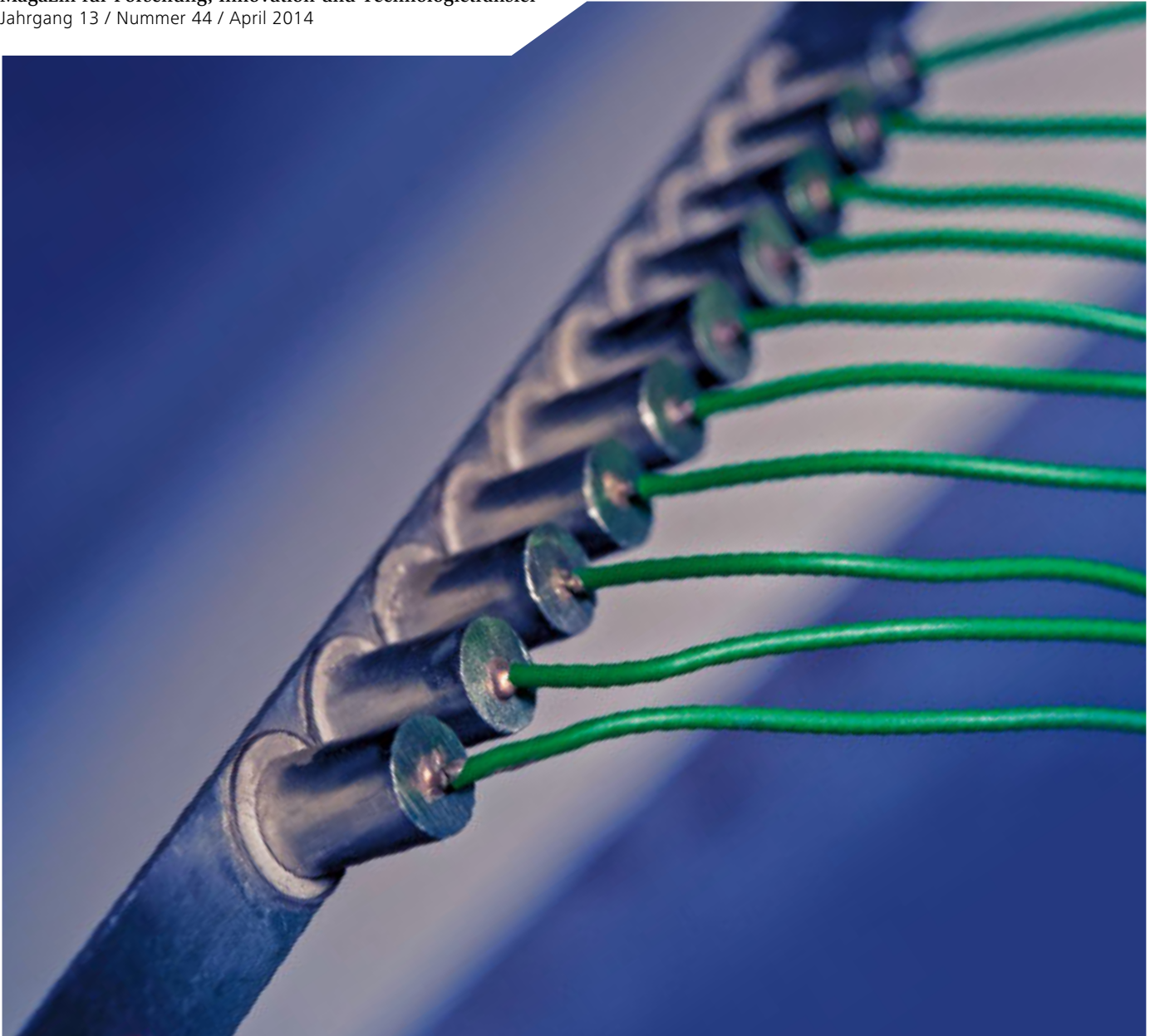


# Empa **News**

Magazin für Forschung, Innovation und Technologietransfer  
Jahrgang 13 / Nummer 44 / April 2014



## Programmierbare Materialien

**EMPA**   
Materials Science & Technology

Knowhow-Quelle  
für die Industrie

Luftpolster können  
Leben retten

Diamanten küssen  
schlecht

# Mikro- und Nanotechnologie

für die betriebliche Praxis –  
Weiterbildung zum MNT-Master  
in der EUREGIO Bodensee



In diesem Studiengang steht das Kleine und Winzige im Vordergrund: Mikro- und Nanotechnologie (MNT), die mittlerweile in Bereichen wie Sensorik, Beschichtungen, Medizin und Mikroelektronik eine herausragende Rolle spielen.

Zur effektiven Nutzung der Möglichkeiten der MNT ist es daher vorteilhaft, gut ausgebildete Mitarbeiter sowie ein entsprechendes Netzwerk zu haben, um den neuesten Stand der Technik für das eigene Unternehmen verfügbar zu machen. In der EUREGIO Bodensee besteht seit mehreren Jahren eine internationale Kooperation aus der FH Vorarlberg, Schloss Hofen, der Interstaatlichen Hochschule für Technik Buchs NTB, der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) und der Empa.

Unter der wissenschaftlichen Leitung des ETH-Professors und Empa-Direktors Gian-Luca Bona bieten diese Einrichtungen gemeinsam einen berufsbegleitenden Masterstudiengang MNT an, der auf die Bedürfnisse in der betrieblichen Praxis ausgerichtet ist. Er besteht aus den vier Modulen Technologie und Materialien der Mikrotechnik, Nanomaterialien und -werkzeuge, Materialien und Oberflächen sowie Bauteile, Systeme und Design für die Mikro- und Nanotechnologie.

Der Studiengang mit eng begrenzter Teilnehmerzahl von maximal 20 Studenten richtet sich dabei in erster Linie an Ingenieure in kleineren und mittleren Unternehmen, aber auch an technische Mitarbeiter. Die Studierenden erwerben nach erfolgreichem Abschluss den international anerkannten akademischen Grad Master of Science (Micro- and Nanotechnology) der FH Vorarlberg nach österreichischem Recht. Der MNT-Studiengang wurde in den Jahren 2011 und 2012 von den österreichischen Personalleitern zum besten technischen Studiengang gewählt (Quelle: Magazin Format, Ausgabe Juni 2012).

Sie können Ihre Masterarbeit im eigenen Berufsfeld durchführen und bekommen vielfältige neue Kontakte für einen gewinnbringenden Erfahrungsaustausch. Der Studiengang startet im September 2014 in der 5. Durchführung. Weitere Informationen finden sich unter [www.mnt.ch](http://www.mnt.ch)



MICHAEL HAGMANN Leiter Kommunikation

# Keine Spur von Elfenbeinturm

Liebe Leserin, lieber Leser

Die Schweiz schneidet in internationalen Hochschulrankings regelmässig hervorragend ab, vor allem wegen der beiden ETH in Zürich und Lausanne, aber auch einiger kantonalen Universitäten, die allesamt erstklassige (Grundlagen-)Forschung betreiben. Auch bei der Anzahl der angemeldeten Patente ist die Schweiz, gemessen an der Bevölkerung, weltweit ganz vorn mit dabei.

Obwohl wir uns in den letzten Jahren immer wieder als «Innovationsweltmeister» feiern (lassen), könnten wir die Umsetzung unserer Forschungsergebnisse in innovative Produkte und Technologien, die sich am Markt durchsetzen, beherzter angehen – und damit der Schweizer Wirtschaft einen globalen Wettbewerbsvorteil verschaffen. Genau diese so genannte präkompetitive Forschung birgt oft unwägbar Risiken. Denn nicht alles, was im Labor genial aussieht, lässt sich industriell hochskalieren und rasch in die Praxis transferieren. Nebenbei bemerkt: Aus dem Grund ist es zudem oft schwer, Geldgeber zu finden. Der Weg kann lang und steinig sein.

Die Empa bewegt sich seit langem in diesem «Niemandland» zwischen Hochschule und Markt und versucht gemeinsam mit ihren Industriepartnern, neue Technologien «auf die Strasse» zu bringen. Recht erfolgreich, wie die Beispiele in der aktuellen Ausgabe der «EmpaNews» mit dem Schwerpunkt Technologietransfer zeigen.

Viel Vergnügen beim Lesen!

## Impressum

**Herausgeberin:** Empa, Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf, Schweiz, [www.empa.ch](http://www.empa.ch) / **Redaktion & Gestaltung:** Abteilung Kommunikation / Tel. +41 58 765 47 33 [empanews@empa.ch](mailto:empanews@empa.ch), [www.empanews.ch](http://www.empanews.ch) // Erscheint viermal jährlich, **ISSN 1661-173X**

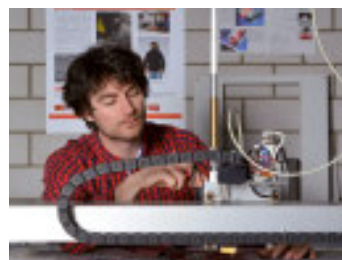
## Titelbild

Prototyp eines programmierbaren Metamaterials: Dieser mit Piezo-Elementen versehene Aluminiumstreifen kann Schwingungen verschiedener Frequenzen durchlassen, andere Frequenzen gezielt auslöschen. Daraus könnte einst ein Material entstehen, das Schwingungen blitzschnell selbsttätig dämpft – eine Revolution im Maschinen- und Anlagenbau. Seite 16. Bild: Wolfram Raither, ETH Zürich.



