ende Mai gaben sich zwei Fahrzeuge und ein Wohncontainer vor der Empa in St. Gallen ein Stelldichein: Das Strassenreinigungsfahrzeug «hy.muve», ein Brennstoffzellen-Postauto und die Raumzelle «Self». Allen gemeinsam: Sie nützen Wasserstoff als Energieträger. Kehrmachine und Postauto fahren damit, die autarke Raumzelle produziert mit einer eigenen Wasserstoffanlage im Sommer Energie, die dann zum Kochen und Heizen gebraucht werden kann.

«hy.muve» ist sauber, macht sauber

Drei Jahre wurde das von der Empa in Zusammenarbeit mit dem PSI und Industriepartnern entwickelte wasserstoffbetriebene Kehrfahrzeug «Bucher Schörling CityCat H₂» auf Basels Strassen erprobt. Sein Vorteil: Es stösst als Abgas nur Wasserdampf aus und ist erst noch leise. Im April 2012 wurden die Anlage und das Fahrzeug für einen weiteren Praxiseinsatz nach St. Gallen verlegt. Hier geht es in erster Linie darum, das nun den Kinderkrankheiten entwachsene Kommunalfahrzeug weiter im Alltag zu testen, die Einsatzerfahrungen zu vertiefen und das Alterungsverhalten der verschiedenen Komponenten zu untersuchen.



Postauto spart Energie und schont die Umwelt

Im aargauischen Brugg werden zurzeit im laufenden Betrieb fünf Postautos getestet, die mit Brennstoffzellenbetrieb unterwegs sind. Kürzlich weihte Postauto Schweiz AG dazu auch eine Wasserstofftankstelle ein. Als Forschungspartner sind das PSI und die Empa mit an Bord. Die Empa hat während der Versuchsphase in erster Linie Beratungsfunktion. Sie untersucht die Effizienz der Wasserstoffproduktion, die Einbindung in den Elektrizitätsmarkt und bündelt die Erfahrungen beim Bau der Wasserstofftankstelle für künftige Projekte.

In «Self» unabhängig wohnen und arbeiten

Zu besichtigen am Empa-Sitz in St. Gallen war ausserdem «Self», eine moderne energie- und wasserunabhängige Raumzelle zum Wohnen und Arbeiten. Hier sorgt ein mit Wasserstoff betriebenes Küchengerät für warme Mahlzeiten. Wasserstoff wird durch Elektrolyse hergestellt, die elektrische Energie dazu mit Solarzellen auf dem Dach umweltfreundlich erzeugt. Bis der Wasserstoff gebraucht wird, ist er in mit Metallhydriden gefüllten Behältern zwischengespeichert, ebenfalls ein an der Empa entwickeltes Novum. Mit «Self» erproben die Empa und die Eawag neue Gebäudekonzepte und Energietechnologien: Kaum etwas entspricht dem heutigen Stand der Technik, fast alles besteht aus speziell entworfenen und konzipierten Komponenten, so etwa die Gebäudehülle. //

1
Das Postauto mit Brennstoffzellenantrieb präsentiert sich vor dem gläsernen Empa-Hochhaus in St. Gallen. Die Empa offeriert ihr Know-how, um Kommunen und Kantone zu beraten, die eine Wasserstoff-Infrastruktur planen.

2
Das an der Empa entwickelte wasserstoffbetriebene Kehrfahrzeug «hy.move» wurde bereits in Basel getestet und reinigt derzeit Strassen in St. Gallen. Weitere Schweizer Städte werden folgen.

3
Auch die autarke Raumzelle «Self» ist ein Beispiel für die Wasserstoffwirtschaft der Zukunft. Der Wohn- und Arbeitscontainer erzeugt die Energie für seine Bewohner selbst und speichert sie – rund ums Jahr.



Video:
Der Wasserstoffbus im Einsatz

<http://youtu.be/Xo6qCvkNyq0>
Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
(etwa mit der App «Scanlife»)



Freundliche Implantate

Zellbiologen der Empa wollen Implantat-Oberflächen so «tunen», dass sie ihre Aufgaben im Körper besser wahrnehmen können. Zusammen mit dem Fraunhofer-Institut entwickelten sie ein Verfahren, mit dem Implantate, auf denen Zellen gerne wachsen, aus einem Guss gefertigt werden.

TEXT: Martina Peter / BILDER: Empa, Synthes



Damit sich der menschliche Körper mit einem Implantat «anfreundet», sollte der Fremdkörper eine Oberfläche besitzen, die von (künftigen) Nachbarzellen gerne besiedelt wird. Osteoblasten, also Zellen, die für die Knochenbildung verantwortlich sind, müssen sich auf einem künstlichen Hüftgelenk anlagern können, um neue Knochensubstanz zu bilden und dadurch das Implantat fest im Knochen zu verankern. Wie auch andere Forschergruppen arbeiten Empa-Forschende daran, mikrostrukturierte Implantatoberflächen zu entwickeln, die den Knochenzellen optimale Wachstumsbedingungen bieten. Arie Bruinink, Zellbiologe in der Abteilung «Materials-Biology Interactions», erklärt: «Wir haben unter anderem gesehen, dass eine Oberflächenstruktur mit ungefähr zellgrossen Noppen die Zellen in ihrer Form und Anhaftung stark beeinflusst.»

Wie Zellen auf verschiedene Modelloberflächen reagieren, können die Forscher unter anderem mit dem konfokalen Laserscanmikroskop beobachten: Nachdem sie Knochenmarkzellen auf einer Metallprobe mit genoppter Oberfläche ausgesät hatten, haften die Zellen auf dem Material, bildeten ihr Zell- oder Zytoskelett aus und passten ihre Form der Oberflächenstruktur an. Auf einer Oberfläche mit Noppen mit einem Durchmesser von 30 beziehungsweise 50 Mikrometer und einem Abstand von 20 Mikrometer spannen sich die Zellen zwischen den Noppen auf und sind nicht mehr so flach, wie sie sich normalerweise in einer Kulturschale präsentieren. Dies sei ein sehr auffälliges Verhalten, dessen Auswirkungen auf die Zelldifferenzierung weiter untersucht werden sollten, meint Bruinink.

Porenfrei sauber – und erst noch günstig

Um Implantate auf innovative Weise herzustellen, entwickelten die Materialforscher vom Bremer Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM) mit Hilfe der zellbiologischen Experten der Empa ein Metallpulver-Spritzgiessverfahren (MIM, für «Metal Injection Moulding»). Mit diesem lässt sich das Implantat samt seiner mikrostrukturierten, biokompatiblen Oberfläche in «einem Guss» fertigen. Ziel des von

>>

1

Die Empa Forschenden Arie Bruinink und Magdalena Obarzanek-Fojt bei der Arbeit: Auf Bildschirmen überprüfen die beiden, wie gut sich die Zellen auf der Oberfläche des Prüfkörpers eingemischt haben – und welche Oberflächenstruktur das Wachstum begünstigt.

2

Einer der Prüfkörper mit mikroskopisch feiner Noppenoberfläche.

3

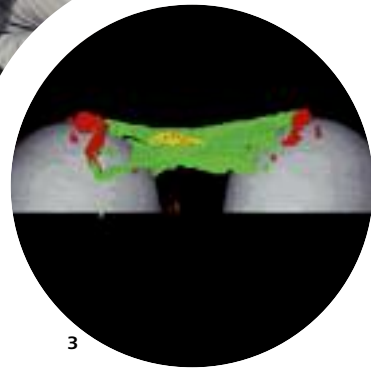
So lagern sich Zellen auf der strukturierten Oberfläche an.



1



2



3

der Volkswagen-Stiftung finanzierten Projekts seien Oberflächen gewesen, so Bruinink, die sich (sub)mikrometergenau strukturieren lassen – was in dieser Präzision bislang kaum möglich gewesen sei; derartige Strukturen liessen sich nur mit enormem Aufwand und entsprechenden hohen Kosten fabrizieren. Wichtig sei ausserdem, dass sich während der Herstellung des Implantats an der Oberfläche keine unerwünschten Poren bilden, in denen sich Keime verbergen können. Diese können Infektionen und chronische Entzündungen auslösen – mit der Folge, dass das Implantat wieder entfernt werden muss. Mit der neuen MIM-Methode sei es nun gelungen, eine präzis strukturierte, porenfreie Oberfläche einfach und kostengünstig herzustellen, sagt Bruinink.

Eine patente Methode – nicht nur für den Medtech-Bereich

Die inzwischen patentierte Methode eignet sich nicht nur für Werkstoffe im Medtech-Bereich. Die herausragenden mechanischen Eigenschaften des Materials – hohe Dichte und nanostrukturierter Aufbau – sind auch für andere Anwendungen interessant. Daher könnte das Verfahren überall eingesetzt werden, wo Material mit grösserer Festigkeit und Härte gefragt ist, etwa bei Zahnrädern und Schiffsschrauben.

Was interessiert die Zellbiologen um Arie Bruinink nun als Nächstes? Sie möchten den zellulären «Wettbewerb» auf der Implantatoberfläche besser verstehen – und dadurch steuern, um das Implantat mit den «passenden» Zellen (und nur mit diesen) zu verbinden. Denn wenn ein Implantat im Patienten eingesetzt wird, «streiten» verschiedenste Zellarten auf der Oberfläche um Platz. Der Zelltypus, der die Oberhand gewinnt, bestimmt, welche Art von Gewebe auf dem Implantat schlussendlich entsteht. «Es gibt klare Hinweise», so Bruinink, «dass Osteoblasten und Bindegewebszellen unterschiedliche Oberflächen bevorzugen.» Die Forschenden wollen deshalb herausfinden, wie die Zellen durch die angebotenen Oberflächen gezielt in ihrem Wachstum beeinflusst werden können. In Zukunft soll es dadurch möglich sein, biokompatible Implantate herzustellen, deren Oberfläche einen bestimmten Zelltyp zum Anhaften einladen, andere dagegen auf Distanz halten. //

Publikation

M. Bitar, V. Friederici, P. Imgrund, C. Brose, A. Bruinink: In vitro bioactivity of micro metal injection moulded stainless steel with defined surface features, in: European Cells and Materials, Vol 23, May 2012 (pages 333-347)

<http://www.ecmjournal.org/journal/papers/vol023/pdf/v023a26.pdf>

Video:
Zellforscher bei der Auswertung



<http://youtu.be/sjERN3PLFWI>
Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen (etwa mit der App «Scanlife»)

Medtech @ Empa

TEXT: Harald F. Krug, Direktionsmitglied der Empa / BILD: Empa



Medizinaltechnologien zählen seit mehr als zehn Jahren zu den zentralen Forschungsgebieten der Empa. Für ein Materialforschungsinstitut wie die Empa stehen dabei der Kontakt und die Wechselwirkung des Menschen mit natürlichen und künstlichen Materialien im Zentrum; immer mehr dringen diese Stoffe und Partikel in unseren Körper ein oder werden, etwa als Implantate, gezielt eingebaut. Die Anforderungen gerade für Anwendungen am und im menschlichen Körper ist für die Materialentwicklung eine besondere Herausforderung. Dabei gilt es nicht nur, Materialien beständig und haltbar zu machen, das ist eine Grundvoraussetzung; sie müssen vielmehr auch biokompatibel sein, also verträglich für den menschlichen Organismus, und sollten sich den Bedingungen in unserem Körper idealerweise anpassen, in jedem Fall jedoch keine nachteiligen Einflüsse haben.

Für unsere Gesellschaft, die auf der einen Seite immer älter wird, in der aber auch zahlreiche neue sportliche (und teils riskante) Freizeitaktivitäten zu einer erhöhten Anzahl jüngerer Patientinnen und Patienten führen, entwickelt die Empa Materialien für «Ersatzteile», die den heutigen Anforderungen entsprechen. Insbesondere bedeutet dies deutlich längere Standzeiten (Haltbarkeit, Korrosionsverminderung), bessere Integration (Wechselwirkungen mit dem Organismus und dem umgebenden Gewebe) sowie neue Wege der Herstellung und Bearbeitung insbesondere der Oberflächen (Funktionalisierung, Beschichtung). Zur Entwicklung dieser Materialien gehört natürlich auch der Test in biologischen Systemen, damit eine Bioverträglichkeit garantiert werden kann.

«MedTech-Materialien sollten sich unserem Körper anpassen, und auf keinen Fall nachteilige Einflüsse haben.»

Diese Themen bearbeitet die Empa in ihren Labors. Wie intensiv sie das tut, zeigt eine einfache Zahl: Neun der 29 Forschungslabors beschäftigen sich mit Fragen zur Medizintechnik im weitesten Sinne. Dabei gehen die Empa-Forschenden äusserst vernetzt ans Werk, denn die Probleme, die beim Einbau von Materialien in den menschlichen Körper beziehungsweise beim Gebrauch von Materialien direkt am menschlichen Körper auftreten, lassen sich nur interdisziplinär lösen. Ingenieure, Physikerinnen und Chemiker, aber auch Biologinnen, Materialwissenschaftler und Fachleute weiterer Disziplinen sind beteiligt, um eine ganzheitliche Betrachtung zu ermöglichen und damit möglichst viele Aspekte der Materialnutzung im Medtech-Bereich abzudecken.

Die Empa forscht dabei nicht nur im Rahmen von öffentlich geförderten Projekten (etwa von der Kommission für Technologie und Innovation, KTI, oder den EU-Rahmenprogrammen) an diesen Themen, sondern arbeitet auch direkt mit Firmen zusammen, die diese Entwicklungen dann als Produkte auf den Markt bringen und so die Schweizer Volkswirtschaft stärken. Bisweilen ist die Zusammenarbeit so eng, dass Firmenmitarbeitende direkt in den Empa-Labors an der Forschungsarbeit beteiligt sind und die Ergebnisse zeitnah an den Industriepartner weiterreichen können – ein Joint Venture im besten Sinne!

Von der Materialentwicklung bis zur Anwendung, von Ersatzteilen im Körper bis zur Ganzkörpermodellierung, vom medizinischen Nutzen bis hin zur Sicherheitsforschung bezüglich eventueller Nebenwirkungen, die Empa bietet eine «Alles aus einer Hand»-Lösung für die Schweizer MedTech-Industrie. //

1
Ein Polymertropfen kurz vor dem «Abflug» ins elektrische Feld.

2
Doktorand Nicolas Lavielle (oben), Matthijs de Geus und Ana-Maria Popa beim Experiment.

3
Gezogen vom elektrischen Potenzial entstehen hauchdünne Fäden.

Das Multifunktionspflaster

Die nächste Generation an Wundpflastern könnte gleichzeitig Schmerzen lindern und Entzündungen hemmen – und sich nach getaner Arbeit selbst auflösen. Wie sich solch ein Pflaster herstellen lässt, wird an der Empa erforscht.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Beat Geyer, Empa

Nicolas Lavielle hält ein dünnes, weisses Vlies in der Hand, klein wie ein Wattebausch und ebenso weich. «Das kommt bei unseren Versuchen derzeit heraus», erklärt er. Für seine Doktorarbeit entwickelt Lavielle an der Empa in St. Gallen eine mögliche Produktionsmethode, mit der sich die Wundpflaster der Zukunft herstellen lassen. Vielleicht eher genannt: Multifunktionspflaster. Denn der Wundverband der Zukunft soll nicht nur die Wunde abdecken, sondern während der Heilung auch Medikamente freisetzen, etwa Entzündungshemmer oder Schmerzmittel. Gedacht ist dabei nicht nur an kleine Heftpflaster für die üblichen Küchenunfälle, sondern an Hilfsmittel für die professionelle Medizin. Derartige Gewebe liesse sich etwa auch unter einem Gips direkt auf die verletzte Haut legen. Dort würde das Pflaster über Wochen hinweg seine Wirkung tun und Schmerzmittel und Entzündungshemmer gezielt an die verletzte Stelle abgeben, bis Knochen und Wunde verheilt sind und der Gips wieder entfernt werden kann.

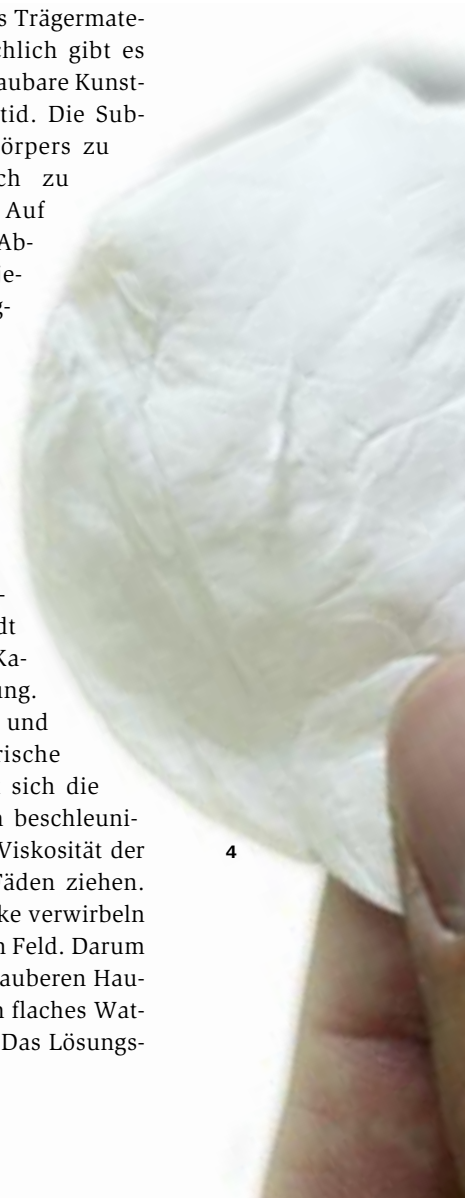
Wirkstoff langsam freisetzen

Grundvoraussetzung für eine solch lang anhaltende Wirkung ist, dass der im Pflaster eingeschlossene Wirkstoff sich nicht schlagartig freisetzt, sondern allmählich abgegeben wird. Das kann zum Beispiel er-

reicht werden, indem sich das Trägermaterial langsam auflöst. Tatsächlich gibt es solche Stoffe – es sind bioabbaubare Kunststoffe, zum Beispiel Polylactid. Die Substanz wird innerhalb des Körpers zu Milchsäure und schliesslich zu Wasser und CO₂ abgebaut. Auf der Hautoberfläche läuft der Abbauprozess des Polylactids jedoch in anderer Geschwindigkeit ab.

Fäden aus dem Kraftfeld

Die Methode der Wahl, derartige Gewebe herzustellen, ist das Elektrospinning. Das Verfahren ist in den vergangenen Jahren ausführlich erforscht und sogar auf biologische Materialien angewandt worden: Aus einer dünnen Kanüle tropft eine Polymerlösung. Indem zwischen der Kanüle und dem Tropfboden eine elektrische Spannung angelegt ist, lässt sich die Geschwindigkeit der Tropfen beschleunigen und – abhängig von der Viskosität der Lösung – lassen sich auch Fäden ziehen. Im unteren Teil der Flugstrecke verwirbeln sich die Fäden im elektrischen Feld. Darum landet nicht alles auf einem sauberen Haufen, sondern es bildet sich ein flaches Wattegewebe aus Polymerfäden. Das Lösungs-



4

Das Ergebnis des Elektrospinnings ist ein kleiner Wattebausch aus ineinander verwickelten Fäden.



1



2



3

mittel ist bereits während der Flugphase verdampft. Im Mikroskop sieht das Produkt dann aus wie ein Teller Spaghetti. An der Empa in St. Gallen arbeiten zwei Abteilungen gemeinsam an dem Forschungsprojekt: Das technische Know-how zum Elektrospinning-Verfahren stammt aus der Abteilung «Schutz und Physiologie», die Kenntnisse über die Biodynamik steuert die Abteilung «Biomaterials» bei.

Für medizinische Anwendungen ist es wichtig, dass keine gesundheitsschädlichen Lösungsmittel verwendet werden, denn das Endprodukt darf keinerlei Gifte enthalten. Lavielle und seine Kollegin/sein Kollege Ana Maria Popa und Matthijs de Geus entschieden sich daher, den Biokunststoff Polylactid in einem Gemisch aus Essig- und Ameisensäure zu lösen. Mit beiden Säuren kommt der Körper gut zurecht, falls Spuren davon am fertigen Textil haften blieben. Und ein weiterer Vorteil ist, dass die Säure das Polylactid langsam abbaut; so lassen sich auf elegante Weise das Molekulargewicht und damit die Viskosität der Lösung steuern, und damit wiederum die Dicke der Fasern regulieren. Das Verspinnen von Polylactid zu Fasern der gewünschten Durchmesser gelang den Forschenden bereits. Bald soll der nächste Schritt folgen: das Einbauen von Medikamenten in das Polymer.