Der «hy.muve», ein wasserstoffbetriebenes Kehrfahrzeug, ist das Resultat einer Kooperation der Empa mit dem Fahrzeugbauer Bucher-Schörling. Eine Erfolgsgeschichte in 10 Schritten. 12

- 04 **Luftpolster gegen Feuer und Frost**  
Isolationskleidung für Extremsituationen
- 06 **Lasern statt nähen**  
Molekulare Verbindungen revolutionieren Textilien
- FOCUS: Technologietransfer**
- 08 **Knowhow-Quelle für die Industrie**  
Angewandte Forschung – Rüstzeug für den Weltmarkt
- 10 **Abc des Technologietransfers**  
Drei Wege der Zusammenarbeit – die Empa als Partner
- 12 **Der Weg zum Erfolg**  
So läuft ein Kooperationsprojekt
- 14 **Sprungbrett für Jungunternehmer**  
Der Business-Incubator hilft beim Start in die raue Welt
- 15 **Umschlagplatz für Wissen**  
Interview mit Anja Pauling, Leiterin der Empa-Akademie
- 16 **Ein Blech, das niemals scheidet**  
Phononische Kristalle – die Revolution im Maschinenbau?
- 18 **CLEVER sparen beim Fahren**  
Das Erdgas-Hybrid-Vesuchsauto nach dem Probelauf
- 20 **Der angebissene Diamant**  
Ein fehlgeschlagenes Experiment als Titelstory
- 20 **Auf Enzyme bauen**  
Betonzusätze aus nachwachsenden Rohstoffen
- 22 **Die Empa jagt den Kometen**



Textilien per Laser schweissen 06



Die Empa-Akademie – neu aufgestellt 15

# Luftpolster gegen Feuer und Frost

Wer sich in Extremsituationen begibt, braucht Kleidung, die Schutz und Komfort bietet und im Notfall das Überleben sichert. Dabei spielt die Luftschicht zwischen Stoff und Körper eine besondere Rolle. Empa-ForscherInnen wollen spezielle Kleidung entwickeln, die vor Hitze und Kälte schützt wie nie zuvor.

TEXT: Antonia Fischer / BILDER: Empa



**M**anchmal täuscht das Körpergefühl. Wenn ein Feuerwehrmann in einem brennenden Haus ins Schwitzen gerät oder ein Extremkletterer in der Steilwand zu frieren beginnt, könnte es bereits zu spät sein, um Verletzungen oder gar den Tod zu verhindern. Abhilfe in solchen Situationen bietet nur exakt konstruierte Kleidung mit garantiert isolierenden Eigenschaften.

Agnieszka Psikuta von der Abteilung «Schutz und Physiologie» der Empa beschäftigt sich seit drei Jahren mit der Entwicklung eines wissenschaftlichen Berechnungsmodells, anhand dessen man Kleidungsstücke herstellen kann, die den Körper auf genau definierte Weise vor Temperaturen der Umgebung isolieren. Bald wird man, dank ihrer Forschungsarbeit, genau voraussagen können, wie lange ein Kleidungsstück seine Funktion erfüllt und so beispielsweise einen Bergsteiger vor Erfrierungen schützen wird.

Das Material solch funktionaler Kleidung ist zwar wichtig, die eigentliche Hauptrolle aber spielt die Dicke der Luftschichten zwischen Stoff und Körper. «Durch diese Luftschichten entsteht der grösste Temperaturunterschied», erläutert Psikuta. Dickere Luftschichten schützen den Körper auf diese Art vor Hitze beziehungsweise Kälte.

Psikuta hat eine Methode entwickelt, um die Luftschichten zwischen Körper und Stoff exakt zu bestimmen. Die Kleidungsstücke werden im Forschungslabor genäht. Getestet werden sie an weiblichen und männlichen Puppen, sogenannten Manikins. Ein 3-D-Scanner tastet die Manikins mit einem Lichtmuster ab. Erst unbekleidet, dann mit Kleidern. Die erstellten Scans werden im Rechner virtuell übereinander gelegt. Es entsteht eine Darstellung, die anhand von Farben aufzeigt, an welchen Körper-

teilen die Kleidung eng anliegt, wo Luftschichten zwischen Haut und Kleidung vorhanden sind und wie dick sie sind. Um die Messung genügend exakt zu machen, wird jeder Scan sechsmal wiederholt. Der Aufwand lohnt sich, ist Psikuta überzeugt: «Weltweit hat niemand solch eine genaue Methode für die Messung von Luftschichten.»

Die Resultate des Scans zeigen, an welchen Stellen die Kleidung gut isoliert und wo mehr Isolationsmaterial eingearbeitet werden müsste. Bei schlecht designter Kleidung friert der Mensch schneller – denn es gibt wenig Luftpolster, die Kleidung liegt eng am Körper an. Soll die Kleidung vor Hitze schützen, muss die unterste Kleidungsschicht eng anliegen, damit Schweiß absorbiert werden kann. Darüber sollten jedoch weitere, lockere Schichten getragen werden. Zwischen diesen entstehen mehrere Luftschichten, die den Körper schützen.

In den letzten Jahren hat die Empa das Verhalten von Kleidung am Körper systematisch erforscht. Die physikalische Modellrechnung soll Industriepartnern helfen, bessere Schutzkleidung und funktionale Sportkleidung zu entwerfen. Ziel ist es, genau voraussagen zu können, wie lange man sich mit einem bestimmten Kleidungsstück ohne Gesundheitsrisiko in einer heissen oder kalten Umgebung aufhalten kann.

### Simulation von Feuerwehrleuten im Einsatz

Der nächste Schritt ist die Berücksichtigung verschiedener Körperhaltungen. Da beispielsweise Feuerwehrleute so gut wie nie aufrecht stehen, während sie im Einsatz sind, wird Psikuta eine Auswahl von Kleidungsstücken an einem flexiblen Manikin testen. Auch die Bewegung spielt eine wichtige Rolle. Durch Wind oder durch Bewegung eines Menschen verändern sich die isolierenden Luftschichten. Zudem erwärmt sich der menschliche Körper durch Bewegung. Wie sich die Kleidung dabei verhält, wird Psikuta mit einem mobilen Manikin messen. Dieses bewegt sich unterschiedlich schnell und kann dabei mit Hilfe von eingebauten Spritzwasserdüsen auch definiert «ins Schwitzen geraten».

Ob die entworfene Kleidung realen Extrembedingungen tatsächlich standhält, wird Psikuta gegen Ende des Projekts mit Hilfe von verschiedenen Manikins überprüfen. Jede der Puppen wird dafür einer anderen (mehr oder weniger feindlichen) Umgebung ausgesetzt. Darunter ist beispielsweise ein Manikin, das durchs Feuer gehen muss, um die Verbrennungsrisiken abzuschätzen.

In etwa drei Jahren werden die Untersuchungen an Puppen, Kleidung und Luftschichten abgeschlossen sein und der Industrie ermöglichen, Hochleistungskleidung zu entwickeln, die den heutigen Standard deutlich überbietet. Psikuta ist überzeugt: «Kleine Unterschiede im Design der Kleidung machen grosse Unterschiede in Leistung, Sicherheit und Komfort.» //

Agnieszka Psikuta richtet den Scanner ein und bereitet mit Kolleginnen eine Messung vor. Der Laser-Scan (Bild unten) zeigt die Dicke der Luftschichten zwischen mehreren Lagen Kleidung und der Haut. Luftpolster schützen gegen Hitze und Kälte.





Video

Ein lasergeschweisstes Cool-Pad  
kühlt Menschen in Schutzkleidung
[http://youtu.be/eWgOa0Y4R\\_I](http://youtu.be/eWgOa0Y4R_I)

# Lasern statt nähen

Wer ein Kleidungsstück herstellt, greift zu Nadel und Faden. Doch Nähen hinterlässt Löcher – ein Nachteil, wenn die Bekleidung wasser- oder luftdicht sein soll. Werden Textilien mit einem Laser verschweisst, ist das Problem gelöst.

TEXT: Martina Peter / BILDER: Empa

Waren früher Fischgräten oder Nadeln aus Knochen, Horn und Elfenbein im Trend, so sind heute hochpräzise Industrienähtmaschinenadeln aus Metall im Einsatz, um Kleidungsstücke zu produzieren. Diese schaffen an die 10 000 Stiche pro Minute. Doch sind die Nadeln auch noch so dünn: Sie alle hinterlassen Löcher im «textilen Flächengebilde». Diese führen dazu, dass etwa an der Naht einer Outdoor-Jacke Regen eindringt. Um das zu verhindern, werden die Nahtstellen in der Industrie in einem zweiten Arbeitsgang verklebt. Eine altbekannte Füge-technik aus der Metall- und Kunststoffindustrie – das Schweißen – macht diesen langwierigen zweistufigen Prozess nun überflüssig. Ein Diodenlaser verschweisst Textilien absolut dicht und in einem Arbeitsschritt.

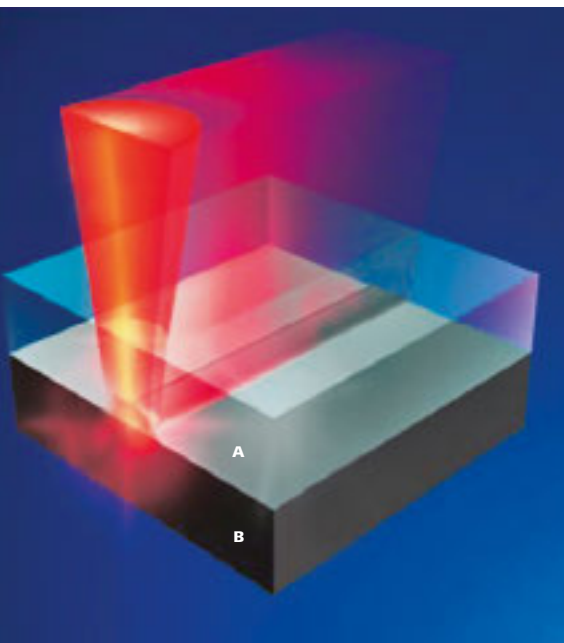
## Ein Diodenlaser verschweisst Textilien

Das Prinzip des Laserschweißens ist einfach: Ein Laserstrahl erhitzt Metalle oder Thermoplaste derart stark, dass sie punktuell schmelzen und die Materialien miteinander eins werden. Dies soll nun ein Diodenlaser mit Textilien aus Polymerfasern machen. Ein Laserstrahl tritt durch eine transparente Textilschicht, die darunter liegende Textillage absorbiert die Energie des Strahls und gibt sie an die transparente Lage ab. Dabei heizen sich beide Lagen an den zu verschweisenden Nähten auf, die Polymerketten der beiden Textilschichten verschmelzen. «Eine bessere Verbindung als eine auf molekularer Ebene ist überhaupt nicht möglich», sagt Textilingenieur und Projektleiter Alexander Haag von der Empa-Abteilung «Schutz und Physiologie» zu den Vorteilen der verschweissten Textilien.

Doch die ForscherInnen müssen noch einige Stolpersteine aus dem Weg räumen. Einer davon liegt in der Beschaffenheit der Textilien. Textilien sind «biegeschlaff», sie besitzen eine instabile Form, können sich ungewollt in Falten legen, sind dünn und werden vom Laser schnell einmal zu stark erhitzt und so beschädigt. Unterschiedliche «Textilflächen», wie der Fachmann sie nennt, verhalten sich ebenfalls unterschiedlich in der Verarbeitung: Gestricke und Gewirke sind wegen ihrer Maschen schwierigere Kandidaten als die tendenziell ebenen Gewebe.

**1**  
So funktioniert es: Die oberste Schicht des Materials **A** muss für das Licht des Diodenlasers transparent sein, die untere Lage **B** muss das Laserlicht absorbieren. So entsteht eine punktgenaue Erhitzung. Durch zugleich angewandten Druck werden die Textil-Lagen dann verschweisst.

**2**  
Projektleiter Alexander Haag am Forschungslaser. Das Ziel ist, 10 Mikrometer dünne Membranen dauerhaft und dicht miteinander zu verbinden.



2

Eine weitere Herausforderung: Der Laserstrahl kann mit manchen schwarzen Materialien nichts anfangen: Was das menschliche Auge als schwarz, also Licht absorbierend, wahrnimmt, ist für den Laser, der im Spektrum «Infrarot» arbeitet, nahezu transparent. Vor dem Schweißen muss also geklärt werden, ob sich die Textilfläche hinsichtlich Absorption, Reflexion und Transmission überhaupt fürs Laserschweißen eignet.

Gegenwärtig variiert Haag sämtliche Parameter des Prozesses, um die besten Techniken ausfindig zu machen, wie sich verschiedene Lagen miteinander verschweißen lassen. Ende Jahr, wenn das von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) geförderte Projekt abgeschlossen sein wird, soll ein Schweißverfahren vorliegen, das diverse thermoplastische Polymergewebe mit bis zu 10 Mikrometer dünnen Membranen aus Polyester oder Polyurethan dauerhaft und dicht miteinander verbindet. Dafür entwickeln die Empa-ForscherInnen zusammen mit ihren Industriepartnern Leister Technologies AG in Kägiswil, Unico Swiss Tex GmbH in Alpnachstad, Schips AG in Tübach, Schoeller Textil AG in Sevelen, Serge Ferrari Terrsuisse SA in Emmenbrücke sowie der Schweizer Textilfachschule Zürich zwei Diodenlaserschweißanlagen: Zum einen eine Lasernähmaschine, mit der quasi endlos gefügt werden kann, und zum anderen eine Anlage, mit der auf einer Ebene in alle Richtungen komplexe Strukturen gefügt werden können.

### 3-D-Nähte aus dem Rechner

Die neue Füge-technologie eröffnet nach Einschätzung der Empa-Textilexperten ganz neue Möglichkeiten: «Da das Laserschweißen näher mit rechnerunterstütztem Konstruieren verwandt ist als mit einer herkömmlichen Nähmaschine, ist die Ausführung – so wie beim technischen Konstruieren – sehr genau steuerbar», meint Alexander Haag. «Es lassen sich damit nicht nur gerade, sondern auch komplizierte, kurvige Schweißnähte und sogar 3-D-Gebilde erstellen.» Diese sind etwa nötig, wenn Ventile geplant sind, um Luft zwischen zwei Strukturen einzubringen. Durch das einfache Ansteuern können relativ einfach luft- und wasserdichte Nähte, etwa für

Outdoorjacken, geschweisst und grössere Textilflächen, die aus verschiedenen übereinander liegenden, ultradünnen Materiallagen zusammengesetzt sind, punktgenau verlasert werden. Ein weiterer Vorteil der Schweißnähte: «Sie sind auf der Haut angenehm zu tragen, da sie sehr weich sind», so Haag.

### Kühlkörper und Stützstrümpfe

Dass sich das Laserschweißen hervorragend eignet, um Textilien und ultradünne Membranen miteinander zu verbinden, hat der Empa-Forscher Markus Weder mit seinem Team bereits in verschiedenen Projekten bewiesen. Bereits auf dem Markt etabliert hat sich beispielsweise die mit der Unico swiss tex GmbH entwickelte Kleidung für Multiple-Sklerose-PatientInnen. In ihre Hosen und T-Shirts sind Kühl-Pads aus ultradünnen Polyester-Membranen integriert. Weder erklärt, wie es funktioniert: «Die Kühlbekleidung besteht aus drei Schichten. Zwei 10 bis 15 Mikrometer dünne Polyester-membranen bilden die Innen- und die Aussenschicht. Dazwischen liegt ein Gestrick, das eine Art Hohlraum bildet, der mit normalem Leitungswasser gefüllt werden kann.» Der Clou, so Weder: «Die Membranen sind wasserdicht, aber wasserdampfdurchlässig. Während das Wasser auf der Aussenseite verdunstet, stellt sich auf der Haut der TrägerInnen ein angenehmer Kühleffekt ein.»

Nächstens wollen die Textilingenieure auch einen EKG-Gurt mit aufgeschweissten, befeuchtbaren Elementen zur Langzeitüberwachung von Herz-Kreislauf-PatientInnen präsentieren, den sie zusammen mit Forschungs- und Industriepartnern in einem weiteren KTI-Projekt entwickelt haben. Er ist speziell für ältere Personen konzipiert, die nicht mehr so viel schwitzen. Und schliesslich arbeiten die ForscherInnen mit Industriepartnern an medizinischen Stützstrümpfen, die nicht wie heute üblich durch mühsames Zerren angezogen werden müssen, sondern die mit Luft dosiert «aufgepumpt» werden. Der variable Druck in den (mehrlagigen) Strümpfen kann als Tüpfelchen auf dem i auch zu Monitoringzwecken benutzt werden: ein entsprechendes Messgerät kann darüber informieren, wie häufig sich PatientInnen bewegen. //

# Knowhow-Quelle für die Industrie

In einer globalisierten Wirtschaft hängt die Wettbewerbsfähigkeit eines rohstoffarmen Lands wie der Schweiz von dessen Innovationskraft ab. Zur Sicherung des Wohlstands müssen Forschungsergebnisse aus den Labors rasch in die Unternehmen weitergegeben werden, um ihnen zum Markterfolg zu verhelfen. Wie dies an der Empa geschieht, lesen Sie auf den folgenden Seiten.

TEXT: Gabriele Dobenecker (Leiterin Marketing und Technologietransfer) / BILD: Optotune





Zwei Mitarbeiter von Optotune bei Untersuchungen an einem Strahlengang. Die Startup-Firma wurde im Business Incubator glaTec gefördert.



Die Brücke «from science to business» zu schlagen hat sich die Empa als anwendungsorientiertes Forschungsinstitut für Materialwissenschaften und Technologie auf ihre Fahnen geschrieben. Durch individuelle Zusammenarbeit und ein breites Spektrum an Dienstleistungen ist die Empa in der Lage, ihren Partnern massgeschneiderte Lösungen anzubieten. Sei es, um neue Produkte zu entwickeln und bestehende Technologien zu optimieren oder um konkrete Probleme zu lösen – die Empa mit ihren über 500 hochqualifizierten WissenschaftlerInnen und ihrer erstklassigen technischen Infrastruktur ist die richtige Adresse.

#### **100 Industrieforschungsprojekte starten pro Jahr**

Allein letztes Jahr hat die Empa mehr als 100 F&E-Projekte mit verschiedenen Partnern aus Industrie und Wirtschaft neu initiiert. Begleitet und unterstützt wird diese Initiative durch das 2005 gegründete Technologietransfer-Office der Empa. Um potenziellen Kunden und Partnern die Kontaktaufnahme einfach zu machen, hat die Empa vor fast 10 Jahren das «Empa-Portal» eingerichtet. Über diese zentrale Anlaufstelle können interessierte Unternehmen Anfragen bequem in die Empa einbringen, ohne vorher einen konkreten Ansprechpartner ausfindig machen zu müssen.