Schweiss aus dem Labor

Sobald das erfolgreich war, will das Team Versuche starten, um die Freisetzungsrates des Medikaments zu regulieren. Dafür ist einerseits die Konzentration des Medikaments in der Faser wichtig, andererseits die Dicke der beim Elektrospinning erzeugten Fasern. Denn je dünner die Faser, desto grösser die wirksame Oberfläche des Gewebes und desto schneller der Abbauprozess des Polylactid.

Tierversuche sind in diesem Stadium nicht nötig. Stattdessen sollen die an der Empa hergestellten Proben in künstlichen Spezialflüssigkeiten aufgelöst werden, die dem menschlichen Blutserum oder menschlichen Schweiß nachempfunden sind. Am Ende könnte tatsächlich der Grundstein für ein Multifunktionspflaster gelegt sein – für den Wundverband der Zukunft. Dann müssten Entzündungshemmer und Schmerzmittel nicht mehr durch den ganzen Körper fluten – sie würden genau dort appliziert, wo sie gebraucht werden: direkt auf der Wunde. //



Video:
Elektrospinning
in Zeitlupe

<http://youtu.be/NnaoT9bCaLo>

Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
(etwa mit der App «Scanlife»)

Kühlkleidung für
MS-Patienten

Design von Implantat-
oberflächen, die besser
ins Gewebe einwachsen

Textil-Sensoren zur
Überwachung des
Gesundheitszustands

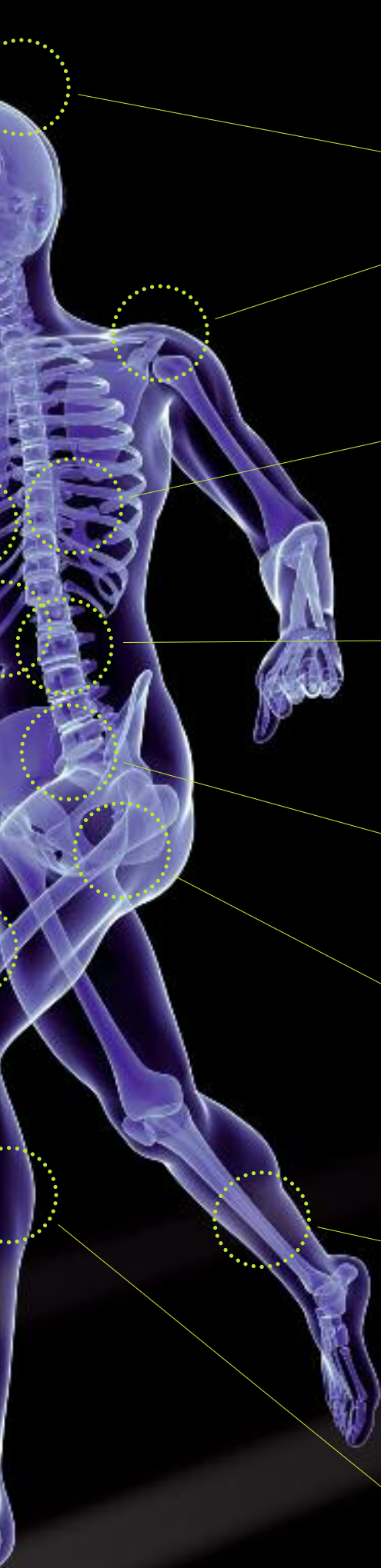
Medizinische Technologie — made by Empa

Nanomaterialien und Oberflächen:
Sicherheitsforschung für
weniger Nebenwirkungen

Medizinische Textilien:
z.B. schmerzstillende Pflaster
aus bioabbaubaren Polymeren

Neuartige
Implantatschrauben zur
besseren Knochenheilung





Schutzkleidung für
Feuerwehr, Polizei
und Freizeitsportarten

Künstliche Herzklappen und
Blutgefäße aus Textil

Bandscheibenimplantate
aus nanofibrillierter
Zellulose

Inkontinenzhose für
Patienten mit Bläsenschwäche

Hochfeste Legierungen
und Oberflächenbeschichtung
für künstliche Gelenke

Korrosionsforschung
an Implantaten und
künstlichen Gelenken

Künstliche Muskeln für
aktive Gehhilfen



«Die Passion der Empa ist es, ein Problem zu verstehen, unsere, dieses zu lösen»

Robert Frigg, CTO des Implantatherstellers Synthes, kennt das Potenzial einer Zusammenarbeit mit der Empa – aber auch die Reibungspunkte bei solchen Projekten. Mit dieser Erfahrung hat er bereits mehrere kooperative Forschungsprojekte erfolgreich zu marktfähigen Produkten reifen lassen.

INTERVIEW: Rainer Klose / BILDER: Synthes, Empa

EN: Herr Frigg, wie begann die Zusammenarbeit von Synthes mit der Empa?

Frigg: Das erste wirklich grosse Projekt begann 2006 mit ersten Abklärungsgesprächen und startete dann 2007. Davor hatten wir der Empa bereits diverse Prüfaufträge erteilt; die Zusammenarbeit hatte sich also bis zu diesem Zeitpunkt auf definierte, fest umrissene Aufträge beschränkt.

Worum ging es bei dem ersten grossen Projekt?

Wir wollten eine Bandscheibenprothese entwickeln, in der Metall mit Metall interagiert. Da haben wir bei der Empa angefragt.

Was genau haben Sie bei der Empa gesucht – und schliesslich gefunden? Synthes hat ja auch eigene Labors?

Wichtig für ein Unternehmen ist es, an Expertise zu gelangen, die nicht im eigenen Haus verfügbar ist. Eine Entwicklungsgruppe der Industrie ist auf bestimmte Sachen spezialisiert, auf allgemeine Metrologie etwa, Designfragen, Fragen der Materialermüdung. Dann gibt es Sachen, die darüber hinausgehen, die neu sind. Ein Gelenkersatz war zum damaligen Zeitpunkt für uns neu. Die Kenntnisse über Struktur und Kinematik des gewünschten Bauteils haben wir zusammen mit der Empa entwickelt. Speziell ging es dabei um eine besonders harte Schicht aus diamantähnlichem Kohlenstoff – genannt diamond-like carbon, DLC –, mit dem wir die Oberflächen des Metalls beschichten wollten, um die Reibung zu reduzieren. Dazu haben wir ein KTI-Projekt gestartet und die Forschung zusammen mit der Empa betrieben. Zwei Post-Doktoranden haben für uns an dem Projekt gearbeitet.

War das ein grosser Schritt für Synthes?

Das ist wirklich eine völlig neue Ebene. Bis dahin waren es einzelne Aufträge. Wir sagen: Ich will das von Ihnen, wie viel kostet das, wie lange brauchen Sie? Nun geht es ums gemeinsame Lernen, darum, gemeinsam etwas zu erreichen: Wir wollen diese superharte Schicht auf eines unserer Produkte aufbringen.

Wie steht es um die Vertraulichkeit und den Schutz des geistigen Eigentums? Befürchten Sie bei solch einem wichtigen Projekt nicht, dass Konkurrenten in die Empa-Labors Einblick erhalten und Ergebnisse herausragen könnten?

Die grosse Angst ist nicht, dass ein Besucher ins Labor laufen könnte. Das sind so spezielle Untersuchungen, damit kann ein Laie wenig anfangen. Aber wir müssen für ein Projekt auch unser Know-how einbringen. Und mit diesen Kenntnissen wird aus einer Schraube, die im Prinzip jeder herstellen kann, ein hochwertiges Produkt der Medizintechnik. Wir wissen seit Jah-

ren, wie die Schraube genau benutzt wird, welches die Risiken sind, worauf es ankommt. All das geben wir weiter, wenn wir eine Partnerschaft eingehen.

Wie sichern Sie sich ab, wenn all diese Kenntnisse nun bei der Empa liegen? Was etwa passiert, wenn das Projekt zu Ende ist und ein Jahr später kommt ein Wettbewerber, der mit der Empa ein ganz ähnliches Projekt starten möchte? Darf die Empa das Know-how dann weitergeben?

Können Sie das verhindern? Nein. Das können Sie letztlich nicht. Daher gilt es, sich schon bei Abschluss des Vertrages durch ganz bestimmte Klauseln zu schützen – und bei jedem erzielten Fortschritt rasch zu entscheiden: Wollen wir das mit einem Patent schützen oder geben wir das Ergebnis an die Öffentlichkeit? Aber der Wissenstransfer ist natürlich keine Einbahnstrasse: Wir profitieren ja auch von dem Wissen, das die Empa in früheren Kooperationen erworben hat. Am Ende ist es ein Geben und Nehmen, etwa Fifty-Fifty. Unsere Philosophie hat sich bislang gut bewährt: Wir prüfen genau, was aus dem Projekt patentierbar ist, und melden sofort Patente an.

Lohnt sich das Risiko? Sie haben ja auch eine eigene Forschungsabteilung. Kann die das nicht selbst unter völliger Geheimhaltung erforschen?

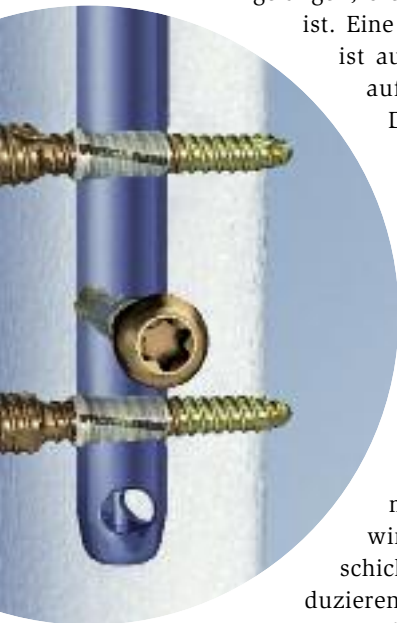
Ja, bei Synthes haben wir insgesamt rund 700 Mitarbeiter in der Entwicklungsabteilung, darunter rund 400 Ingenieure, Physiker und Chemiker. Aber für solche spezielle Beschichtungsprobleme haben wir die Labors nicht und wollen die auch nicht extra einrichten. Bei solchen Fragestellungen kommen wir mit externen Fachleuten weit schneller zum Ziel.