#### **Vom Forscher zum Unternehmer**

Volkswirtschaftlich sind Spin-offs, also Firmenneugründungen im Umfeld der Schweizer Forschungsinstitutionen, von grosser Bedeutung. Die Empa unterstützt Jungunternehmen in der Frühphase, etwa durch Coaching und fachspezifische Beratung, durch administrative Unterstützung und das Bereitstellen von Infrastruktur: An ihrem Hauptsitz Dübendorf betreibt die Empa seit fünf Jahren den Business Inkubator glaTec, und mit ihrem Technologiezentrum tebo in St. Gallen beteiligt sich die Empa an der Ostschweizer Initiative STARTFELD. Der Verkauf des St.-Galler-Tagblatt-Gebäudes in unmittelbarer Nachbarschaft zur Empa eröffnet an dieser Stelle neue Per-

## Forschungszusammenarbeit

Mit gut 100 neuen Forschungsprojekten jährlich ist dies die häufigste Form der Zusammenarbeit mit Wirtschaftspartnern. Ein Beispiel ist etwa der mit der Baustofffirma Fixit AG entwickelte Aerogel-Dämmputz. Der Putz vereint Dämmeigenschaften von Styropor mit der Verarbeitbarkeit und Wasserdurchlässigkeit von normalem Mineralputz und ist daher speziell für die energetische Sanierung von Altbauten geeignet. Das Projekt wurde von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) gefördert. Nach zwei Jahren Forschungszeit kam das Produkt im Frühjahr 2013 auf den Markt. Im Januar 2014 gewann der Dämmputz den Schweizer Umweltpreis.

spektiven. Unter Führung des tebo ist dort derzeit ein Technologiepark im Entstehen. Darin sollen Firmen angesiedelt werden, die zum Kompetenzprofil der Empa passen und so neue Zusammenarbeitsmöglichkeiten erschliessen.

### Expertenwissen für die Praxis

Zusammen mit Partnern aus Industrie und Forschung baut die Empa ein «Coatings Competence Center» auf. Dieses Zentrum soll Aus- und Weiterbildungen im Bereich Beschichtungstechnologie anbieten; andererseits sollen neuste Forschungsergebnisse aus dem Labor möglichst schnell und direkt an Industriepartner «übergeben» werden, um daraus innovative Produkte und Technologien zu entwickeln.

Mit einem vielfältigen Angebot von Weiterbildungs- und Informationsveranstaltungen bietet schliesslich die Empa-Akademie eine lebendige Plattform für den Wissenstransfer und den Dialog mit Fachleuten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Politik sowie – last but not least – für die interessierte Öffentlichkeit. An die 5000 Teilnehmerinnen und Teilnehmer fanden letztes Jahr den Weg zu den fast 90 Veranstaltungen der Akademie.

### «Schlüssel zum Innovationserfolg»

Wie gesagt: Wissens- und Technologietransfer auf verschiedenen Ebenen, das ist das Ziel der Empa. Dass sie damit richtig liegt, attestierte ihr anlässlich eines Besuchs unlängst Bundesrat Johann Schneider-Ammann, Vorsteher des Eidgenössischen Departements für Wirtschaft, Bildung und Forschung: «Als Unternehmer habe ich oft die Zusammenarbeit mit der Empa gesucht; dabei habe ich realisiert, welch aussergewöhnlichen Leistungen die Forscherinnen und Forscher dort erbringen. Die Empa ist für mich das Herzstück im Wissens- und Technologietransfer-Netzwerk der Schweiz und ein Schlüssel zu unserem Innovationserfolg.» //

# Abc des

## Strategische Kooperationen

Mit langjährigen Forschungspartnern geht die Empa strategische Partnerschaften ein, so etwa seit April 2010 mit der Firma Hexis AG. Ziel ist es, die keramische Hochtemperatur-Brennstoffzelle (SOFC) als nachhaltige Alternative zur Gesamtenergieversorgung von Gebäuden am Markt zu etablieren. Derartige Partnerschaften gehen über einzelne Projekte hinaus: Gesucht werden neue Projektideen, Zugang zu Fördergremien in der Schweiz und der EU sowie eine breite interdisziplinäre Zusammenarbeit.

## Technologietransfers

### Technologieangebote

Aus Forschungsprojekten entstehen häufig Patente, welche die Empa der Industrie zur Lizenzierung anbietet. **Zwei Beispiele:**

- Holzfeuerung verursacht grosse Mengen Feinstaub. Die Empa hat einen elektrostatischen Partikelabscheider entwickelt, der nachträglich in Kleinholzfeueranlagen eingebaut werden kann und bis zu 90 Prozent der Feinstaubpartikel zurückhält. Der deutsche Hersteller Kutzner + Weber vertreibt das System unter dem Handelsnamen Zumikron.
- Motorenexperten der Empa haben eine neuartige hydraulische Ventilsteuerung entwickelt, die ohne Nockenwellen und Ventildfedern auskommt. Die Ventile werden dadurch leichter, und die in ihnen steckende Bewegungsenergie wird nicht in Hitze umgewandelt, sondern rekupe-riert. Das senkt den Treibstoffverbrauch. Das Patent wird zurzeit zur Lizenzierung angeboten.

Aktuelle Angebote finden Sie auf [www.empa.ch/technologieangebote](http://www.empa.ch/technologieangebote)  
 Weitere Informationen: +41 58 765 4444, [portal@empa.ch](mailto:portal@empa.ch)



**1. Idee** Ein Kommunalfahrzeug mit Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antrieb. Ist das möglich?

**2. Finanzielle Mittel** Vertragsverhandlungen mit Bundesamt für Energie, Kompetenzzentrum für Energie und Mobilität im ETH-Bereich (CCEM), Industriepartnern und möglichen Pilotregionen.

**3. Forschungspartner** Die Empa bündelt interne und externe Kompetenzen: an Bord sind nun auch das PSI und das Kompetenzzentrum CCEM.

**4. Industriepartner** Wer hat Interesse und kann Komponenten zum Demonstrationsfahrzeug beisteuern? Bucher-Schörling, BRUSA Elektronik AG und Messer Schweiz AG stossen zum Team.

**5. Zeit** Forschung braucht Geduld. Die ersten Sondierungsgespräche zum hy.move gab es 2007. Rollout des Fahrzeugs war 2009. Aktuell läuft das fünfte Jahr des Testbetriebs.

**6. Geschützter Raum** Ein Prototyp ist empfindlich und nicht sofort praxistauglich. Die Kommunalbetriebe Basel bieten Platz, Kompetenz und die Geduld zu sechs Monaten technischer Reifezeit.

**7. Optimierungszyklen** Immer wieder wird hy.muve mit Hilfe der Empa technisch verbessert und nachgerüstet. Die Erfahrungen aus dem Praxisbetrieb fliessen ein.

**8. Marktklärung** Besucher aus mehreren europäischen Städten besichtigen den Prototyp. Ein für Kunden massgeschneidertes Öko-Kelch entwickelt.

**9. Produktentwicklung** Aufbauend auf der Technik des hy.muve wird ein für Kunden massgeschneidertes Öko-Kelch entwickelt. Ein für Kunden massgeschneidertes Öko-Kelch entwickelt.

**10. Marktreifes Produkt** eine neue Produktlinie

# Der Weg zum Erfolg

Von einer Idee bis zum marktfähigen Produkt führt ein weiter Weg. Weiter, als viele denken. Die Empa hat Erfahrung mit der Begleitung solcher technologischer Pionierprojekte. Welche Zutaten ein Erfolg braucht zeigt das Beispiel des Brennstoffzellen-Kehrfahrzeugs «hy.muve».



et-  
prototyp. Interesse an

hy.muve, kann Bucher-Schörfling neue Antriebseinheiten  
Kehrfahrzeug wird möglich.

Die Produktreihe dieselgetriebener Kehrmaschinen könnte in einigen Jahren durch  
Produktlinie ergänzt werden: Kehrmaschinen mit Hybridantrieb. Eine Weltpremiere.

# Sprungbrett für Jungunternehmer

Der Business Incubator glaTec der Empa hat bereits einige Jungfirmen beim Start in die wirtschaftliche Unabhängigkeit unterstützt. Eine davon ist Optotune: Als Spin-off der ETH Zürich kam das Team 2008 an die Empa, nach knapp drei Jahren Brutzeit wagte es den Sprung in den freien Markt – mit Erfolg.

TEXT: Cornelia Zogg / BILDER: Optotune

Über dreissig Mitarbeitende sind im neuen Firmensitz von Optotune in Dietikon an der Arbeit. Das Unternehmen ist seit dem Auszug aus dem glaTec stetig gewachsen und konnte sich auf dem Markt etablieren. Alles begann mit einem KTI-Projekt. Das Ziel: die Entwicklung einer verformbaren Linse, deren Brennweite sich stufenlos und innerhalb von Millisekunden elektrisch verändern lässt. Das Team um den frisch promovierten ETH-Ingenieur Manuel Aschwanden zielte anfangs auf Anwendungen bei Handys, Kameras, Scannern und Beleuchtungssystemen. Von 2008 bis 2010 nutzte das Start-up die Infrastruktur der Empa. «Die Empa hat uns sehr unterstützt. Die Infrastruktur ist hervorragend, ebenso die Hilfsbereitschaft der Mitarbeiter», so Aschwanden. Die Empa-eigenen Laborgeräte waren beispielsweise nicht immer verfügbar; da aber die Industrie auf Schnelligkeit angewiesen ist, überliess man Optotune oft den Vortritt bei der Nutzung.