Sind Sie bei der Empa auch schon auf neue Ideen gestossen, die für Ihr Geschäft nützlich sein können?

Aber ja! Bei einer Präsentation wurde uns ein Prototyp von «compliant systems» gezeigt, eine Operationszange aus nachgiebigen Materialien, die völlig ohne Gelenk auskommt. Produktionstechnisch hat uns das sehr interessiert. Ein solches Instrument wäre sehr gut zu reinigen, und sie liesse sich allenfalls auch aus Kunststoff herstellen. Dieser Prototyp hat uns beim Nachdenken über künftige Produkte auf jeden Fall neue Impulse verliehen.

Ist etwas daraus geworden?

Leider hat es diese Idee nicht zur Marktreife geschafft. In diesem Fall haben wir einiges probiert, aber die Kunststoffzange ist möglicherweise ein zu grosser Sprung – und für die medizinische Praxis nicht zu verwenden. Bisweilen ändert sich ab einem bestimmten Punkt die Zusammenarbeit mit der Empa. Das liegt daran, dass der Forscher an einem Projekt so lange interessiert ist, wie er es zeigen – sprich: publizieren – kann. Wenn es aber um die Weiterentwicklung zur Serienreife geht – die zwangsläufig hinter verschlossenen Türen stattfinden muss –, dann ist es für wissenschaftliche Publikationen nicht mehr interessant. Das begreifen wir natürlich, und das ist ja auch gar nicht Aufgabe der Empa.



Man stösst also als Firma an einen Punkt, an dem man das Projekt selber übernehmen und weiterentwickeln muss?

Ja, und das ist ja auch selbstverständlich. Man muss als Industrieunternehmen die Mentalität der Forscher verstehen: Die sind daran interessiert, ein Problem zu verstehen. Unsere Aufgabe ist es, das Problem zu lösen. Darin besteht der Unterschied.

Was läuft im Moment? Verfolgen Sie ein aktuelles Projekt mit der Empa?

Wir haben jüngst ein KTI-Projekt bewilligt bekommen, in dem es um Color-Coating von Edelstahlschrauben geht. Die farbliche Kennzeichnung ist ein grosses Thema in der Chirurgie – sie erleichtert dem Operateur, auf Anhieb die richtige Schraube für ein bestimmtes Bauteil zu finden: Er muss nur die blaue Schraube mit dem blauen Schraubenzieher festziehen, und damit ist alles gut. Bei Titanschrauben ist das schon lange üblich, aber bei Edelstahl ist es nicht so einfach.

Warum?

Bei Titan, auch bei Aluminium, lassen sich an der Oberfläche durch Anodisieren dünne Interferenzschichten schaffen, die farbig schimmern. Bei Edelstahl ist das nicht möglich. Mit Hilfe unserer Mitarbeiter, die in der Empa sitzen, haben wir eine passende Schicht entwickelt. Die ist inzwischen validiert und bereits in Produktion gegangen.

Sie sprechen von Mitarbeitenden, die direkt auf dem Empa-Campus sitzen. Wie ist dieses Modell entstanden?

Die Idee entstand, weil wir erkannten, dass bei gewissen Problemstellungen die Zeit, die ein Postdoc hat, oft nicht ausreicht, um zum Ziel zu kommen. Meist kommt der Wissenschaftler weit genug, dass er das Problem verstanden hat. Aber lösen kann er es nicht mehr, sein Vertrag läuft aus und er geht weg, dann kommt der nächste. Darum belassen wir die Wissenschaftler an der Empa, nachdem ihr Vertrag dort ausgelaufen ist, und übernehmen sie auf unser Lohnbudget. So haben wir einen Experten an der Hand, der das Projekt und seine Tücken genau kennt – und darüber hinaus haben wir nun Zeit, um sorgfältig nach der Lösung zu suchen.

Seit wann arbeiten Sie nach diesem System?

Wir haben das 2010 eingeführt. Es hat sich bewährt, denn auch die Forscher nutzen die Chance, ihr «Baby» weiter zu begleiten und das Projekt zum Erfolg zu führen. Das ist nicht nur eine Einbahnstrasse – wir führen die Empa-Forscher während des Projekts auch mit unseren Spezialisten zusammen und vernetzen sie international mit der Entwickler-Szene. Der Forscher lernt also ebenfalls etwas dazu und profitiert von unserer Partnerschaft.



Synthes-CTO Robert Frigg (Mitte) pflegt mit der Empa eine besonders enge Forschungskoooperation. Sein Team unterstützt ihn dabei.

Links: Cyril Voisard, der Ansprechpartner für Synthes-Forschende an der Empa, rechts: Peter Brunner, Head of Innovation bei Synthes.

Welche Produkte, die Sie zusammen mit der Empa entwickelt haben, sind bereits auf dem Markt?

Ein schönes Beispiel ist unsere DLS, unsere Dynamic Locking Screw. Diese Spezialschraube verbindet den Knochen flexibel mit der Schiene. So kann er sich bewegen, was die Knochenheilung beschleunigt. Die Schraube muss aus einer hochfesten Metalllegierung bestehen, die wir zusammen mit der Empa entwickelten und validierten. Seit Januar 2012 ist die Schraube auf dem Markt.

Herr Frigg, besten Dank für das Interview.

DePuy Synthes

Synthes ist ein schweizerisch-US-amerikanisches Medizintechnikunternehmen mit 10 000 Mitarbeitende weltweit. Es entwickelt, produziert und vermarktet Instrumente, Implantate und Biomaterialien für die chirurgische Behandlung von Knochenfrakturen und für Korrekturen und Rekonstruktionen des menschlichen Skeletts und seiner Weichteile. Im Frühjahr 2012 wurde die Firma vom US-Konzern Johnson & Johnson übernommen und mit der Tochterfirma DePuy fusioniert. Sie trägt nun den Namen «DePuy Synthes Companies of Johnson & Johnson» und ist nach eigenen Angaben die weltgrösste Herstellerin von orthopädischen und neurologischen Hilfsmitteln für die Medizin.

Korrosion im Körper

Die Empa untersucht, warum auch teure Metalllegierungen in Implantaten versagen können. Das Ziel: Implantate, die besser konstruiert sind und länger halten.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Empa

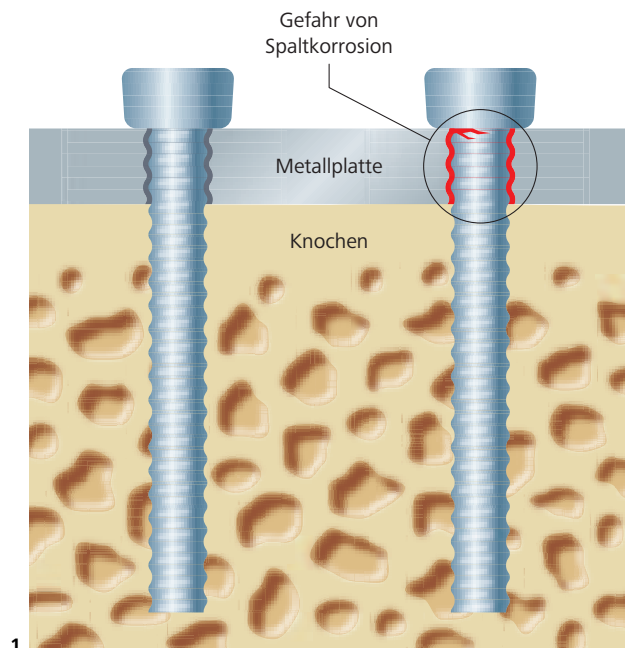
Edelstahl, Kobalt-Chrom-Molybdän, Titan-Aluminium-Vanadium – sofort schiessen einem da Bilder durch den Kopf von glänzenden Metallwerkzeugen, teuer, hart und dauerhaft. Sie sind der Traum jedes Autoschraubers. Was als Werkzeug für Garagen oder als Bauteil in Fahrzeugen gut genug ist, sollte doch auch die Verhältnisse im menschlichen Körper locker überstehen: milde Salzlösungen, ein paar Proteine, gleichmässige 37 Grad Celsius. Da glüht nichts vor Hitze, da klirrt nichts vor Frost. Und der Mensch hat ja auch weniger PS als ein Sportwagen, also halten sich auch die mechanischen Anforderungen in Grenzen.

Falsch, sagt Patrik Schmutz. Der Empa-Fachmann für Korrosionsforschung hat schon viele defekte Kunstgelenke gesehen, die wieder entfernt werden mussten. Dazu zerfressene Schrauben, korrodierte Metallteile, gerissene Schienen. Gemeinsam mit der Industrie erforscht er, wie es dazu kommen konnte – und wie sich in Zukunft bessere Implantate konstruieren lassen.

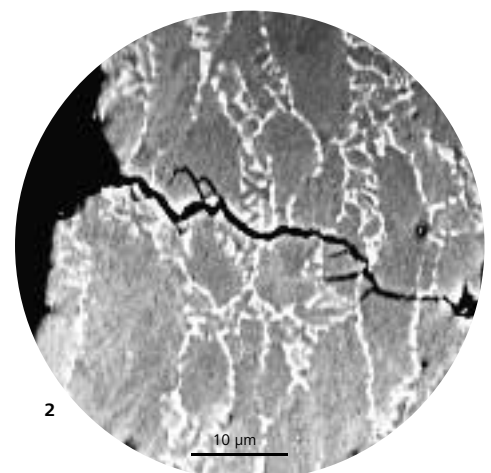
«Ein wesentlicher Effekt ist ein sehr lokaler Angriff: die Spaltkorrosion», sagt Schmutz. «Auf den Oberflächen der Implantate passiert nicht sehr viel, aber in den feinen Zwischenräumen, etwa zwischen einer Schraube und der damit befestigten Platte, herrschen dramatische Verhältnisse». Nicht selten sinkt dort der pH-Wert stark ab; das extrem saure Milieu zerfrisst selbst die härtesten Metalle. «Dann haben wir ein doppeltes Problem», sagt Schmutz, «das Implantat verliert an Stabilität und zugleich wandern Metallionen, also potentielle Giftstoffe, durch den Körper.»