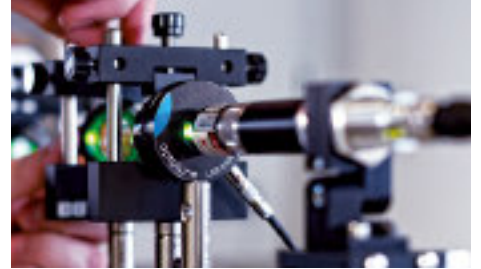
## Kein ewiges Start-up

Optotune ist seit etwas mehr als zwei Jahren in Dietikon. Der Zeitpunkt, das Empa-Nest zu verlassen, kam, als der Platz langsam eng wurde. Viele weitere Start-ups drängten ins glaTec, und für die erfolgreichen Erstlinge war es an der Zeit, den Schritt nach draussen zu wagen. Gerade rechtzeitig, wie sich herausstellte: Das Image eines Start-ups sollte möglichst rasch abgestreift werden, um im Markt mithalten zu können. Kunden hätten oft gezögert, so Aschwanden, da ein Start-up-Label mit einem gewissen Risiko verbunden werde. Trotzdem, «es war die richtige Entscheidung, an die Empa zu kommen», bestätigt der Gründer.

## Erfolg hängt vom Team ab

Mittlerweile beschäftigt die Firma über dreissig Mitarbeitende – beim Auszug aus der Empa waren es die Hälfte. Alle technischen «Probleme» konnten inzwischen eliminiert werden – die Linse funktioniert wie geplant, und das Interesse der Industrie sei enorm, so Aschwanden. Um erfolgreich eine Firma aufzubauen, gibt es allerdings einige Grundsätze, die der Jungunternehmer aus seiner Zeit an der Empa mitgenommen hat: Das richtige Team und die richtigen Partner seien das A und O. Dazu zählt die Empa mit ihrem Business Incubator.

Eine weitere Lehre, die nicht nur für Start-ups gilt, hat Aschwanden ebenfalls verinnerlicht. «Alles dauert doppelt so lange wie ursprünglich geplant.» Für Optotune ist der Plan schliesslich aufgegangen, das Geschäft floriert. Und: Weitere Jungfirmen, die auf Starthilfe des glaTec zurückgreifen konnten, stehen bereits vor dem Absprung. Dass die begehrten Räumlichkeiten an der Empa lange leer stehen, befürchtet glaTec-Geschäftsführer Mario Jenni allerdings nicht: «Die Nachfrage ist gross – und unser Platzangebot leider beschränkt.»



Produkte von Optotune entstehen im staubfreien Reinraum (oben). Hochpräzise, optische Geräte sind für die Entwicklungsarbeit unerlässlich.



Optotune-CEO Manuel Aschwanden nutzte von 2008 bis 2010 die Infrastruktur der Empa.

## glaTec

glaTec ist ein Förderverein, der von der Empa, der Eawag, der Stadt Dübendorf, dem Regionalverband «glow. das Glatttal», der Stadt Zürich und der Standortförderung des Kantons Zürich unterstützt wird. Der Business Incubator beherbergt zurzeit elf Jungfirmen. Sie nutzen nicht nur die Räumlichkeiten, sondern auch den Kontakt mit anderen Forschern sowie Hilfe bei Marktabklärungen sowie Coachings. Infos auf [www.glatec.ch](http://www.glatec.ch)

# AKADEMIE

## Umschlagplatz für Wissen

15 Jahre Empa-Akademie, Ort für Wissenstransfer und Dialog mit der Öffentlichkeit. Was kann die Akademie bieten? Wie sieht die Zukunft aus? Ein Interview mit Akademie-Leiterin Anja Pauling.

INTERVIEW: Rainer Klose / BILD: Empa

### **Frau Pauling, die Empa-Akademie soll das an der Empa erarbeitete Wissen hinaustragen. Wie stellen Sie das an?**

Ein zentrales Element ist die physische Akademie auf dem Campus in Dübendorf mit flexiblen Veranstaltungsräumen und modernster Infrastruktur. Hier finden die meisten unserer Tagungen, Konferenzen, Weiterbildungs- und Informationsveranstaltungen statt. Sie bietet Raum für Ausstellungen, was gerade im wissenschaftlichen Bereich, aber auch im Dialog mit der Industrie, gern genutzt wird. So werden wir unserer Aufgabe als Zentrum für Wissenstransfer gerecht.

### **Sie bieten Kurse und Weiterbildungsveranstaltungen für Wissenschaft, Industrie und Gesellschaft an. Woher stammen die Ideen dafür? Ist die Empa-Akademie beispielsweise für externe Anregungen offen? Welche Wünsche lassen sich erfüllen?**

Die Empa-Akademie ist eine Dienstleistung für und von ForscherInnen, die an der Empa arbeiten. Die Themen ergeben sich daher aus den Forschungsbereichen der Empa, aber durchaus auch von aussen. Wenn Themen gerade aktuell oder kontrovers sind – wie zurzeit die Nanotechnologie oder alternative Energien –, nehmen wir sie in unsere Planung auf. Oft ergeben sich neue Inhalte zudem aus einer Veranstaltung. Wir befragen die Teilnehmenden unserer Anlässe und stossen so immer wieder auf neue Themen.

### **Die Akademie hat auch die Aufgabe, Empa-Wissenschaftlerinnen mit Industriepartnern in Kontakt zu bringen. Wie gehen Sie dabei vor?**

Die Empa betreibt ja häufig sehr anwendungsnahe Forschung und arbeitet intensiv mit Partnern, insbesondere aus der Industrie, zusammen. Was viele noch nicht wissen: Das Spek-

trum unserer Themen ist enorm breit; die Empa forscht beispielsweise an wasserabstossendem Holz, neuen Materialien für die Wundheilung oder Schneidblättern aus Keramik und vielem mehr. Das wissen oft noch nicht einmal alle Unternehmen, die in diesen Bereichen tätig sind. Hier leistet die Akademie einen wichtigen Beitrag, indem sie entsprechende Veranstaltungen für den Austausch mit der Industrie anbietet, beispielsweise die inzwischen etablierte Reihe «Technology Briefings».

### **Kann man die Empa-Akademie auch nutzen, wenn man nicht viel mit Materialforschung am Hut hat?**

Tatsächlich vermieten wir seit einiger Zeit die Empa-Akademie auch an Externe. Interessant ist dies vor allem für Unternehmen oder Verbände, die der Empa thematisch nahestehen. Deren Anlässe können wir mit Laborbesuchen, Führungen oder Referaten anreichern, was immer sehr gut ankommt. Ausserdem sind wir verkehrstechnisch ausgezeichnet erreichbar mit Flugzeug, Zug, Tram oder Auto.

### **Sie sind seit Herbst 2013 Leiterin der Akademie. Was haben Sie vor? Welche Angebote und Aktivitäten sind in Zukunft zu erwarten?**

Nächstes Jahr feiert die Empa-Akademie ihr 15-jähriges Bestehen. Meine Vorgängerin, Anne Satir, hat in den vergangenen Jahren ein erstklassiges Angebot aufgebaut. Dieses gilt es zu ergänzen und weiterzuentwickeln. Ich brüte derzeit ein paar neue Ideen aus, was Veranstaltungsformen oder die Nutzung der Räumlichkeiten auch in St. Gallen anbelangt, um die Tätigkeit der Empa noch deutlicher sichtbar zu machen. Mit der Realisierung des Leuchtturmprojekts NEST werden wir unsere Möglichkeiten spürbar erweitern können, da wir im NEST – unmittelbar neben der Akademie – auch über öffentlich nutzbare Seminarräume verfügen. Ich freue mich sehr auf die Weiterentwicklung der Empa-Akademie und hoffe, viele Leserinnen und Leser der EmpaNews finden den Weg zu unseren Veranstaltungen.

Die aktuellen Veranstaltungen der Empa-Akademie finden Sie unter [www.empa-akademie.ch](http://www.empa-akademie.ch)





# Ein Blech, das niemals

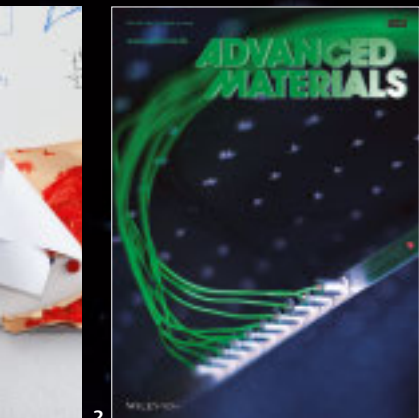
Forscher der Empa und der ETH Zürich ist es gelungen, einen Prototyp eines schwingungsdämpfenden Materials herzustellen, der die Welt der Mechanik für immer verändern könnte. Der Stoff der Zukunft kann auf Knopfdruck nicht nur Schwingungen komplett dämpfen, sondern auch gezielt bestimmte Frequenzen weiterleiten.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Empa

**1**  
Physiker Andrea Bergamini forscht an der Empa und der ETH Zürich. In der Hand hält er das Funktionsmodell eines «programmierbaren Materials».

**2**  
Das Cover des internationalen Fachjournals «Advanced Materials» vom 5. März 2014 zeigt Bergaminis Erfindung.





# scheppert

**N**och funktioniert das «programmierbare Material» nur in einer eindimensionalen Modellkonstruktion, doch die hat ihre ungewöhnlichen Fähigkeiten bereits bewiesen: Soeben wurde die Forschungsarbeit mit dem Titel «Phononic Crystal with Adaptive Connectivity» in der Fachzeitschrift «Advanced Materials» publiziert. Ein erster Schritt zu mechanischen Bauteilen mit frei programmierbaren Eigenschaften ist damit gelungen.

Das Arbeitsmodell, das die Forscher nutzen, besteht aus einer ein Meter langen und ein Zentimeter breiten Aluminiumplatte von einem Millimeter Dicke. Dieser Blechstreifen kann in verschiedenen Frequenzen schwingen. Um die Wellenausbreitung zu kontrollieren, sind zehn kleine Alu-Zylinder (7 mm dick, 1 cm hoch) auf dem Metall befestigt – zwischen Blech und Zylindern sitzen jeweils Piezo-Scheiben, die elektronisch angeregt werden können und dann blitzschnell ihre Dicke verändern. Dadurch kann das Forscherteam um Projektleiter Andrea Bergamini letztlich genau kontrollieren, ob und wie sich Wellen im Blechstreifen ausbreiten dürfen. Aus dem Aluminiumstreifen ist dadurch ein so genannter adaptiver phononischer Kristall geworden – ein in seinen Eigenschaften verstellbarer Werkstoff.

## Anpassung in Bruchteilen einer Sekunde

Die Piezo-Steuerung kann nun so eingestellt werden, dass sich Wellen im Blechstreifen «ganz normal» ausbreiten zu können, also als ob keine Aluminiumzylinder darauf befestigt wären. Eine andere Konfiguration ermöglicht es, ein gewisses Frequenzspektrum der Wellen zu tilgen. Und diese Dämpfung ist variierbar, denn die Piezo-Elemente können elektronisch in Bruchteilen von Sekunden ihre mechanoelastischen Eigenschaften ändern –

von weich federnd bis zu völlig steif. Bergamini erläutert, was einst aus den Forschungsergebnissen entstehen könnte: «Stellen Sie sich vor, Sie stellen ein Blech her, bedruckt mit einer elektronischen Schaltung und kleinen Piezo-Elementen in regelmässigem Abstand. Dieses Blech könnte man dann elektronisch auf eine bestimmte Schwingungsfrequenz programmieren. Das Interessante dabei: Selbst wenn man einen Teil des Blechs abschneidet, würden sich die Wellen im abgeschnittenen Teilstück weitgehend gleich ausbreiten wie im Ausgangsstück.» Das kleine Blech hätte dieselben Schwingungseigenschaften wie ein grosses. Diese Methode liesse sich zudem auf dreidimensionale Bauteile anwenden.

Ein solches «Metamaterial» könnte den Maschinen- und Anlagenbau tiefgreifend revolutionieren. Bisher galt es, die gewünschten Schwingungseigenschaften bereits bei der Auswahl des Materials festzulegen. In Zukunft könnte das Material auf aktuelle Messwerte von Vibrationen reagieren und seine Schwingungseigenschaften blitzschnell anpassen. Eine solche Anlage wäre deutlich stabiler und zugleich leichter zu konstruieren.

## Weitere Forschung an «programmierbaren Materialien»

Beim Forschungsprojekt «Phononic Crystal with Adaptive Connectivity» arbeitete Empa-Forscher Bergamini mit der Arbeitsgruppe von Paolo Ermanni an der ETH Zürich zusammen. Beteiligt war ausserdem Massimo Ruzzene vom «Georgia Institute of Technology». In einem Folgeprojekt soll die Programmierbarkeit des Prototyps erweitert werden: «Bislang hat jedes Piezo-Element allein, unabhängig von seinem Nachbarn, auf Schwingungen reagiert», erläutert Bergamini. «In einem nächsten Schritt wollen wir die Elemente miteinander verschalten, um sie gemeinsam beziehungsweise koordiniert ansteuern zu können.» //



# CLEVER sparen beim Fahren

Eines der ersten Erdgas-Hybrid-Versuchsfahrzeuge weltweit fährt an der Empa. Zwei Jahre nach der Fertigstellung des Forschungsautos lässt sich das Potenzial des innovativen Konzepts nun mit Zahlen belegen. Ein Blick in die Antriebstechnik des nächsten Jahrzehnts.

TEXT: Antonia Fischer / BILD: Empa



Video  
Testfahrt: So funktioniert der  
CLEVER

<http://www.youtube.com/watch?v=7L4NSldiSXl>



Vor zwei Jahren rollte das Erdgas-Hybrid-Forschungsauto CLEVER zum ersten Mal aus der Garage. Inzwischen hat das Einzelstück seine Fähigkeiten auf Testfahrten und Rollenprüfständen mehrfach unter Beweis gestellt.

Sechs Jahre dauerte das Projekt. Ein Forschungsteam der Abteilung «Verbrennungsmotoren» an der Empa hat zusammen mit zwei Instituten der ETH Zürich sowie den Industriepartnern Volkswagen und Bosch den Erdgas-Hybrid CLEVER aufgebaut. Er läuft mit einem Elektro- und einem Erdgasmotor. CLEVER nutzt seine verschiedenen Energiequellen so, wie sie in der jeweiligen Fahrsituation am effizientesten sind – das hat er herkömmlichen Erdgasfahrzeugen voraus.

Mit dem CLEVER wurde ein Modell zum Anfassen und Testfahren gebaut. «Die Empa ist das Bindeglied zwischen akademischer Forschung und Industrie. Was man auch mit einer Computersimulation hätte beweisen können, zeigen wir hier an einem fahrbaren Modell auf, was auch die Beurteilung von Fahrbarkeit und solchen praktischen Dingen zulässt», sagt Projektleiter Patrik Soltic.

#### Umweltfreundlicher zu gleichen Kosten

Die erste Testfahrt fand 2012 statt. Seit dem Rollout aus der Werkstatt im Jahr 2012 hat die Antriebstechnik des CLEVER auf über 2000 Kilometern auf Prüfständen und Teststrecken ihre Funktionalität beweisen können. Die Kombination von Erdgas- und Elektromotor lohnt sich, das hat das Projekt gezeigt. Ein Mittelklassefahrzeug mit Erdgas-Hybridantrieb würde zwar in der Anschaffung 10 bis 20 Prozent mehr kosten als ein Benzinfahrzeug. Über seine gesamte Lebensdauer gerechnet, wäre es aufgrund des tiefen Verbrauchs und des kostengünstigen Treibstoffs jedoch nicht teurer, würde dafür aber bis zu 40 Prozent weniger CO<sub>2</sub> ausstossen. Wenn zum fossilen Erdgas noch Biogas beigemischt wird, vergrössert sich die CO<sub>2</sub>-Einsparung noch weiter. «Diese Zahlen sind vor allem für

Firmen spannend, die ganze Flotten betreiben», sagt Soltic. Mit den neuen Abgasgrenzwerten wird der Druck, CO<sub>2</sub> einzusparen, auf Firmen ab 2015 weiter steigen. Und: Die EU hat für 2020 beschlossen, den erlaubten CO<sub>2</sub>-Ausstoss noch einmal um fast 30% zu senken. «Ein aktuelles Mittelklassefahrzeug mit Erdgasmotor würde diesen Anforderungen nicht mehr genügen», so Soltic. Ob und wann es Erdgas-Hybride tatsächlich zu kaufen gibt, hängt jedoch von den Strategien der Automobilindustrie ab. «Sicher können wir es nicht sagen. Wegen der künftig immer strenger werdenden CO<sub>2</sub>-Vorschriften gehe ich allerdings davon aus, dass solche Hybridkonzepte ab 2020 Verbreitung finden.»

#### Grünes Gas aus überschüssigem Strom

Besonders umweltschonend wäre ein Erdgas-Hybrid, wenn er mit erneuerbarer Energie laufen würde. «In Zukunft werden in der Schweiz erneuerbare Energien wie Solarenergie massiv ausgebaut», sagt Empa-Forscher Soltic. Es werde Phasen geben, beispielsweise im Sommer, in denen viel zu viel Strom produziert werde, der nicht (oder nur ungenügend) gespeichert werden könne. Die Antwort darauf: das Konzept «Power-to-Gas». Mit grünem, überschüssigem Strom kann man Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff spalten und in einem weiteren Schritt mit CO<sub>2</sub> zu Methan umwandeln. Dieses lässt sich dann einfach im Gasnetz oder in Flaschen speichern. Mit dem umweltfreundlich gewonnenen Gas könnte man Fahrzeuge wie den CLEVER betreiben.

Die Empa arbeitet zurzeit an einer Demonstrationsplattform namens «Future Mobility», das dieses neue Verfahren nutzt und im Alltagsbetrieb testet. //



# Der angebissene Diamant

## Auf Enzyme bauen

**Empa-Forscher wollen Baustoffzusätze aus nachwachsenden Rohstoffen herstellen. Künftig sollen (Abfall-)Stoffe, die durch Enzyme «veredelt» wurden, die Aufgabe übernehmen. Auch Textilien und Reinigungsmittel könnten dank neuer biotechnologischer Verfahren in Zukunft ressourcenschonender und umweltfreundlicher werden.**

TEXT: Antonia Fischer / GRAFIK: Empa

**S**elbst wenn Erdöl nicht nach einer Havarie in grossen Mengen ins Meer läuft, ist das schwarze Gold weder umweltfreundlich noch nachhaltig: Gewinnung, Transport und Verarbeitung belasten Luft und Wasser. Trotzdem dient es unter anderem als Grundlage zur Herstellung von Waschmitteln, synthetischen Textilien, Farben, Folien und anderen Alltagsmaterialien. Auch die Bauindustrie setzt Erdöl-basierte Substanzen ein. Betonverflüssiger werden zum Beispiel häufig auf Rohöl-Basis hergestellt. Ohne solche Verflüssiger wäre der Beton zäh, man müsste ihn mit sehr viel mehr Wasser anmischen. Dies kann Nachteile hinsichtlich der Festigkeit haben. Mit Hilfe der Zusatzstoffe kann Wasser gespart und dessen Verarbeitbarkeit erleichtert werden.