Mit physikalischen und elektrochemischen Methoden kommen die Empa-Forschenden dem Phänomen auf die Spur. Dazu gehören mechanische Tests unter elektrochemischer Kontrolle, etwa kleine Behälter mit synthetischer Körperflüssigkeit, in denen metallische Probestücke monatelang bewegt und belastet werden. Zugleich werden die Auflösungsströme des Metalls aufgezeichnet. Nachher suchen die Forscher mit Hilfe eines Elektronenmikroskops nach Korrosionsschäden. Mit einer ganz speziellen Methode gehen die Empa-Fachleute dann dem Verdacht auf Spaltkorrosion nach: Sie verwenden mikrometerdünne Glaskapillaren, um die elektrochemischen Vorgänge auf kleinsten Strukturen oder Defektstellen zu untersuchen. Am Ende ergeben die einzelnen Puzzlestücke ein Gesamtbild des Korrosionsprozesses.

Wie aber lässt sich das Problem lösen? «Einerseits müssen wir neue, korrosionsbeständigere Legierungen vorschlagen», erläutert Schmutz. Aber auch die Geometrie sei entscheidend: «Wir müssen versuchen, die feinen Spalten möglichst zu entschärfen und Bauteile zu konstruieren, die sich lokal nicht gegeneinander bewegen.» Die zusammen mit Synthes entwickelte «Dynamic Locking Screw» (s. Interview S. 18) ist ein Beispiel für eine solche Implantattechnik der nächsten Generation. Doch bis das Problem restlos gelöst ist, gilt es, ein wachsames Auge auf alles zu haben, was im Körper eingebaut wird. //



1



2

1 Spaltkorrosion tritt an Engstellen zwischen Metallteilen auf. Dort sinkt der pH-Wert drastisch ab. Die Säure zerfrisst die Legierungen.

2 Korrosion an einem Titan-Implantat im Elektronenmikroskop. Das Materialversagen beginnt an den Korngrenzen.

1

Die Tacoma Narrows Bridge im US-Bundesstaat Washington zerriss 1940 wegen unkontrollierbarer Schwingungen.

2

Felix Weber auf seiner Modellbrücke in der Bauhalle der Empa. An ihr kann der Forscher Resonanzschwingungen gezielt erzeugen – und Lösungen ausprobieren.

3

Auch die Sutong-Brücke in China erhielt mit Hilfe der Empa Schwingungsdämpfer an den Schrägseilen (rechts im Bild).

1



Der Schwingungsdompfter

Manchmal werden Brücken wild. Deck und Schrägseile schwingen so stark, dass die Brücke gesperrt werden muss. Dann kommt Felix Weber zum Einsatz. Er weiss, wie diese Resonanzprobleme mit Hydraulikdämpfern, Gegengewichten und elektronischer Steuerung in den Griff zu bekommen sind und die schaukelnden Bauwerke zur Räson gebracht werden.

TEXT: Rainer Klose / BILDER, ILLUSTRATIONEN: Empa

Brücken sind immer Einzelstücke. Massgefertigt auf ihren Standort, entworfen von Architekten, die den Bauherren etwas Elegantes bieten wollen. Filigran soll die Brücke sein, nicht grobschlächtig, luftig, nicht plump, ein echtes Schmuckstück eben. Nur: Das geht manchmal schief. Das berühmteste Beispiel einer extrem schlanken, weit gespannten Brücke ist (oder besser: war) die Tacoma Narrows Bridge im US-Bundesstaat Washington. Sie wurde wegen ihrer schaukelnden Fahrbahn von ihren Fans «Galopping Gertie» genannt – und kollabierte im November 1940 nur vier Monaten nach ihrer Eröffnung. Das Brückendeck riss im Sturm und stürzte mitsamt zwei verlassenem Autos ins Wasser. Die Trümmer liegen noch heute auf dem Grund der Tacoma Narrows und stehen unter Denkmalschutz.

Ein solch drastisches Resonanzphänomen ist seither bei Brücken nicht mehr aufgetreten; dennoch sind Schwingungen für Brücken nach wie vor problematisch. Im Juni 2000 erwischte es die vom Stararchitekten Norman Foster entworfene «Millennium Bridge», eine Fussgängerbrücke über die Londoner Themse, bereits an ihrem Eröffnungstag. Ihre Traglast reicht zwar für 5000 Personen, doch bereits weniger als 200 wa-

ren genug, um die Brücke massiv schwingen zu lassen. Untersuchungen zeigten, dass die einsetzenden Schwingungen die Menschen dazu verleiteten, in Gleichschritt zu verfallen und so die Schwingungen noch zu verstärken. Zwei Tage nach der Eröffnung wurde die «Millennium Bridge» gesperrt und mit passiven Massendämpfern nachgerüstet: 20 Tonnen Stahlgewichte gegen die horizontalen Schwingungen, mehr als 50 Tonnen gegen die vertikalen Schwingungen – genau eingestellt auf die von den Fussgängern induzierte Schwingungsfrequenz, die der Brücke so gefährlich wurde.

Wenn der Sturm durch die Seile pfeift

Was aber geschieht, wenn der Auslöser nicht so genau vorauszuberechnen ist? Wenn mehrere Faktoren zusammen kommen? Bei heftigen Winterstürmen im März 2005 begannen die Tragseile der kroatischen Franjo-Tudjman-Brücke zu schwingen, die nördlich von Dubrovnik einen Meeresarm überspannt. Der feuchte Schnee hatte sich auf den Schrägseilen der Brücke festgesetzt und ihnen so ein «Flügelprofil» verliehen, das die Schwingungsanregung durch den Wind erleichterte. Felix Weber, Spezialist für aktive Struktur-dämpfung der Empa-Abteilung «Ingenieur-Strukturen», wusste Abhilfe: ein neues, mit



2



der Firma Maurer Söhne aus München entwickeltes adaptives Seildämpfungssystem, das elektronisch gesteuert auf beliebige Schwingungsfrequenzen reagiert. Sensoren erfassen die Schwingung jedes einzelnen Seils und leiten das Signal an einen Computer weiter, der daraufhin die magnetorheologischen Dämpfer (MR-Dämpfer) individuell ansteuert. So schafft es das System, Schwingungen unabhängig von Frequenz und Amplitude optimal zu dämpfen.

Die Kabel der Franjo-Tudjman-Brücke stehen seit sechs Jahren wie gewünscht still. Weber legte danach auch an der damals längsten Schrägseilbrücke der Welt Hand an: der Sutong-Brücke in China, die den Yangtse mit einer freien Spannweite von 1080 Meter überbrückt. Mit 48 MR-Dämpfern und 224 passiven Öldämpfern half Weber den Chinesen, die bis zu 540 Meter langen Schrägseile zu stabilisieren. Das adaptive Seildämpfungssystem wurde bereits während des Baus der Brücke installiert und hat sich bis heute bewährt. Und derzeit werden die gar bis zu 580 Meter langen Schrägseile der Russky-Brücke, die das Meer zwischen Wladivostok und «Russky Island» mit der aktuell weltgrössten freien Spannweite von 1104 Meter überspannt, mit geregelten MR-Dämpfern ausgerüstet.

Eine Balkenbrücke wackelt

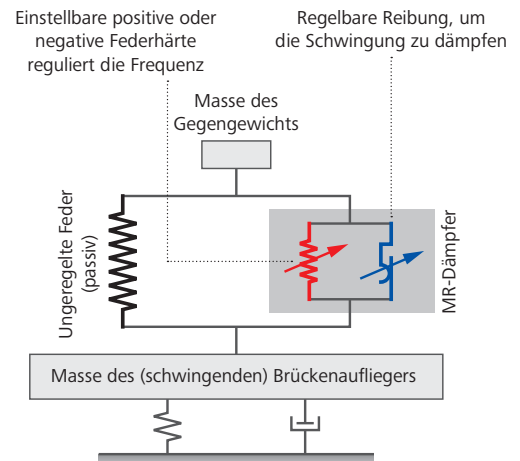
Inzwischen hat Felix Weber bereits neue Ziele; anstatt «nur» Seile will er nun komplette Brücken adaptiv dämpfen. In Wolgograd bot sich eine solche Gelegenheit. Wieder war eine Brücke unvorhergesehen in Schwingungen geraten. Diesmal nicht eine Schrägseil-, sondern eine Balkenbrücke –, und zwar die mit 7.1 Kilometer längste in Europa. 13 Jahre war an der 2009 eingeweihten Strassenbrücke über die Wolga gebaut worden. Doch bereits im Mai 2010 blies der Wind so heftig, dass das Brückendeck bei drei Frequenzen – 0.45, 0.57 und 0.68 Hz – bedrohlich zu schwingen begann. Die Bauherren entschlossen sich für Webers nagelneues Dämpfungskonzept für Brückendeckschwingungen, ein magneto-rheologisch geregelter Massendämpfer.

Weber, promovierter ETH-Maschinenbauingenieur, kann an der Empa auf einen einzigartigen Versuchsaufbau zurückgreifen, um seine Neuentwicklungen in der Praxis zu testen: In der «Bauhalle» auf dem Empa-Gelände in Dübendorf steht eine 20 Meter lange Schrägseilbrücke, Sommer wie Winter im Trockenen, für Dämpfungsversuche jederzeit

nutzbar. An dieser Laborbrücke hatte er bereits das Seildämpfungssystem entwickelt. Das Elegante an Webers innovativer Lösung für schwingende Baustrukturen: Während passive Massendämpfer wie an der Londoner Millennium-Brücke auf eine vorausberechnete Frequenz abgestimmt sind, justiert sich der adaptive Massendämpfer auf die aktuell gemessene Schwingfrequenz – was die Dämpfung deutlich effizienter macht. Oder anders ausgedrückt: Ein leichter adaptiver Massendämpfer bringt die gleiche Leistung wie ein wesentlich schwererer passiver Dämpfer. Der Massendämpfer der 1.7 Tonnen schweren Empa-Laborbrücke wiegt gerade einmal 27 Kilogramm und ist über Federn an die Brücke gekoppelt.