«Die Bauindustrie möchte allerdings Lösungen, die auf billigen nachwachsenden Rohstoffen aufbauen», sagt Michael Richter, ein Experte für Biokatalyse in der Abteilung «Biomaterials» der Empa. Richters Team arbeitet an einem Projekt, dank dem nachwachsende Rohstoffe durch Enzyme verändert und mit bestimmten Eigenschaften versehen werden können. Im Fachjargon nennt man dies «Funktionalisierung». Lignin, ein Abfallstoff aus der Papierherstellung, ist ein mögliches Basismaterial, und im Rahmen eines KTI-Projekts sollen enzymatische Prozesse entwickelt werden, dieses gezielt zu verändern.

Ziel ist es, effektive Betonadditive herzustellen und so Betonzusätze auf Erdöl-Basis zu ersetzen. Für die Betonherstellung würde

**W**as aussieht wie ein Marskrater ist in Wahrheit ein zerstörter Diamant, aufgenommen mit einem Elektronenmikroskop. Dieses fehlgeschlagene Experiment schaffte es auf die Titelseite der Fachzeitschrift «AIP, Review of Scientific Instruments» – eine Auszeichnung für die Forscher.

Der wertvolle Edelstein wurde Opfer eines Härte-tests in einem so genannten Nano-Indenter. Diese Maschine drückt eine Spitze aus Diamant in ein hartes Material, um die Eindringtiefe und damit den Härtegrad zu messen. Bis 400 Grad Celsius kann man das problemlos an der Luft machen – der Diamant wird nicht oxidieren, also quasi verbrennen. Im Hochvakuum (ein Milliardstel des normalen Luftdrucks) übersteht er sogar bis zu 700 Grad. Doch Vorsicht! Nun hält das härteste Material der Welt nicht mehr jedem Gegner stand.

Der Diamant mit dem Frontalschaden verlor seine schöne Form im Kontakt mit einer ordinären Stahlprobe bei 500 °C. Der Kohlenstoffkristall – nichts anderes ist ja ein Diamant – hatte mit dem Stahl chemisch reagiert und Eisencarbid ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) gebildet. Die viel weichere Stahlprobe hat sich förmlich ein Stück des Diamanten abgebissen und es verschluckt.

Jeff Wheeler und Johann Michler, beide Empa-Forscher in Thun, fanden heraus, was bei diesem Härte-test schief gegangen war. Die Fehleranalyse veröffentlichten sie im Fachblatt «AIP, Review of Scientific Instruments» – wo sie prompt als Titelstory ausgewählt wurde. Wheeler und Michler raten ihren Kolleginnen und Kollegen, mechanische Hochtemperaturtests lieber nur mit ausgewählten Kombinationen von Materialien zu machen, die sich auch vertragen. So liebt Stahl nur Gegenkörper aus Wolframcarbid. Dieser Stoff ist hart, aber preisgünstig, er steckt in der Spitze vieler Schlagbohrmaschinen und lässt sich durch fast nichts chemisch aus der Fassung bringen. Bei einer anderen Kombination bleibt nach dem ersten heissen Kuss nicht mehr viel übrig – nur bei der richtigen Wahl bleibt ein Diamant erhalten, der als Schmuckstück unvergänglich bleiben darf. //

*J.M. Wheeler and J. Michler (2013) Indenter materials for high temperature nanoindentation, Rev. Sci. Instrum. 84, 10130*



Link zum Artikel

<http://scitation.aip.org/content/aip/journal/rsi/84/10>

dann unter anderem einfach Zement, Kies, Sand und Wasser sowie eine relativ geringe Menge des funktionalisierten Lignins hinzugefügt. Die Mischung sollte dadurch mit wenig Wasser fast so flüssig wie Honig werden und gut zu verarbeiten sein.

### Mit Hilfe von Pilzen zu gutem Beton

Enzyme sind normalerweise biologische Katalysatoren in Stoffwechsellvorgängen. Sie katalysieren in allen Lebewesen Reaktionen unter physiologischen Bedingungen. Die Enzyme, die zur Veränderung des Lignins verwendet werden, kommen natürlicherweise in Bakterien und Pilzen vor. Sie spielen im letzteren Fall in der Natur eine wichtige Rolle beim Auf- und Abbau des Holzes, welches zu einem Grossteil aus Lignin besteht. «Die Empa hat viel Erfahrung mit Holz und holzabbauenden Enzymen», sagt Richter. Deshalb sind neben der Abteilung «Biomaterials» die Abteilungen «Applied Wood Materials» sowie die Abteilung «Funktionspolymere» mit in das Projekt involviert. Das praktische Wissen im Bereich Baustoffzusätze liefert der Projektpartner, die Sika Technology AG, eine Firma, die bauchemische Produkte herstellt.

Das Verfahren zur Herstellung von Betonzusatzmitteln, das die Empa entwickelt, ist Teil einer grösseren Allianz zur Funktionalisierung von Polymeren, die vor einem Jahr von vier Forschungsinstituten und fünf Industrieunternehmen gestartet wurde und von der evocatal GmbH (D) koordiniert wird (BMBF Allianz «Funktionalisierung von Polymeren»).

### Enzyme sind Alleskönner

Funktionalisierte Materialien sollen auch in der Textilindustrie und für die Entwicklung von Reinigungsmitteln Verwendung finden. Ziel ist in allen Fällen der Zugang zu neuen, Ressourcen schonenden Prozessen: Waschmittel sollen durch Enzymzusatz bei tieferen Temperaturen wirken und biologisch abbaubar sein. Textilien sollen durch Enzyme besser modifiziert und länger getragen werden können.

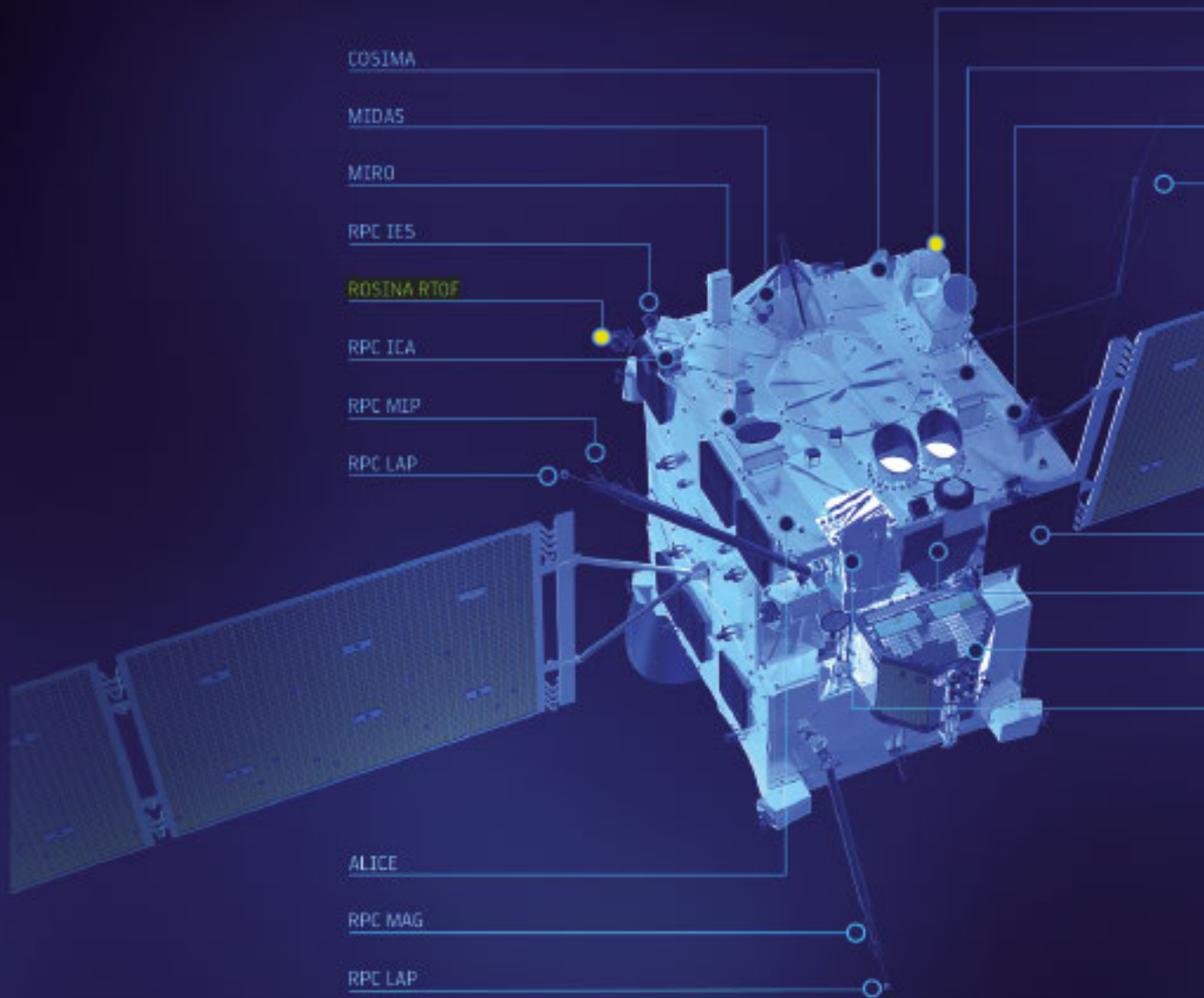
Die enzymatische Funktionalisierung von Polymeren ist noch Neuland im Vergleich zu anderen Einsatzfeldern von Enzymen, etwa der Lebensmittel- oder Pharmaindustrie. «In dem Ausmass, wie die Empa und ihre Projektpartner es nun angehen, haben sich noch wenige daran versucht» so Richter. «Wir verfolgen teilweise völlig neue Herangehensweisen mit einem enormen wirtschaftlichen – und ökologischen – Potenzial.»

Die Gruppe Biokatalyse der Empa befasst sich – neben dem Polymerprojekt – mit Biosensoren auf der Basis von immobilisierten Proteinen sowie mit neuartigen sensorischen Wundaufgaben zum Monitoring von Wundheilungsprozessen. «Enzyme eignen sich für vielfältige innovative Lösungen», sagt Richter. «Der Mehrwert entsteht bei uns durch das Zusammentreffen von Materialien und Biologie.» //



# Die Empa im Weltraum

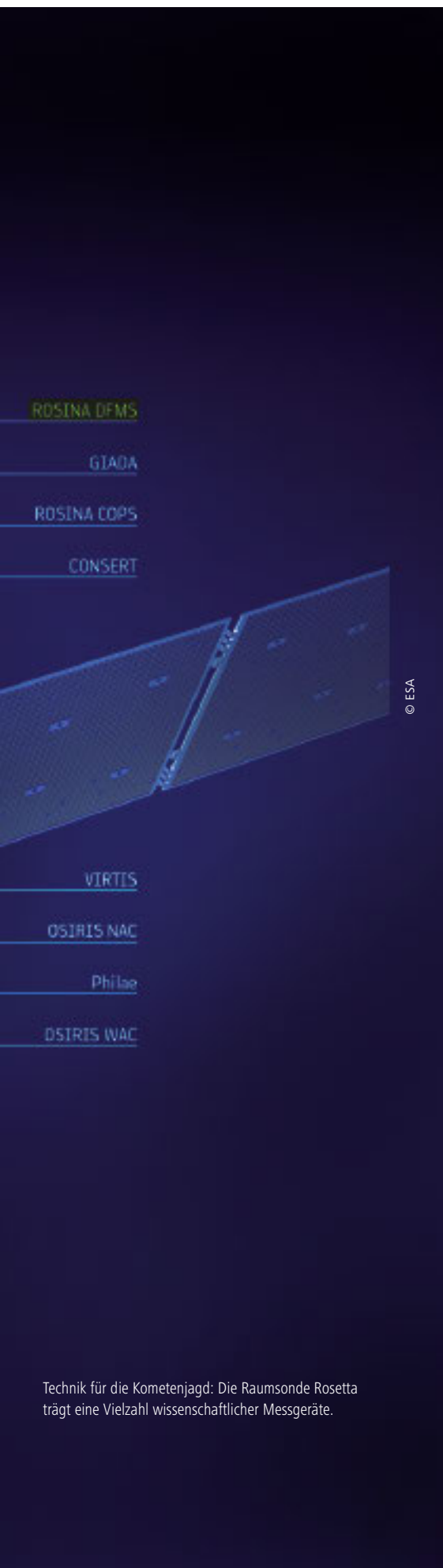
Seit zehn Jahren befindet sich die Weltraumsonde Rosetta auf dem Weg zu ihrem Ziel: dem Kometen 67/Churyumov-Gerasimenko. Mit an Bord sind hochkomplexe Metall-Keramik-Sensoren der Empa, integriert in zwei Massenspektrometer (ROSINA RTOF und ROSINA DFMS). Sie machen sich zurzeit für ihren Einsatz bereit, Ionen und Gasteilchen in der Atmosphäre des Kometen zu analysieren. Denn bald ist es so weit: Im Mai findet das kritische Anflugmanöver statt, bei dem die Sonde auf die Umlaufbahn des Kometen einschwenkt. Ist das geschafft, wird sie ihm die nächsten zwei Jahre folgen und Messdaten sammeln, die nicht nur Infos über die Beschaffenheit von Kometen liefern, sondern etwas über den Ursprung des Lebens auf unserem Planeten erzählen könnten. Mehr zu Rosettas abenteuerlicher Reise in der Herbst-Ausgabe der EmpaNews.



*Animation*

Die zehnjährige Reise der Sonde Rosetta  
durchs Sonnensystem.

[http://sci.esa.int/rosetta/52838-twelve-year-journey-in-space/durchs\\_Sonnensystem](http://sci.esa.int/rosetta/52838-twelve-year-journey-in-space/durchs_Sonnensystem)



Technik für die Kometenjagd: Die Raumsonde Rosetta trägt eine Vielzahl wissenschaftlicher Messgeräte.

## Quecksilber: Energiesparlampen im grünen Bereich

Die Empa hat untersucht, wie viel Quecksilber in Energiesparlampen enthalten ist und ob sich die Hersteller an die entsprechenden gesetzlichen Vorgaben halten. Getestet wurden insgesamt 75 handelsübliche Lampen. Alle genügten hinsichtlich Quecksilbergehalt den Vorgaben. Neu daran: Bis anhin wurde weltweit immer nur das gebundene Quecksilber in Energiesparlampen gemessen. Die Empa hat nun eine Methode entwickelt, mit der man auch das gasförmige – weitaus gesundheitsschädlichere – Quecksilber in Energiesparlampen erfassen kann. Dazu wird die Lampe in eine Lösung von Kaliumpermanganat getaucht und der Glaskörper mit einem Werkzeug geöffnet. Da im Glaskörper Unterdruck herrscht, schießt die Kaliumpermanganatlösung hinein und bindet das gesamte Quecksilber.

## Empa und NIMS geben Open-Access-Journal heraus

Im Januar 2014 haben die Empa und das japanische «National Institute for Materials Science» (NIMS) eine fünfjährige Vereinbarung zur Herausgabe des Open-Access-Journals «Science and Technology of Advanced Materials» (STAM) unterzeichnet. Als erste Massnahme eröffnet die Empa ein STAM-Redaktionsbüro in der Schweiz. Dieses fungiert als europäischer Hub der Zeitschrift.

Das STAM behandelt klassische Materialforschungsthemen und wird sich durch die Zusammenarbeit mit der Empa zunehmend mit neuen Themen wie medizinischen und biotechnischen Anwendungen beschäftigen. Beiträge aus Europa und den USA sollen das Renommee und die weltweite Reichweite des Journals weiter steigern. Das Journal ist über die Open-Access-Plattform des britischen «Institute of Physics Publishing» abrufbar.

## Umweltpreis für Hochleistungs-dämmputz



Der mineralische Dämmputz der Empa ist feuerfest

Die Empa und die Fixit AG haben den Umweltpreis Schweiz in der Kategorie «Innovation» gewonnen. Sie setzten sich in einem Wettbewerbsfeld von 75 Vorschlägen durch. In einem 4-jährigen Projekt haben Empa-Forscher und Fixit-Produktentwickler einen Hochleistungsdämmputz entwickelt und zur Marktreife gebracht. Mit der Entwicklung ist es erstmals möglich, auch historische Gebäude sowohl energetisch als auch materialkonform optimal zu isolieren und dabei ihr äusseres Erscheinungsbild beizubehalten. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde auf der Basis von nanoporösem Aerogelgranulat ein auf hydraulischem Kalk basiertes Putzsystem mit hervorragenden thermischen Eigenschaften entwickelt. Der Dämmputz wird seit Frühjahr 2013 auf dem Schweizer Markt vertrieben. Mittlerweile wurden über 5000 m<sup>2</sup> Wandfläche in 35 verschiedenen Gebäuden mit dem neuen Produkt gedämmt.

# Swiss NanoConvention 2014

21.–22. Mai 2014  
Brugg Windisch

[www.swissnanoconvention.ch/2014](http://www.swissnanoconvention.ch/2014)



## Partner



## Veranstaltungen

28. April 2014

**Chronische Wundbehandlung  
heute und morgen**

Zielpublikum: Wissenschaft, Industrie, Kliniken  
[www.empa.ch/tbwund](http://www.empa.ch/tbwund)  
Empa, St. Gallen

5. – 6. Mai 2014

**C-A-S-H Workshop (Calcium Silicate Hydrates  
Containing Aluminium)**

Zielpublikum: Industrie und Wissenschaft  
[www.empa.ch/cash](http://www.empa.ch/cash)  
Empa, Dübendorf

8. Mai 2014

**Neue Trends in der Flammforschung**

Zielpublikum: Industrie und COST-Mitglieder  
[www.empa.ch/flamat\\_deu](http://www.empa.ch/flamat_deu)  
Empa, Dübendorf

22. Mai 2014

**Empa-FSRM-Kurs:  
Die Welt der Stähle**

Zielpublikum: Industrie und Wirtschaft  
[www.empa.ch/staehle](http://www.empa.ch/staehle)  
Empa, Dübendorf

Details und weitere Veranstaltungen unter  
[www.empa-akademie.ch](http://www.empa-akademie.ch)

Ihr Zugang zur Empa:



[portal@empa.ch](mailto:portal@empa.ch)  
Telefon +41 58 765 44 44  
[www.empa.ch/portal](http://www.empa.ch/portal)