Variable Dämpfung für jede Frequenz

Die 7.1 Kilometer lange, dreispurige Wolgograd-Strassenbrücke braucht natürlich etwas grössere Dämpfer. Weber und Maurer entschieden, die drei Schwingungsmodi bei 0.45, 0.57 und 0.68 Hz mit drei auf diese Frequenzen abgestimmte Feder-Masse-Pakete à jeweils 21 Tonnen zu bedämpfen. Um die Massendämpfer in das schlanke Brückendeck einzubauen, mussten diese allerdings zunächst in vier gleich grosse Stücke zu jeweils 5.2 Tonnen «zerhackt» werden. Seit letztem Herbst läuft das System zuverlässig. Zum Vergleich: Für die Sanierung der nur 370 Meter langen Millennium-Fussgängerbrücke wurden zwölf Jahre zuvor noch mehr als 70 Tonnen verbaut. Der adaptive Massendämpfer der Empa hat also «gewichtige» Vorteile. Die Empa-Partnerfirma Maurer Söhne vermarktet das neue Konzept inzwischen auch für die ein- und zweidimensionale Schwingungsdämpfung an Hochhäusern, Aussichtstürmen und Flughafen-Towers. //



1

1 Schema eines geregelten Massendämpfers

2

2 Felix Weber zeigt, wie er Schwingungen seiner Modellbrücke mit dem MR-Dämpfer in den Griff bekommt. Mitte: der adaptive Massendämpfer der Modellbrücke. Unten: Felix Weber testet die Originalgewichte für die Wolgograd-Strassenbrücke vor dem Einbau.

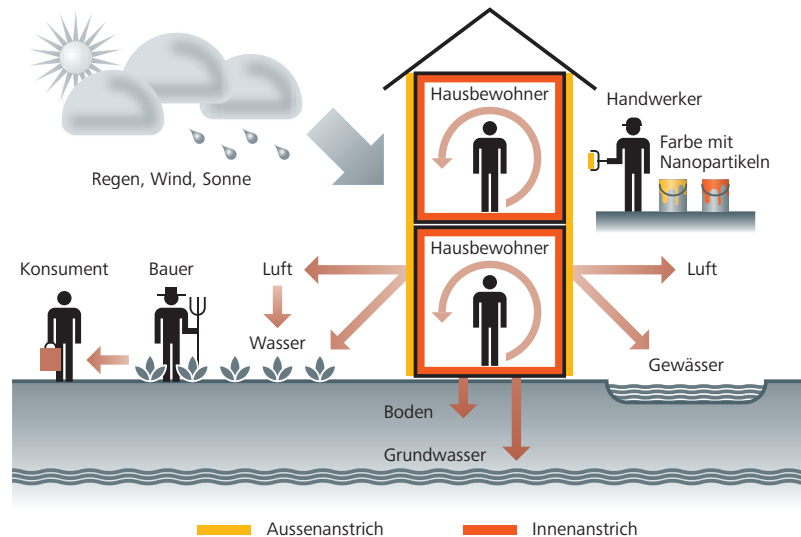


2



Video:
Wenn Brücken schwingen

http://youtu.be/Lo_-u2EqJg
Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
(etwa mit der App «Scanlife»)



Nanopartikel im Haus: woher sie kommen, wohin sie gehen.

Nano in Anstrichfarben: eine gute Idee?

Hausfassaden sind Schmutz, Mikroorganismen, UV-Strahlung, Temperaturschwankungen, Regen und Abrieb ausgesetzt. Neuartige Zusatzstoffe basierend auf Nanotechnologie könnten diesen Effekten besser widerstehen. Doch: gibt es dabei Risiken?

TEXT: Rainer Klose / ILLUSTRATION: André Niederer

Im EU Projekt «Nanohouse» werden die Chancen und Risiken dieser Nanozusatzstoffe aus ökologischer und toxikologischer Sicht untersucht. Mehrere Empa-Teams mit unterschiedlichen Expertisen gehen der Frage nach, ob und wie Nanomaterialien während des gesamten Produktlebenszyklus aus solchen Fassadenbeschichtungen freigesetzt werden und was ihre möglichen Wirkungen auf Umwelt und Mensch sind.

Einzigartig an diesem Projekt ist, dass nicht nur neu hergestellte Nanomaterialien, sondern «gealterte» und unter verschiedenen Einwirkungen freigesetzte Nanomaterialien untersucht werden. Hierfür werden auf verschiedenen Gebieten neue Methoden entwickelt.

Segen und Fluch der Oxidation

Neben Nanosilber für Innenfassaden werden auch Nanotitandioxid und Nanosilica-Materialien für Aussen- und Innenfassaden-

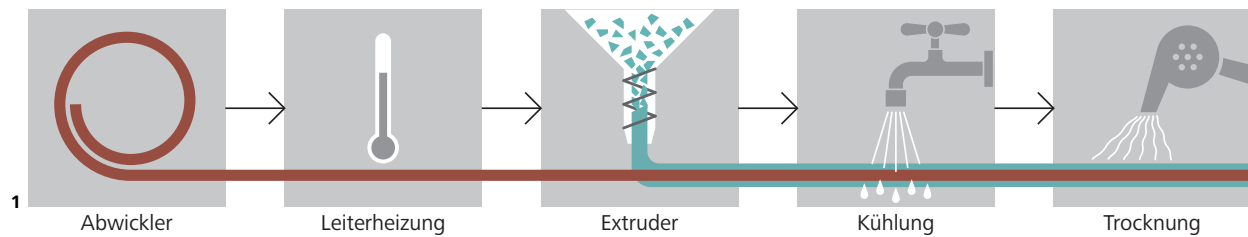
beschichtungen an der Empa untersucht. Nanopartikel aus Titandioxid lassen sich durch Sonnenlicht aktivieren, um Schmutzpartikel und andere Substanzen chemisch zu zersetzen (man spricht daher von Photokatalyse). Dadurch würde der Schmutz auf der Wand einfach durch den Regen abgewaschen, der Anstrich wäre sozusagen «selbstreinigend» und somit langlebiger.

Allerdings könnten dadurch auch organische Bindemittel in der Farbe oxidieren. Wie die Farbe tatsächlich reagiert, wird an der Empa getestet, indem Fassaden künstlich bewittert werden. Die Forschenden simulieren Umwelt- und Wettereinflüsse, indem sie die Fassaden etwa mit künstlichem Sonnenlicht beleuchten. Durch eine intensive künstliche Bewitterung altert die Farbe wesentlich schneller. So zeigt sich, was passiert, wenn die Farbe altert und der Regen neben dem Schmutz auch gleich die Farbe abspült.

Biologische Wirkung auf Mensch und Tier

Fünf Forschungsabteilungen der Empa sind am EU-Projekt «Nanohouse» beteiligt, das über dreieinhalb Jahre den Einsatz von Nanopartikeln in Anstrichfarben untersucht. So werden Lebenszyklusanalysen dieser «nanohaltigen» Farben, die Funktionalität und Langlebigkeit sowie die Freisetzung der verschiedenen Nanopartikel und deren mögliche biologischen Wirkungen auf Mensch und Umwelt untersucht. Neben der Empa sind acht weitere Partner an Bord, vier davon aus der Industrie. Noch läuft das Projekt; gerade war Halbzeit.

Als Ergebnis des Forschungsprojekts erhoffen sich die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen, die Grundlagen für eine neue Generation Wandfarben gelegt zu haben: Anstriche, die für Mensch und Umwelt auch auf lange Sicht unschädlich sind. Denn Farbe, die länger hält und seltener erneuert werden muss, ist ebenfalls ein Beitrag zum Umweltschutz. //



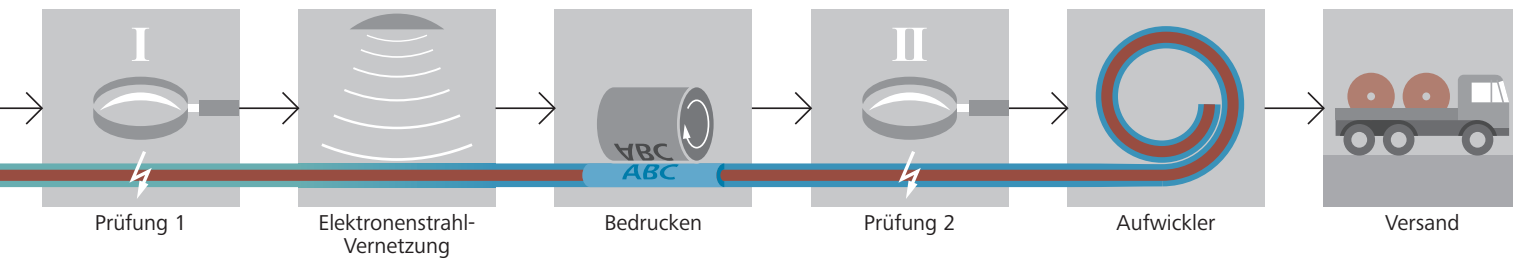
Eine «grüne» Fabrik, die Geld verdient

Im KTI-Forschungsprojekt «EcoFactory» entwickeln Empa-Forschende mit Industriepartnern, Ökonomen der ETH Zürich und Informatikern der HTW Berlin ein neues Softwarepaket. Mit ihm können Unternehmen die besten Prozesse für ihre Fabrikationshallen ermitteln, um nicht nur ökonomische, sondern auch ökologische Ziele zu erreichen.

TEXT: Martina Peter / BILDER: Empa / ILLUSTRATION: André Niederer

Beim Kabelhersteller Huber + Suhner läuft's rund. Jeder Prozess in der Werkhalle sitzt – von der Anlieferung des Kupferdrahts bis zur fertigen Kabelrolle. Das ist auch nötig, denn die Hightech-Kabel aus dem zürcherischen Pfäffikon müssen einiges aushalten und etwa beim Einsatz als Wagenübergangskabel bei Zügen auch im Extremfall noch funktionieren. Dies dank einer einmaligen Sonderbehandlung mit einer Elektronenstrahlvernetzung: Der Kunststoff wird mit Elektronen beschossen und «unsmelzbar» gemacht. Dies verleiht dem Kabel eine Ummanntelung, die hoher Hitze widersteht.

In der Fabrik sorgen ein On-Demand-System, kleine Lagerbestände und hohe Maschinenauslastung für tiefe Kosten. Trotzdem macht sich Peter Schmollinger, Leiter Prozesstechnologie bei Huber + Suhner, laufend Gedanken über einzelne Prozessschritte. Einerseits, weil es seine Aufgabe ist, bestehende Prozesse zu verbessern und neue zu entwickeln, andererseits aber auch, weil der Betrieb Wert darauf legt, Abläufe auf ihre ökologischen Auswirkungen hin zu untersuchen. «Unternehmen kennen ihre Material- und Lohnkosten. Doch welche Kosten generieren die heimlichen Energiefresser?» fragt sich Schmollinger. Konkret will er wissen: Ist es ökologisch sinnvoll, den Kunststoff im Extruder, der die Kupferdrähte mit einem «Mantel» versieht, permanent warm zu



1
Funktionsschema einer
Kabelfabrik.

2
Ein Arbeiter diskutiert
mit dem Prozesstechniker
Peter Schmollinger eine
Materialprobe aus dem
Kabelwerk.

halten? Oder wäre es energetisch vernünftiger, die Polymermassen in Produktionspausen abkühlen zu lassen und sie bei Bedarf wieder zu erwärmen?

Auch müssten womöglich einzelne Prozessschritte nach ökologischen Gesichtspunkten anders angeordnet werden, überlegt sich der Feinwerktechnik-Ingenieur. In Pfäffikon läuft das Kabel nach dem Extrudieren des Mantels zum Abkühlen durch ein Wasserbad. Ein paar Meter weiter trocknet ein Hochdruckföhn es wieder. Ist das nun energietechnisch zweckmässiger oder liesse sich der Ablauf von Abkühlen und Trocknen Ressourcen schonender einrichten? Gibt es alternative Trocknungsmethoden? Lassen sich diese ökonomisch vertretbar betreiben, wird also mit ihnen in der gleichen Zeit immer noch gleich viel Kabel produziert? Denn Schmollinger ist sich sicher: «Eine grüne Fabrik, mit der sich nichts verdienen lässt, will kein Unternehmen».

«EcoFactory» vereint ökonomische und ökologische Perspektive

Als Prozesstechniker hat er ein Gefühl dafür, in welche Richtung es gehen müsste. Durch das gemeinsame Projekt «EcoFactory» mit der Empa und der ETH Zürich hofft er nun aber, ein objektiveres Feedback zu bekommen. Kern des Projekts ist eine Software, die

simuliert, wie Prozesse optimal einzurichten und aufeinander abzustimmen sind, um als Unternehmen sowohl ökonomische als auch ökologische Ziele erreichen zu können. Und genau dieses «sowohl – als auch» zwischen Markt und Umwelt ist das Neue an «EcoFactory»; das Programm bildet nicht nur ökonomische Größen ab wie Auslastung, Timing, Leerlaufzeiten – die gesamte Wirtschaftlichkeit, sondern modelliert, beurteilt und optimiert die Prozesse auch punkto Nachhaltigkeit. Wer die Prozesse in einer Werkhalle ökologisch besser gestalten möchte, wird schnell einmal mit Ökobilanzen, dem Umgang mit Ressourcen, CO₂-Emissionen und der Entsorgung von Abfallstoffen konfrontiert – alles äusserst komplexe Themen.

Empa-Know-how zu Ökobilanzierungen

Und genau hier kommt die Empa ins Spiel. Die Empa-Forschenden steuern ihr Fachwissen zur Ökobilanzierung bei. Und aus der Datenbank «ecoinvent» fliessen zahlreiche Informationen ein, mit denen sich dank neuester Modellierungstechniken präzise Bilanzen erstellen lassen. Dank der systematischen Analyse können die Umweltauswirkungen von Produkten während des ganzen Lebensweges modelliert werden. «Wir haben eigentlich eine ganz ähnliche Betrachtungsweise wie die Ökonomen», sagt Empa-For-

>>

scher Rainer Zah, Experte für Ökobilanzen, «wir schauen ebenfalls immer die gesamte Wertschöpfungskette an.»

Viele produzierende Unternehmen hätten erkannt, so Zah, dass sie in das bisher meist ökonomisch getriebene Prozessmanagement die ökologische Perspektive integrieren sollten. Doch wo ansetzen? Wollen sie beispielsweise eine neue, effizientere Maschine anschaffen, müssen sie wissen, ob sie damit sparen können, auch indem sie weniger Energie und Hilfsstoffe verbrauchen und die gesetzlichen Grenzwerte einhalten können.

Hier kann die EcoFactory-Software in Zukunft helfen. Wird das ökonomische Modell direkt mit den Methoden und Daten zur Ökobilanzierung gekoppelt, können Betriebe feststellen, welche Maschinen in einem Produktionsprozess wann wie lange laufen und welche Materialien sie dafür benötigen. Zusätzlich können sie Emissionen simulieren, Ressourcenverbräuche aufdecken und Abfallstoffe erfassen. Denn die ökologische Dimension beschränke sich bei weitem nicht nur auf das Energiesparen, sagt Zah.

Ende 2013, wenn das Projekt abgeschlossen sein wird, soll das Tool so weit entwickelt sein, dass es kommerziell eingesetzt werden kann. Grössere Firmen, die eine eigene Umweltabteilung besitzen, können das Tool selber anwenden, KMUs gehen mit ihren konkreten Fragen besser auf Energieagenturen zu. ETH- und Empa-Mitarbeiter sind jetzt – zur Halbzeit – häufig bei ihren Industriepartnern zu Besuch. «Das sind alles Unternehmen, die im betrieblichen Umweltschutz bereits die Nase vorne haben, die aber noch einen Schritt weitergehen wollen», hält Zah fest. «Das macht die Arbeit ausserordentlich interessant.»

Daten sammeln und auswerten

Als einer der Industriepartner stellt Peter Schmollinger von Huber + Suhner zurzeit «seine» Prozesse für eine systematische Erfassung und Analyse zur Verfügung. Das ETH-Team zeichnete Ende Mai eine komplette Produktionswoche auf, in der etwa 3500 km Hightech-Kabel hergestellt wurden. Sie hielten jeden einzelnen Arbeitsschritt im Sekundentakt fest: während der Extrusion, der Wasserkühlung und der Elektronenstrahlvernetzung. So sammelten sie Kennzahlen zu Energieverbrauch, Emissionen, Wassereinsatz und Materialflüssen.

Sind einmal alle Puzzlestücke zusammengesetzt, können neue Prozesse, in denen die Arbeitsschritte in anderer Reihenfolge erfolgen, simuliert und die beste Wirtschaftlichkeit eruiert werden. Bei Huber + Suhner stehen für die Kabelherstellung über ein Dutzend ähnliche Anlagen, auf die sich die Optimierung übertragen liesse. Und natürlich lassen sich die Erkenntnisse auch auf neuen Produktionsstätten anwenden. Und mögen diese noch so speziell sein – wie im Fall der neuen Elektronenstrahlvernetzungsanlage neben der Werkhalle, wo die Wände des Betonbunkers dereinst extradick sind und die Kabel in einem Hochvakuum veredelt werden. //



Ingenieur Peter Schmollinger durchkämmt «seine» Fabrik nach energetischen Schwachstellen. Oben: der Abroller am Anfang der Kabelfabrikation. Unten: Das Kühlbecken, durch das die Kabel laufen, wenn die Kunststoffisolierung aufgebracht worden ist.

Wer entwickelt «EcoFactory»?

«EcoFactory» ist eine Software für Firmen, die ihre Fabrikationsprozesse nicht nur wirtschaftlich, sondern auch ökologisch optimieren wollen. Sie wird derzeit im Rahmen eines von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) unterstützten Projekts entwickelt; Partner im KTI-Projekt sind neben der Empa die ETH Zürich und die Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin sowie die Industriepartner Taracell Schweiz, Huber+Suhner AG, Knecht & Müller AG, Chocolat Frey AG, Effizienzagentur Schweiz AG, der Branchenverband SWISSMEM und das F&E-Konsortium «Sustainable Engineering Network Switzerland» (SEN).



Die Ausstellung «Sonne bewegt» im Verkehrshaus der Schweiz, Luzern. Empa-Forscher Thomas Geiger erklärt einer Besucherin, wie die sich drehenden, farbigen Solarzellen funktionieren.



Tanzende Technik

Die Ausstellung «Sonne bewegt» im Verkehrshaus der Schweiz in Luzern ist dank der Empa um eine Attraktion reicher: Eine Vitrine voller bunter, sich drehender Solarzellen veranschaulicht die Kraft des Sonnenlichts und soll die Besucherinnen und Besucher zum Nachdenken anregen.

TEXT Rainer Klose / BILDER: Empa, Verkehrshaus

Konzipiert und entwickelt wurde das Kunstwerk von dem Künstler Daniel Imboden und Thomas Geiger, Forscher in der Empa-Abteilung «Funktionspolymere». Neun transparente, farbige Solarzellen drehen sich langsam in einem Gestell um ihre eigene Achse. Die lautlose Bewegung und die farbigen Schatten, die die Installation auf ihre Umgebung wirft, verströmen Ruhe und lassen die Gedanken um die Kraft der Sonne kreisen. Damit sind die Betrachtenden genau beim Thema der Ausstellung: «Sonne bewegt». Die Schau im Verkehrshaus der Schweiz, die bis 21. Oktober läuft, legt den Fokus auf nachhaltige Mobilität. Gezeigt werden Fortbewegungsmittel, die ihre Antriebskraft aus Sonnenenergie beziehen. Neben einem Solarmobil – das bei diesem Thema spontan in den Sinn kommen kann – gehören auch Segelboote und Segelflugzeuge zu dieser Kategorie. Denn auch Thermik und Windkraft stammen letztlich von der Sonne.

Spezielle Solarzellen für diffuses Licht

Der Empa-Forscher Thomas Geiger und die Schweizer Firma Solaronix entschieden sich,

das «Solar-Fenster» mit einer speziellen Art von Solarmodulen zu bestücken: Die so genannten Grätzel-Zellen, benannt nach ihrem Erfinder Michael Grätzel, Forscher an der ETH Lausanne, fangen das Sonnenlicht mit diversen organischen Farbstoffen ein und nicht mit Siliziumkristallen. Neben dem freundlicheren, farbigen Look hat das noch weitere Vorteile: Die Zellen sind durchsichtig – und funktionieren auch bei diffusem Licht. So dreht sich das Farbenspiel nicht nur in der gleissenden Sonne, sondern auch im Halbschatten der Ausstellung, zwischen Schautafeln und umherschweifenden Gästen. Jede Zelle liefert dabei den Strom für ihren eigenen Antriebsmotor.

Drei Farben – drei Entwicklungsstufen

Die drei Farben des Exponats sind zugleich ein Symbol für die Weiterentwicklung der Grätzel-Zelle, die vor gut 20 Jahren erstmals beschrieben und patentiert worden war. Die dunkelroten Elemente funktionieren mit dem Originalfarbstoff, den Grätzel in seine ersten Zellen einbaute, einem Ruthenium-Komplex. Die türkisfarbenen Zellen nutzen eine in den Empa-Labors entwi-

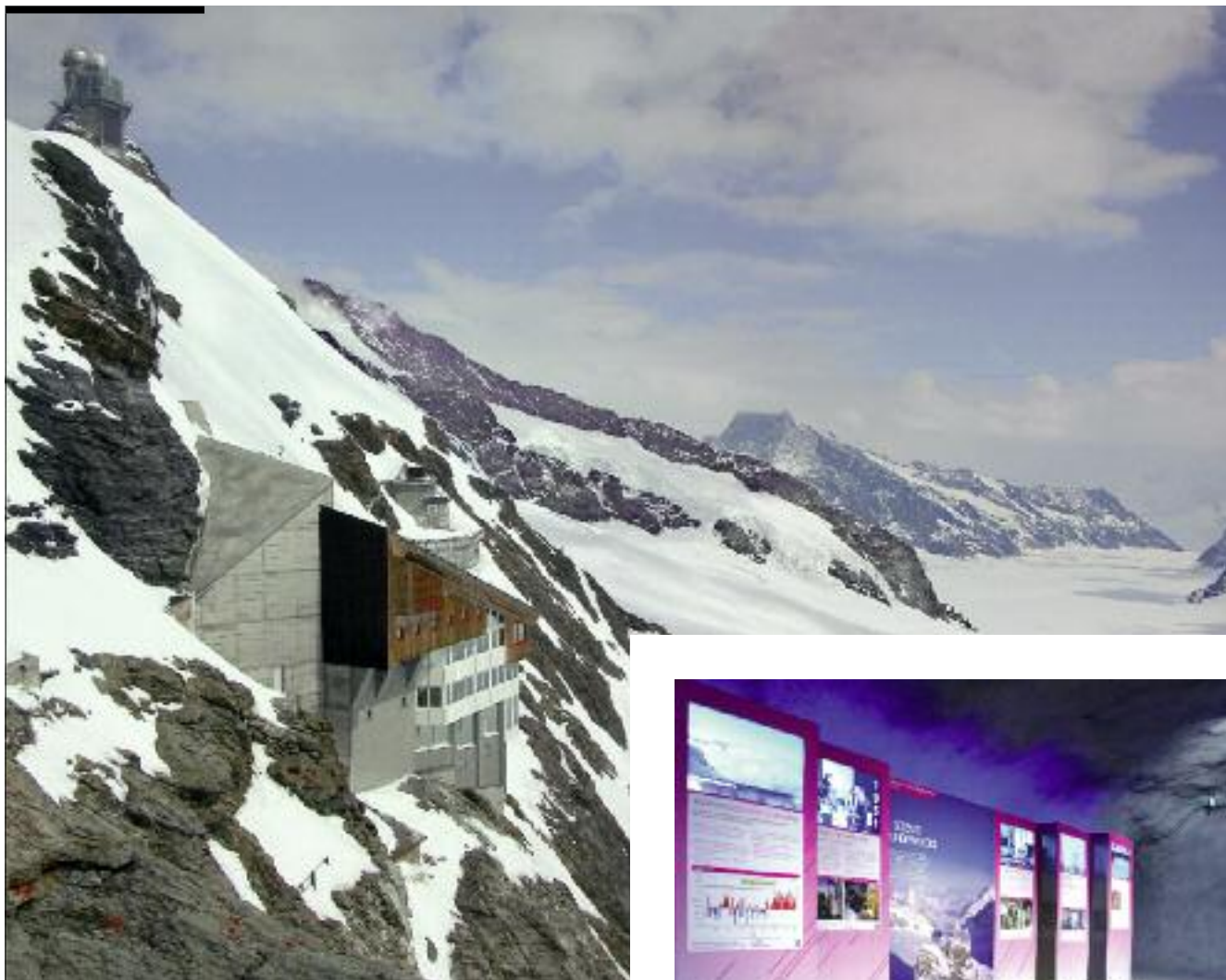
ckelte Chemie, die auf der Farbstoffklasse der Squaraine (Quadratsäurefarbstoffe) basiert. Die orangefarbenen Zellen sind eine Neuentwicklung der Firma Solaronix, die seit 1993 die Technik der Grätzel-Zellen kommerziell weiterentwickelt. //

Öffnungszeiten: Die Ausstellung «Sonne bewegt» ist noch bis 21. Oktober im Innenhof des Verkehrshauses der Schweiz, Lidostrasse 5, 6006 Luzern, zu sehen. Öffnungszeit täglich von 10 bis 18 Uhr. www.verkehrshaus.ch



Video:
Solar-Kunst im
Verkehrshaus

<http://youtu.be/UkJKqW7zs>
Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
(etwa mit der App «Scanlife»)



Jubiläum am Jungfraujoch

Seit 1973 misst die Empa im Sphinx-Observatorium am Jungfraujoch Luftschadstoffe und hilft damit, die Luftqualität nicht nur im Hochgebirge, sondern auch europaweit zu bestimmen. Denn was auf dem Jungfraujoch eintrifft und dort detektiert wird, kommt ja von irgendwoher. Zusammen mit den Wettermodellen von Meteo Schweiz lässt sich der Reiseweg der Schadstoffe errechnen – und damit auch ihre Herkunft. Die 1973 begonnene Messreihe der Empa gehört zu den längsten in Europa und ist damit für Forschende in aller Welt von unschätzbarem Wert.

Die Forschungsstation auf dem Jungfraujoch ist jedoch wesentlich älter: 1931 wurde der 3571 Meter hoch gelegene Stützpunkt eröffnet – zunächst als astronomisches Observatorium und Labor für Höhenkrankheiten. Das Sphinx-Observatorium, benannt nach der Felsspitze, auf der es sitzt, folgte 1937 – also vor genau 75 Jahren. Heute arbeiten jährlich mehr als zwei Dutzend internationale wissenschaftliche Gruppen in dem Forschungszentrum. 20 automatische Messapparaturen sind ständig in Betrieb und überwachen Wetter, Strahlungs- und Atmosphärendaten.

Anlässlich des einhundertsten Jubiläums der Jungfraujochbahn, die im August 1912 ihren Betrieb aufnahm, zeigt von nun an eine permanente Ausstellung mit Schautafeln und Videodokumentationen die wissenschaftliche Arbeit. Die Forschungsstation auf dem Jungfraujoch ist die weltweit am höchsten gelegene, die mit öffentlichen Verkehrsmitteln erreicht wird.

Video:
**Forschung am
Jungfraujoch**



www.empa.ch/EN37-2
Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
(etwa mit der App «Scanlife»)

Ausgezeichnetes Start-up

Die Gewinnerin des ersten «SwissParks.ch Award» und damit Start-up des Jahres 2012 ist das Empa-Start-up-Unternehmen QvalySense AG aus Dübendorf. Der mit 10 000 Franken dotierte und von Swiss Business Group und Assoii-Suisse (Associazione degli Imprenditori Italiani in Svizzera) gestiftete Preis war im Mai in Lugano verliehen worden. Mit dem Preis zeichnet der Verband SwissParks.ch, die im Jahr 2000 gegründete Vereinigung der Schweizer Technologieparks und Gründerzentren, erstmals jene Jungunternehmen aus, die über Marktpotenzial verfügen und mit ihren innovativen Produkten beispielhaft für den Forschungs-, Entwicklungs- und Wirtschaftsstandort Schweiz stehen.

Die Gewinnerin QvalySense AG entwickelt High-End-Lösungen für das Sortieren von Getreide, Samen und Bohnen. Ihr Produkt, der QSorter, prüft aufgrund biochemischer und/oder geometrischer Eigenschaften jedes einzelne Korn der zu kontrollierenden Ware und sortiert sie nach den vom Kunden gewünschten Kriterien. Der Kunde erreicht damit eine durchgehende Qualitätskontrolle, eine Optimierung der Prozesse und minimiert seine Risiken. QvalySense wurde im Jahr 2010 von Francesco Dell'Endice gegründet und ist im Technologiezentrum glaTec beheimatet – auf dem Campus der Empa.



Die Gewinner des «SwissParks.ch Award». Von links: Ein Repräsentant der Winterthur Instruments GmbH, Jean-Philippe Lallement (Präsident von SwissParks), Paolo D'Alcini (COO der Firma Qvalysense), Nicola Rohrseitz (CEO der Firma VisSee).

Spezialgase von MESSER für individuelle Anforderungen



Spezialitäten für Spezialisten

Spezialgase, das sind eine Vielzahl anspruchsvoller Produkte – von flüssigem Helium über ein umfangreiches Programm an reinen Gasen und Standardgemischen bis hin zu individuell nach Kundenspezifikation gefertigte Gasgemische. Die Anforderungen an die Produkte sind dabei ebenso speziell und vielfältig wie deren Anwendungen. □

Messer bietet ein umfangreiches Spektrum an Standardprodukten bis zu einer Reinheit von 99,9999 Prozent in jeder Menge. Gleichzeitig liefert Messer nahezu jedes technisch mögliche Gasgemisch in der gewünschten Zusammensetzung und benötigten Genauigkeit. □

Messer Schweiz ist akkreditiert nach ISO Guide 34 als „Hersteller von Referenzgasen“ und nach ISO 17025 als „Kalibrierstelle für Stoffmengenanteile in Gasgemischen“.

Wir beraten Sie gern!



Messer Schweiz AG
Seonerstrasse 75
5600 Lenzburg
Tel. +41 62 886 41 41
Fax +41 62 886 41 00
info@messer.ch
www.messer.ch

Part of the Messer World



NEUGIERIG ?

Riskieren Sie einen Blick!
TV-Reportagen und Clips
direkt aus dem Labor:
spannend & informativ.

EMPA
TV.

www.youtube.com/empachannel



Veranstaltungen

14. August 2012

Neue Antriebstechnologien:

Von der Forschung zur Markteinführung

Info: www.e-mobile.ch

Empa, Dübendorf

4. September 2012

Hightechnähte aus der Forschung –

Laserschweißen von Textilien und Membranen

Empa, St.Gallen

25. Oktober 2012

Tage der Technik 2012: Die Stadt der Zukunft –
die Zukunft der Stadt

Info: www.swissengineering.ch

Empa, Dübendorf

12. November 2012

MedTech Day 2012 –

Von der Idee zum MedTech-Produkt

Empa, Dübendorf

Ihr Zugang zur Empa:

