

Empa **News**

Magazin für Forschung, Innovation und Technologietransfer
Jahrgang 10 / Nummer 35 / Januar 2012



Intelligent bauen

EMPA 
Materials Science & Technology

Pilzgeige schlägt
Stradivari 04

Was geschieht im
Forschungshaus NEST? 14

Goldfasern aus dem
Dampfstrahler 22

Forschung, die den Menschen nützt

Typisch Empa – das machen wir seit mehr als 120 Jahren. Auf eine Krawatte aus 24-karätigem Gold hat dagegen kaum jemand gewartet. Trotzdem ist (gerade) auch das güldene Luxus-Accessoire für den gut situierten Herrn (leihweise auch für den Schreibenden) ein gutes Beispiel für Technologietransfer «à la Empa». Dabei geht es nämlich keineswegs nur um nutzlosen Halsschmuck – sondern um die an der Empa entwickelte Plasmatechnologie, die die hauchdünne Beschichtung von textilen Fasern erst ermöglicht. Etwa zur Herstellung antibakterieller Medizinaltextilien für den OP. Und für elektrisch leitende Fasern. Und und



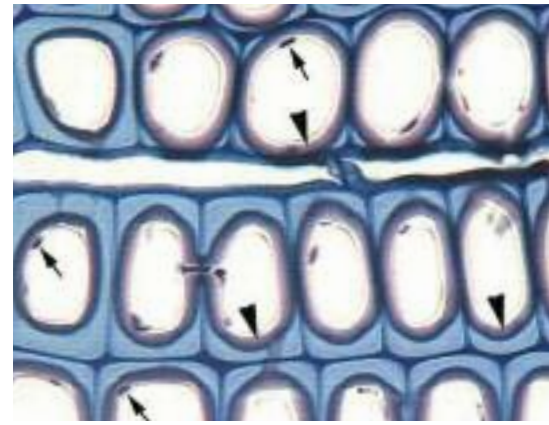
und... . So gesehen ist die Goldkrawatte ein «Abfallprodukt». Mit einem Stückpreis von 7500 Franken allerdings ein recht teures.

Auch das mit 4x2 Nanometer wohl kleinste Elektroauto der Welt ist auf den ersten Blick eine blosse Spielerei – molekulares Lego sozusagen. Nützliche Innovationen sehen anders aus, mögen Sie denken. Doch gemacht! Es sind Experimente wie diese, die Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen ein grundlegendes Verständnis über das Verhalten von Materialien und Oberflächen vermitteln. Und genau dieses ist notwendig, wollen sie neue Materialien mit verbesserten Eigenschaften entwickeln, beispielsweise optimierte Membranen für Batterien oder effizientere Beschichtungen für Solarzellen. Anders gesagt: Grundlagennahe Forschung wie diese ist der Motor für Innovationen, gewissermassen der Humus, auf dem innovative Technologien überhaupt erst gedeihen können.

Handfester geht es im aktuellen Fokus zu, in dem wir mit Ihnen einen Blick in das Bauen von morgen wagen. Dabei setzen wir uns ambitionöse Ziele: Mit NEST, unserem visionären «Gebäude-Labor», wollen wir nichts weniger als die Zukunft erfinden. Zumindest diejenige, in der wir leben wollen.

Viel Vergnügen beim Lesen.

Michael Hagmann
Leiter Kommunikation

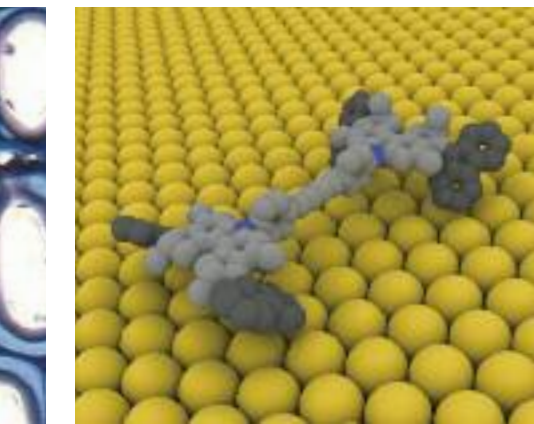


Bio-Tuning für guten Klang
Ein Pilz verleiht neuen Geigen
Stradivaris Zauber 04



Titelbild

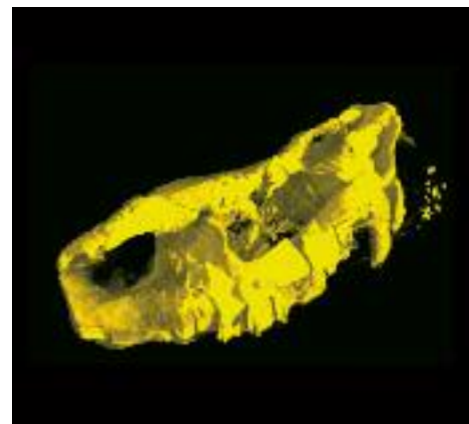
Gebäude stehen für lange Zeit – daher sind sie für Kurzzeit-Experimente kaum geeignet. Die Empa will mit dem Forschungshaus «NEST» genau dieses Problem lösen: Das NEST besteht aus einem Stahlbeton-Rückgrat, auf dessen Plattformen neuartige Wohn- und Büromodule installiert werden. So können sich experimentelle Gebäudekonzepte im Alltag bewähren.



Kleinstes Auto der Welt
Ein Molekül mit Allradantrieb
auf Probefahrt 07



Sensoren auf der Ziegelwand
Altbausanierung im beinharten
Laborversuch 18



CT-Scans für die Industrie
Das rätselhafte Innenleben
der Dinge 22

Impressum

Herausgeberin

Empa
 Überlandstrasse 129
 CH-8600 Dübendorf
 www.empa.ch

Redaktion & Gestaltung

Abteilung Kommunikation

Kontakt

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

Erscheint viermal jährlich



ISSN 1661-173X

- Forschung und Entwicklung

04 Meisterinstrumente aus dem Pilzlabor
 Bio-Tuning verleiht neuen Geigen echten Stradivari-Klang
- 07 Das kleinste Elektromobil der Welt**
 Allradgetriebene Probefahrt im Rastertunnelmikroskop
- 08 Muskeln aus Plastik**
 Serienproduktion ersetzt handgefertigte Prototypen
- Fokus: Intelligent bauen**
- 10 Experimente am Bau? NEST machts möglich!**
 Die modulare Bau-Forschungsplattform der Empa startet 2012
- 14 Was geschieht im NEST?**
 Bautechnik des 21. Jahrhunderts – in fünf Visionen erklärt
- 16 Die Sommersonne im Beton**
 Saisonale Wärmespeicher mitten in der Wand
- 17 Und nun zur Betonvorhersage**
 Die Empa berechnet Materialeigenschaften am Computer voraus
- 18 Gut gedämmt ist halb gespart**
 Altbausanierung mit Hightech-Material im Laborversuch
- 20 Ein Glas für alle Fälle**
 Elektrisch schaltbare Fenster – eine Vision für die nahe Zukunft
- Wissens- und Technologietransfer

21 Gold aus dem Dampfstrahler
 Die Empa produziert Fäden für die Haute-Couture
- 24 Da gehts lang**
 Das Technologiezentrum glaTec brütet Jungunternehmer aus
- Wissenschaft im Dialog

26 Der Blick ins Innere
 Computertomographie an der Empa

Meisterinstrumente aus dem Pilzlabor

Geigen aus pilzbehandeltem Holz brauchen den Vergleich mit einer Stradivari nicht zu scheuen, wie ein Blindtest vor Fachpublikum ergab. Allerdings gibt es die Klangwunder erst als Einzelstücke. Damit die Biotech-Geigen künftig in grösserer Anzahl hergestellt werden können, arbeiten die ForscherInnen derzeit daran, die Prozesse der Pilzbehandlung zu optimieren und zu standardisieren. In der Walter Fischli-Stiftung haben sie hierfür einen grosszügigen, neuen Geldgeber gefunden.

TEXT: Martina Peter / BILDER: Christian Grund (13 Photo), Empa, zVg



1
Francis Schwarze prüft den Klang einer Geige in seinem Pilzlabor.

2
Projektleiterin Iris Brémaud begutachtet Holzrohlinge in der Klimakammer und kontrolliert die Aktivität des biologischen Geigenbau-Helfers.

Welches Nachwuchstalent träumt nicht davon, einst auf einer Stradivari zu spielen, dem Non-plusultra der Geigenbaukunst? Doch leider sind diese Instrumente rar – und für die meisten unerschwinglich. «Nachbauten» von ähnlicher Klangqualität tun also gut. Der Empa-Forscher Francis Schwarze hat sie zusammen mit einem Schweizer Geigenbauer erschaffen – und mit Hilfe des Fäulnispilzes *Physisporinus vitreus*, der ganz bestimmte Strukturen im Holz abbaut und dessen Klangeigenschaften dadurch erheblich verbessert.

Nach langem Experimentieren hatte er diesen gefunden. Durch gezielten Einsatz verleiht der Pilz dem Nadelholz ähnliche Materialqualitäten wie Klangholz aus Bäumen, die während des «Maunder-Minimums» im späten 17. und frühen 18. Jahrhundert wuchsen. Das damalige Klima – längere, strengere Winter und kühlere Sommer – führte zu einer langsameren und

gleichmässigeren Holzbildung, schmalen Jahrringen und geringer Dichte. Aus dem biotechnologisch behandelten Holz liess Schwarze einzelne «Pilzgeigen» fertigen, die dann auch deutlich besser klangen als «normale» zeitgenössische Instrumente. Selbst ihr Vorbild überflügelten sie: An einer Tagung 2009 traten zwei «Pilzgeigen» in einem Blindtest gegen eine Stradivari an. Ihr Klang gefiel der Fachjury und dem Tagungspublikum besser als das Instrument des italienischen Meisters aus Cremona.

Grosszügige finanzielle Unterstützung durch die Walter Fischli-Stiftung

Damit aus mit Pilzen behandeltem Klangholz dereinst Geigen in genügend grosser Stückzahl gebaut werden können, will Francis Schwarze ein standardisiertes Biotech-Verfahren entwickeln. Für die Fortsetzung seines Pilzgeigenprojekts hat er in Walter Fischli, dem Mitgründer der Biotech-Firma Actelion, einen grosszügigen



Video:
Stradivari-Klang dank Pilzbefall

http://tv.empa.ch/empa_tv_stradivaritest_20090910.m4v
Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
(etwa mit der App «Scanlife»)



neuen Geldgeber gefunden. Genauer gesagt in dessen Stiftung. Fischli, ein begeisterter Hobby-Geiger, will Schwarze finanziell unterstützen, weil das Projekt zwei seiner «Leidenschaften» verbindet – die Wissenschaft und die Musik (siehe Interview nächste Seite). In dem Anfang September gestarteten und auf drei Jahre angelegten interdisziplinären Folgeprojekt geht es nun darum, ein definiertes und kontrolliertes Holzbehandlungsverfahren zu entwickeln.

Geleitet wird das Projekt von der Französin Iris Brémaud: Sie ist nicht nur Spezialistin auf dem Gebiet der Klangholzeigenschaften, sie spielt vielmehr selber leidenschaftlich gerne klassische Gitarre und hat in einem englischen Musikinstrumentenatelier gelernt Lauten zu bauen. Ihre Passion zu Holzinstrumenten führte sie sogar bis nach Asien. «Die Klangfülle der dortigen Musik ist komplett anders als in Europa», sagt sie. «Das kommt auch daher,

dass in Asien für den Bau traditioneller Instrumente Laubholz verwendet wird, in Europa dagegen lieber Nadelhölzer». In den nächsten Jahren wird sie sich vertieft mit Fichten- und Ahornholz beschäftigen. Für sie ist klar: Die Arbeiten mit dem Fäulnispilz sind sehr aufschlussreich, um besser verstehen zu können, welche Holzstrukturen die Klangeigenschaften prägen.

Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Brémauds und Schwarzes Projektpartner ist der Geigenbauer Michael Baumgartner, der in seinem Basler Atelier in dritter Generation Streichinstrumente baut; bis er allerdings das erste pilzbehandelte Holz erhält, müssen noch zahlreiche Tests an unbehandeltem und behandeltem Holz durchgeführt werden. Zu Brémauds Aufgaben gehört es, in der ersten Phase herauszufinden, welche Holzproben mit welchen von ihr sorgfältig festgehaltenen Eigenschaften dem Geigenbauer zur Weiterverwendung geeignet scheinen.

Für ihre Untersuchungen kann Iris Brémaud auf die interdisziplinäre Unterstützung zahlreicher KollegInnen an der Empa zählen. Ultraschallexperte Jürg Neuenchwander untersucht beispielsweise mit einer erst kürzlich im Rahmen einer Dissertation entwickelten Methode mit luftgekoppeltem Ultraschall die Schallgeschwindigkeit, Schallschwächung und Dichte des Klangholzes. Die Methode, mit der sich eigentlich schlecht geleimte Stellen in Lamellen aufspüren lassen, könnte dazu dienen nachzuweisen, in welchen Bereichen der Fäulnispilz aktiv war und wo nicht. Auch Erwin Hack, Experte für optische Messverfahren, ist mit von der Partie: Mit einem Laser, dem Speckle-Interferometer, misst er, wie sich die Klangholzoberfläche während des Schwingens im Tausendstel-Millimeter-Bereich verformt. So kann er abbilden, wie verschiedene Klanghölzer und auch ganze Instrumente akustisch abstrahlen. //

Wissenschaft und Geigenbau – ideal verbunden

Ein Mäzen erklärt sein Projekt

Die Empa setzt ihr Projekt der «Pilzgeige» fort. Ihr Ziel ist, ein Standardverfahren zu entwickeln, um Klangholz mit Pilzen zu behandeln. In der Walter Fischli-Stiftung haben die ForscherInnen einen grosszügigen Geldgeber gefunden.

Ein Biochemiker bzw. Biotech-Unternehmer wie Sie und ein Forschungsprojekt über Klangholz für Geigen – nicht gerade eine nahe liegende Kombination. Wie kam es dazu, dass Ihre Stiftung das Empa-Projekt finanziell unterstützt?

Walter Fischli: Via Medien hörte ich von dem aufregenden Pilzgeigenprojekt. Weil ich Biochemiker bin, selbst Geige spiele und ein spezielles Interesse an den grossen italienischen Instrumenten habe, rief ich aus purem Interesse Francis Schwarze an. Gleich im ersten Gespräch erfuhr ich, dass das Projekt aus finanziellen Gründen nicht weitergeführt werden könne, obwohl die Ergebnisse doch so viel versprechend waren. Meiner Meinung nach wäre es unverzeihlich gewesen, dieses interessante Projekt, das Wissenschaft und Geigenbau so ideal verbindet, auslaufen zu lassen. Deshalb habe ich mich entschlossen, das Projekt zu unterstützen.

Was fasziniert Sie so an diesem Projekt?

Dieses Projekt verbindet zwei meiner «Leidenschaften»: die Wissenschaft und die Musik. Ich finde es ausserordentlich spannend, dem Geheimnis auf die Spur zu kommen, warum es Geigenbauern wie Stradivari und Guarneri um 1700 gelungen ist, derartig fantastische Instrumente herzustellen. Sicher, ihr Handwerk ist einer der ausschlaggebenden Faktoren, doch offenbar spielte auch das Holz, das ihnen zur Verfügung stand, eine grosse Rolle. Diese materialtechnischen Gegebenheiten mit einem wissenschaftlichen Ansatz zu ergründen, finde ich enorm interessant. Die Ergebnisse können uns Aufschlüsse über die Ursprünge der so überragenden tonalen Eigenschaften grosser antiker Instrumente geben.

Welche Ziele verfolgen Sie mit Ihrer Stiftung?

Wir unterstützen junge Talente – sowohl Musiker als auch Wissenschaftler, denen die finanziellen Mittel fehlen. Es geht dabei beispielsweise um hoch talentierte junge Studenten, die an den Meisterklassen von berühmten Künstlern wie Cecilia Bartoli im Rahmen des Menuhin Festival Gstaad teilnehmen dürfen. Unsere Stiftung unterstützt aber auch junge Talente aus der Wissenschaft, die besonders innovative Projektideen verfolgen. Hier wollen wir in der Evaluation eng mit anderen Institutionen zusammen arbeiten, die für uns mögliche Kandidaten «vorfiltrieren».

Was versprechen Sie sich persönlich von dem Geigenprojekt?

Mein Ziel ist es, begabten jungen Geigerinnen und Geigern zu einem Instrument zu verhelfen, das nicht nur erschwinglich ist, sondern vom Klang her einer Meistervioline nahe kommt. Ich bin auch ausserhalb der Stiftung bereit, bei der Finanzierung mitzumachen, falls eine kleine Firma das Biotech-Verfahren dann schliesslich kommerzialisieren möchte. Die Stiftung selber verfolgt keine kommerziellen Interessen und ist gemeinnütziger Natur. //



Walter Fischli

Der Biochemiker ist Mitgründer von Actelion, einem biopharmazeutischen Schweizer Unternehmen mit Niederlassungen in mehr als 25 Ländern. Die Firma erforscht und entwickelt Medikamente für bisher unzureichend behandelbare Krankheiten. Seit einigen Jahren konzentriert sich Fischli auf die Förderung wissenschaftlicher Beziehungen zwischen Actelion und Forschungsinstitutionen. Mit seiner Stiftung fördert er junge Talente in Musik und Wissenschaft.

Das kleinste Elektromobil der Welt

Empa-Forscher haben ein emissionsfreies, geräuschloses Allradfahrzeug mit Elektroantrieb entwickelt. Darin Platz zu nehmen dürfte sich jedoch als schwierig erweisen, das Auto ist gerade mal 4 x 2 Nanometer klein – ein entscheidender Schritt in die Zukunft molekularer Transportsysteme.

TEXT: Michael Hagmann / BILD: Empa



Ein Auto – bestehend aus einem einzigen Molekül. Das haben Empa-Forscher zusammen mit Kollegen der Universität Groningen entwickelt. Mit Hilfe eines der Natur abgeschauten Prinzips fährt es nahezu geradlinig über eine Kupferoberfläche; In Zellen gleiten

so genannte Motorproteine an anderen Proteinen entlang, ähnlich wie ein Zug auf Schienen, und verbrennen dabei Adenosin-triphosphat (ATP). Das Nano-Auto – rund eine Milliarde Mal kleiner als ein VW Golf – ist ein synthetisches Molekül aus vier Motoreinheiten, das jedoch weder Treibstoff verbrennt noch Schienen benötigt, um sich fortzubewegen. Die «Räder» werden elektrisch angetrieben.

Über die Spitze eines Rastertunnelmikroskops (STM, engl. für Scanning Tunneling Microscope) wird das Auto mit Strom betankt. Dazu ist eine Spannung von mindestens 500 Millivolt nötig. Nun «tunneln» Elektronen durch das Molekül und lösen Strukturveränderungen in den Motoreinheiten aus. Dadurch macht jedes Rad eine halbe Umdrehung. Drehen sich die vier Räder simultan, bewegt sich das Auto (zumindest theoretisch) in einer geraden Linie vorwärts.

Die Schwierigkeit hierbei ist, alle vier Motoreinheiten gleichzeitig anzuregen. Nach zehn STM-Anregungen hat das Auto gut sechs Nanometer zurückgelegt. Nach jeder halben Umdrehung der Räder muss das Auto jeweils neu betankt werden.

Ein weiteres Experiment beweist, dass das Molekül tatsächlich so funktioniert wie vorausgesagt. Die Mittelachse besteht aus einer C-C-Einfachbindung, um die die vordere und die hintere Hälfte des Autos frei rotieren können. So kann das Molekül «falsch herum» auf der Kupferoberfläche landen. Dann drehen sich die hinteren Räder zwar nach vorne, die vorderen aber nach hinten. Das Auto bleibt stehen. Landet es in der richtigen Orientierung, drehen alle Räder in die gleiche Richtung, das Auto bewegt sich. Da alle vier Motoreinheiten gleichzeitig angeregt werden können, hat das Auto einen «Allradantrieb» - - allerdings keinen Rückwärtsgang, denn die Räder drehen sich nur in eine Richtung.

Die Forscher der Universität Groningen und der Empa haben mit dem Nano-Auto einen «proof-of-concept» erbracht, dass einzelne Moleküle externe elektrische Energie aufnehmen und in eine gezielte Bewegung umwandeln können. Damit ist ihnen ein entscheidender Schritt bei der Entwicklung molekularer Transportmaschinen gelungen, die auf der Nanoskala in Zukunft bestimmte Arbeiten verrichten sollen. //

Muskeln aus Plastik



1
Gabor Kovacs lässt eine seiner künstlichen Muskeln spielen: 2500 einzelne Polymerschichten enthält dieser Stack, der ein Bund Bananen heben kann.

2
Dieser Prototyp eines Pneumatikventils wird durch künstliche Muskeln gesteuert und bewährt sich seit einigen Jahren im Industrieinsatz.



Künstliche Muskeln sind Elektromotoren in vielen Bereichen überlegen – etwa in der Robotik oder bei motorisierten Prothesen. Bis zur grossen «Ablösung» dürfte es allerdings noch etwas dauern; nach wie vor sind von Hand gefertigte Prototypen die Regel. Doch Empa-Forscher Gabor Kovacs erkundet bereits die Serienproduktion.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Empa

Mit diesem System hätten wir das Armdrücken sicher gewonnen», sagt Gabor Kovacs von der Empa-Abteilung «Mechanical Systems Engineering» und lächelt schief. Er denkt nicht allzu gerne an jenen Wettbewerb zurück: 2005 traten drei internationale Teams an, um auf spektakuläre Art zu zeigen, was künstliche Muskeln leisten können. Jedes Team hatte einen Roboterarm entworfen. Doch künstliche Muskeln waren damals noch ein junges Forschungsgebiet. So unterlagen alle drei Roboterarme ihrem menschlichen Gegner – einer 17-jährigen Schülerin.

Seitdem hat sich viel getan: Die künstlichen Muskeln – so genannte elektroaktive Polymere (EAP) – haben an Kraft und Zuverlässigkeit gewonnen. Kovacs hält Vorlesungen an der ETH Zürich und führt die nächste Generation von Ingenieurinnen und Ingenieuren an das Thema heran. Das Funktionsprinzip ist leicht zu verstehen: Zwischen zwei Kondensatorplatten aus dehnbarem, leitfähigem Material liegt eine 10 bis 100 Mikrometer dünne Polymer-schicht. Das Polymer muss elastisch, nicht komprimierbar und ein guter Isolator sein. Wird eine elektrische Spannung an die Kondensatorplatten angelegt, dann ziehen sich diese gegenseitig an – das elastische Polymer wird flachgequetscht. Ein künstlicher Muskel ist gewöhnlich in Form eines «Stacks» aufgebaut – eines Stapels aus dutzenden bis hin zu mehreren tausend einzelner Muskelschichten. So kommt auch sein Verhalten zu Stande: Bei angelegter Spannung verkürzt sich der Muskel und wird zugleich dicker – genau wie sein menschliches Vorbild.

Prototypen im Alltagseinsatz

Künstliche Muskeln bleiben über hunderte von Einsatzzyklen intakt, sie sind einfacher im Aufbau als Elektromotoren – und sie benötigen keine Übersetzungsmechanik, die die Drehung eines Elektromotors in eine Zug- oder Drückbewegung umwandeln muss. So wundert es nicht, dass bereits einige Prototypen im Alltagseinsatz erprobt werden. Vor Jahren hat Kovacs mit seinem Team ein pneumatisches Ventil aus künstlichen Muskeln gebaut, das in einem Industrieprototypen bis heute seinen Dienst versieht. Auch Anwendungen in der

Unterhaltungselektronik sind angedacht: So könnte mit künstlichen Muskeln ein «Force-Feedback-Touchscreen» entstehen, der die Tasteneingaben des Benutzers quittiert, indem die gedrückte «Taste» nachgibt und hinterher wieder zur Oberfläche zurückspringt.

Drei Produktionsmethoden

Doch vor den Erfolg haben die Götter den Fleiss gesetzt: Zwar gibt es hunderte von Ideen zur Verwendung von künstlichen Muskeln, aber nur wenige Unternehmen haben sich an eine Serienfertigung gewagt. Hier setzt die Empa an. Gabor Kovacs schlägt gleich drei mögliche Herstellungsmethoden vor, die nun an der Empa weiterentwickelt werden sollen:

- **Für grosse Produktionsvolumina** und Low-Cost-Anwendungen soll zum Stapeln der einzelnen Muskelschichten eine so genannte Stackmaschine entwickelt werden. Diese Maschine fabriziert die künstlichen Muskeln preisgünstig aus vorgefertigten Folien.
- **Für besonders komplexe, feine Strukturen** ist eine hochpräzise Fertigung nötig. Solche Bauteile sollen aus flüssigen Ausgangsmaterialien geplottet werden. Ein entsprechend exakter 3-D-Positionierungsroboter steht im Empa-Labor bereit; er kann Bauteile mit einem Mikrometer Genauigkeit produzieren.
- **Besonders leistungsfähige Aktuatoren**, die hocheffizient bei niedrigen Arbeitsspannungen funktionieren, sollen per Magnetron-Sputtering hergestellt werden. Dabei läuft der ganze Produktionsprozess unter Vakuum ab: Eine drehbare Trommel nimmt flüssiges Silikon auf, das im UV-Licht vernetzt wird. Im nächsten Arbeitsschritt wird eine nanometerdünne Silberschicht aufgesputtert, die als Elektrode dient. Bei der nächsten Umdrehung folgt die nächste Silikonschicht, dann wieder die nächste Silberschicht und so weiter.

Am weitesten gediehen ist die Plotter-Methode aus flüssigen Ausgangsmaterialien. An der Entwicklung des Elektrodenmaterials war die Empa-Abteilung «Funktionspolymere» massgeblich beteiligt. Aus der interdisziplinären Zusammenarbeit ist bereits eine Spin-Off-Firma entstanden: Das Jungunternehmen «Compliant Transducer Systems» (CT Systems), unter der Leitung von Kovacs, wurde im August 2011 gegründet und soll die geplotteten künstlichen Muskeln bald in Serie produzieren. Und eine weitere Spin-Off-Firma gibt es auch schon: Die Firma Optotune baut stufenlos fokussierbare Linsen mit Hilfe künstlicher Muskeln. Diese Linsen sind konventionellen Systemen hinsichtlich Grösse, Herstellungskosten, Robustheit und Energieverbrauch überlegen und daher für Smartphone-Hersteller höchst interessant. Mit simplen Armdrück-Wettbewerben wird sich Empa-Forscher Kovacs also nicht mehr lange abgeben müssen. //



Video:
**Armdrückroboter:
Künstliche Muskeln
im Härtestest**

http://tv.empa.ch/empa_tv_kunstmuskel_20050307.m4v
Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
(etwa mit der App «Scanlife»)





Experimente am Bau? NEST machts möglich!

Gebäude stehen für lange Zeit. Doch genau das behindert die Experimentierfreude am Bau. Die Empa sucht mit dem Forschungsprojekt «NEST» einen Ausweg aus diesem Dilemma: Im NEST ist nur das tragende Rückgrat von Dauer – alle Räume, samt ihrer Fassaden, sind austauschbar.

TEXT: Rainer Klose / GRAFIKEN: Gramazio & Kohler; Empa

Das NEST wird mitten auf dem Empa-Gelände in Dübendorf errichtet. Kurze Wege für Forschende, Gäste und schaulustige Besucher.

«Wozu brauchen wir eigentlich Fenster?», fragt Peter Richner. Die Frage ist nicht nur rhetorisch gemeint, denn aus Sicht des Baufachmanns bezahlen wir einen schönen Ausblick mit der grössten thermischen Schwachstelle in der ganzen Fassade: durchs Fenster geht Energie verloren. Richner, als Empa-Direktionsmitglied verantwortlich für das Departement «Bau- und Maschineningenieurwesen», hakt nach: «Warum lassen wir die Fenster nicht einfach weg? Wir könnten doch Häuser bauen mit Webcams aussen und Flachbildschirmen innen.» Ein solches Gebäude liesse sich perfekt isolieren, meint der Baufachmann. Dann schaut er aus seinem Bürofenster (das es im Moment noch gibt), betrachtet den trüben Hochnebel und setzt noch einen drauf: «Stellen Sie sich vor, das Wetter gefällt Ihnen nicht. Sie brauchen nur einen Knopf auf dem Flatscreen zu drücken und schon wird der Himmel blau. Wär das nicht viel schöner?»

Irgendwie hat Richner Recht – und irgendwie auch nicht. Wer möchte in solch einem Gebäude leben? Welcher Investor würde es wagen, so ein Haus zu bauen und es wieder abzureissen, nachdem die Bewohner kopfschüttelnd davon gelaufen sind? In der realen Bauwirtschaft hätte die Idee nicht den Hauch einer Chance.

Darwinismus im Hausbau

Und trotzdem könnten wir schon bald erfahren, wie sich Leben in einem «Flatscreen-Panorama-Loft» in der Realität anfühlt. Das Forschungsprojekt NEST solls möglich machen. Ein Stahlbetonkern mit einem zentralen Treppenhaus bildet das Rückgrat für das Haus-Labor. Aussen werden die Experimente eingehängt. Und dann treten visionäre und pragmatische Ideen, modernistische und traditionelle Wohnkonzepte live gegeneinander an: Ein fensterloses «Flatscreen-Loft» könnte sich Wand an Wand neben einem voll ökologischen Passivhaus-Modul befinden. Wände aus Hanffasern und Lehm, beleuchtet von Wachskerzen. Daneben steht vielleicht ein Hightech-Modul mit neuester Heizungs- und Lüftungselektronik. Alles gesteuert via iPhone.

Das geplante modulare Forschungshaus soll jedoch nicht nur schrille Ideen generieren, sondern schneller als anderswo möglich zu brauchbaren Zukunftskonzepten führen. Was gut ist, setzt sich durch – was weniger gut funktioniert, wird nach zwei Jahren durch ein anderes Modul ersetzt. Darwinismus im Hausbau.

Wie lebt es sich in der Wohnung von morgen?

Freilich hätte eine Kombination reiner Schaustück-Module noch wenig wissenschaftliche Aussagekraft. Darum sollen ins NEST Menschen einziehen und über ihre Erfahrungen berichten. Geplant ist eine gemischte Nutzung aus Grossraumbüros, Konferenzsälen- und Wohnungen: «Wir können uns alles vorstellen», sagt Richner, «vom Einzimmerappartement für den Doktoranden bis

>>

zur Dreizimmer-Maisonnetewohnung für die Gastprofessorin, die mit ihrer Familie für ein Forschungssemester kommt.» So haben die NEST-Bewohnenden die Chance zu erfahren, wie Häuser der Zukunft auf den Menschen wirken.

Gebaut werden soll NEST auf dem Empa-Gelände – in unmittelbarer Nähe zu den Forschern und Forscherinnen, von denen auf den folgenden Seiten einige Projekte vorgestellt werden. Bauforschung ist seit der Gründung der Empa eines ihrer Hauptgebiete. Doch bislang fehlte es an Möglichkeiten, visionäre Konzepte in einer Art Freiluftlabor in die Praxis umzusetzen. «Ein Gebäude muss von Anfang an funktionieren», erläutert Richner. «Das schränkt den experimentellen Freiraum beträchtlich ein.» Sehr gerne hätten seine Forschungsteams bereits 2005 beim Bau des Forum Chriesbach auf dem Empa-Eawag-Campus verschiedene Fassadenvarianten getestet. Doch das sei mit der Nutzung als Verwaltungsgebäude der Eawag nicht zu vereinbaren gewesen. «Nun ist das Gebäude zwar auf dem neuesten Stand der Technik. Es ist sehr gut – aber statisch», sagt Richner. Jedes Bauexperiment endet, sobald der Bau abgeschlossen ist.

Um weiter experimentieren zu können, schuf die Empa den autarken Container «Self», in dem Energie(selbst)versorgung und Dämmung ein bisher ungekanntes Niveau erreichten. Doch auch Self war irgendwann fertig. Aus dem Projekt zur Monte-Rosa-Hütte stieg die Forschungsanstalt sogar aus. «Eine Berghütte ist ein denkbar schlechter Platz für Experimente», sagt Richner. «Wenn etwas schief geht, braucht es einen Helikopter, um reparieren zu können.»

«Fehler sind erlaubt.»

NEST, inmitten des Empa-Geländes, soll dieses Problem lösen. Hier dürfen Fehler gemacht werden. Hier darf gewagt werden, was nirgendwo sonst möglich ist, denn die eingeschobenen Module werden nach zwei, drei Jahren ausgetauscht – so sind Bauversuche mit überschaubarem Risiko möglich. Das Versorgungsrückgrat aus Stahlbeton ist dagegen eine Langzeitinvestition in die Bauforschung: Es bleibt für Jahrzehnte nutzbar.

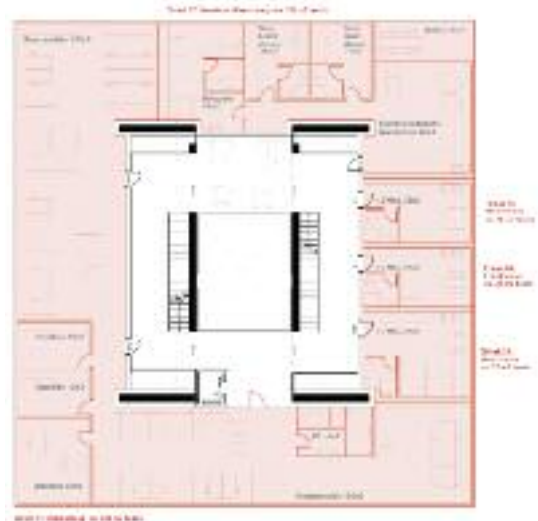
Für die verschiedenen Projektphasen möchte Departementsleiter Richner Wettbewerbe ausschreiben. Themen wie «Gebäudeautomation vs. passive Klimatisierung» wären möglich; verschiedene Varianten einer Altbausanierung könnten untersucht werden. Und da jedes Modul an einem eigenen Versorgungsstrang hängt, lassen sich Wärmeflüsse, Kältebedarf im Sommer, Strom-

und Wasserverbrauch aufzeichnen und exakt vergleichen. Richner ist zuversichtlich, dass sich auch internationale Forschungsprojekte gewinnen lassen: «So etwas wie NEST gibt es nirgends, das wird weltweit einzigartig sein.»

Das wohl ehrgeizigste Bauforschungsprojekt der Schweiz

Schliesslich dient NEST auch dem Wasserforschungsinstitut Eawag als Forschungslabor: Die Wasserver- und Entsorgung wird erprobt, neue Recyclingvarianten für so genanntes Grau- und Schwarzwasser können am realen Objekt und unter definierten Bedingungen getestet werden.

Noch existiert das wohl ehrgeizigste Bauforschungsprojekt der Schweiz nur auf dem Papier. Zurzeit laufen die Detailplanungen, um die Bauausschreibung für das Rückgrat vorzubereiten, die – wenn alles glatt läuft – Ende 2012 erfolgen soll. Gleichzeitig läuft die Suche nach Industriepartnern im In- und Ausland, die bei der ersten Versuchsbelegung des NEST mit an Bord sein wollen. Auch nach der ersten Versuchsphase wird NEST ständig sein Gesicht verändern und den «heissen» Fragen rund ums Wohnen und Arbeiten auf der Spur sein. In Seminaren und Konferenzreihen wird dieses Wissen dann der Bauwirtschaft vermittelt. //



1



2

1 Grundriss von NEST. Jede Plattform bietet mehr als 600 Quadratmeter Nutzfläche für Experimente. Treppenhaus, Lift und Versorgungsschächte sind im Inneren untergebracht.

2 NEST in verschiedenen Ausbaustufen. Die Forschungsmodule können unabhängig voneinander montiert und entfernt werden.

3 Sommeridylle in der Cafeteria von NEST.



3

Wir bauen zu verschwenderisch

TEXT: Peter Richner, Direktoriumsmitglied der Empa



Ob unsere Gesellschaft die von ihr gesetzten Nachhaltigkeitsziele erreichen kann, hängt in erster Linie davon ab, wie – und mit was – sie baut. Denn Bau, Betrieb und Erhalt des Bauwerks Schweiz verbrauchen mit Abstand am meisten Ressourcen: Rund die Hälfte unseres Energiebedarfs wird durch Gebäude verursacht, und jedes Jahr werden in der Schweiz an die zehn Tonnen Baumaterialien pro Person verbaut. Gleichzeitig sind Bauwerke massgeblich für unsere Lebensqualität verantwortlich. Ausserdem haben architektonisch überzeugende und funktional ansprechende Bauwerke identitätsstiftenden Charakter und schaffen langfristige Werte. Um es auf den Punkt zu bringen: Ohne nachhaltig gebaute Umwelt keine nachhaltige Gesellschaft.

Auch wenn die Qualität des Bauwerks Schweiz auf den ersten Blick überzeugt, dürfen wir die Augen vor einer Reihe von Herausforderungen nicht verschliessen. Angesichts der jüngsten energiepolitischen Entscheidung und der Notwendigkeit, die CO₂-Emissionen massiv zu senken, ist der gegenwärtige Energieverbrauch der schweizerischen Gebäude – der hauptsächlich mit fossilen Energieträgern gedeckt wird – über kurz oder lang nicht mehr tragbar. Zudem müssen etliche Gebäude nicht nur energetisch, sondern viel weitergehend saniert werden, um künftigen Anforderungen an komfortable, attraktive Wohn- und Arbeitsräume zu genügen. Rund 1,5 Millionen Gebäude vollständig zu ersetzen (oder umfassend zu erneuern), dürfte uns einige Jahrzehnte beschäftigen.

Sanierungsbedarf besteht aber auch bei der Verkehrs- und Versorgungsinfrastruktur. So sind etwa 40 Prozent der Brücken des Schweizer Autobahnnetzes älter als 40 Jahre. Doch damit nicht genug: Aufgrund der wachsenden Bevölkerung und deren steigenden Mobilitätsbedürfnissen müsste die Infrastruktur stetig erweitert oder zumindest angepasst werden. Die damit einhergehenden Kosten werden die öffentliche Hand in den kommenden Jahren und Jahrzehnten massiv belasten.

Der Empa-Forschungsschwerpunkt «Sustainable Built Environment» ist darauf ausgerichtet, zur Bewältigung dieser Herausforderungen beizutragen. Bei der Entwicklung neuer Baumaterialien geht es in erster Linie darum, den Ressourcenverbrauch zu reduzieren – entweder durch neue Materialien mit einem geringen

Anteil an grauer Energie, durch neue Hochleistungsmaterialien mit verbesserten Eigenschaften oder durch die Wiederverwertung von Baumaterialien. Beispiele dafür sind neuartige Zemente mit deutlich geringerer CO₂-Bilanz und der kürzlich entwickelte Aerogel-Dämmputz. In beiden Fällen wurde die grundlegende Forschung an der Empa durchgeführt; gleichzeitig sind wir in engem Kontakt mit Industriepartnern, um die innovativen Ansätze möglichst schnell auf den Markt zu bringen. So werden beispielsweise bereits in den nächsten Monaten erste Gebäude mit dem neuen Putzsystem isoliert.

Um die umfassende Erneuerung des bestehenden Gebäudeparks technisch, finanziell und städtebaulich zu bewältigen, dürfen wir uns allerdings nicht nur auf die Ebene des einzelnen Gebäudes beschränken; vielmehr sind Quartiere oder gar Städte als Ganzes zu betrachten. Dazu gehören auch Fragen des Wohlbefindens und der Gesundheit: Wie müssen Gebäude angeordnet sein, damit es gerade im städtischen

Umfeld nicht zu einer übermässigen Erwärmung kommt («Heat Island»-Effekt), die grosse Kühllasten verursacht? Und wie kann sichergestellt werden, dass sich Luftschadstoffe in Städten nicht akkumulieren?

Nachhaltiges und Ressourcen schonendes Bauen bedeutet langlebige Bauten zu errichten, deren Anteil an grauer Energie und grauem CO₂ minimal ist. Leichtbaukonstruktionen haben diesbezüglich grosses Potential; punkto Brandsicherheit, Akustik und thermischer Masse gibt es allerdings noch einiges zu optimieren – alles Gebiete, auf denen die Empa aktiv Forschung betreibt.

Doch (Bau-)Forschung ist letztlich nur dann erfolgreich, wenn sie zu praktischen Anwendungen führt. Dafür sind Demonstrationsprojekte wichtig. Inwiefern ein neues Material oder System die Erwartungen zu erfüllen vermag, zeigt sich oft erst beim Einsatz in einem realen Objekt, bei dem Wechselwirkungen mit anderen Komponenten und den Nutzern ins Spiel kommen. Das Forum Chriesbach auf dem Empa-Eawag-Campus, der Energie-autarke Wohn- und Arbeitscontainer «Self» und das brandneue Forschungsprojekt «NEST» sind Beispiele dafür, wie die Empa den Technologietransfer fördert und gleichzeitig neue Anregungen für ihre Forschung erhält. //

«Der gegenwärtige Energieverbrauch der Schweizer Gebäude ist nicht mehr tragbar.»

Was geschieht im NEST?

Das geplante Versuchsgebäude auf dem Empa-Gelände soll – im wörtlichen Sinn – als «Plattform» für neue Bau-Ideen und nachhaltige, energieeffiziente Lösungen dienen. Auf den offenen Stockwerken werden Forschungsmodule künftiger Wohn- und Büroräume installiert. Die Versorgung erfolgt zentral von innen.

Maisonette-Wohnungen für Gastprofessoren und Gastprofessorinnen: Minergie-Plus Leichtbau mit modernen Werkstoffen, neuen Formen und intelligenter Technik

VISION

01

VISION

03

Doktorandenwohnungen:
Urbane, modulare Raummodule,
digitale Vernetzung, «smarte»
Technologien, funktionale
Materialien und Oberflächen

Plus-Energie-Gemeinschaftsraum:
Intelligente Glasarchitektur,
adaptive photovoltaische
Sonnenschutzsysteme, neuartige
Beleuchtungssysteme

VISION

02

VISION

04

Kreatives Arbeiten:
Effizientes, vernetztes
Arbeiten, Energie sparende
Kommunikationstechnologien,
intelligente Beleuchtung

VISION

05

Wohnumodule für wissenschaft-
liche Gäste: Passive
Raummodule aus modernen
Naturwerkstoffen, natürlicher
Komfort, minimale Technik



Die Sommersonne im Beton

Beton ist das beliebteste Baumaterial der Welt. Pro Jahr werden weltweit zwischen 20 und 30 Milliarden Tonnen verbaut. Ein Projekt an der Empa zeigt nun: Beton ist nicht nur solide und langlebig, er kann noch mehr: als saisonaler Wärmespeicher dienen.

TEXT: Nicole Döbeli / BILD: iStockphoto

Ein heisser Stein erkaltet langsam, vor allem wenn er mit genügend Isolationsmaterial umwickelt ist. Dennoch verliert er kontinuierlich Wärme. Da im Sommer aufgeheizte Gebäude sich nicht einfach in Isolationsfolie einschlagen lassen, suchten die Empa-Forscher Joseph Kaufmann und Frank Winnefeld nach einer anderen Lösung für einen saisonalen Wärmespeicher.

Herkömmlicher Beton enthält zu gut 15 Prozent das Mineral Ettringit. Erwärmt sich das Ettringit, beginnt es ab 80 Grad Celsius, Wasser «abzudampfen». Wird später dem dehydrierten Mineral wieder Wasser zugeführt, setzt die Hydratationsreaktion Wärme frei. Um möglichst viel Wärme speichern zu können, muss der Beton also möglichst viel Ettringit enthalten. Das ist allerdings nur mit Spezialzement machbar, etwa mit Calcium-Sulfoaluminat-Zement (CSA), der in China schon seit längerem im Beton verbaut wird und bis zu 80 Prozent Ettringit enthalten kann. Ein

weiterer Vorteil gegenüber herkömmlichem Zement: CSA-Zement setzt bei der Herstellung 40 Prozent weniger CO₂ frei.

Kaufmann und Winnefeld stellten Platten aus Beton mit CSA-Zement her und schichteten diese zu einem Betonblock, der von Heizschlangen durchzogen ist. Wird der Block im Sommer zum Beispiel mit Hilfe von Sonnenkollektoren auf 80 Grad erwärmt, beginnt das Ettringit, Wasser abzugeben. Der Dampf wird aufgefangen und kondensiert. Übrig bleibt der dehydrierte Betonblock.

Im Winter läuft der Prozess umgekehrt: Wasser wird in den Beton geleitet, vom Ettringit aufgenommen – und schon setzt sich Wärme frei, die über die Heizschlangen abgeleitet werden kann. Der Vorteil gegenüber anderen Wärmespeichern ist, dass die Wärmeabgabe über die Wasserzufuhr regelbar ist. So liesse sich beispielsweise eine Bodenheizung den ganzen Winter lang auf 25 Grad Celsius halten oder das Duschwasser auf 40 Grad erwärmen.

Und noch einen weiteren Vorteil bietet der Betonspeicher: Der Volumenunterschied vom dehydrierten zum hydrierten Beton ist vernachlässigbar klein – anders als etwa bei einem Paraffinspeicher, der sich ausdehnt, wenn das Paraffin schmilzt. Um ein Einfamilienhaus über den Winter mit der Sommerhitze zu heizen, würde ein Betonblock mit einer Kantenlänge von etwa fünf Meter genügen. Das entspricht etwa dem Volumen eines Wasser- oder Paraffinspeichers. Auch preislich kann Beton mithalten; eine Tonne CSA-Zement kostet 300 Franken, eine Tonne Paraffin circa 1000 Franken. Und bei einem bis eineinhalb Ladezyklen pro Jahr sollte die «Betonheizung» gut 30 Jahre halten.

Das Verfahren haben Kaufmann und Winnefeld bereits patentieren lassen. Sie wollen den Beton-Wärmespeicher jetzt in Zusammenarbeit mit Industriepartnern weiterentwickeln und testen. //

Die Empa-Alternative: Chemischer Wärmespeicher

Überschüssige Sommerwärme für die Wintermonate konservieren ist auch mit einem so genannten Sorptionspeicher möglich, zum Beispiel mit NaOH, also Natronlauge. Beim Sorptionspeicher, den der Empa-Forscher Robert Weber entwickelt, wird dem Sorptionsmittel NaOH im Sommer mit der Wärme aus Sonnenkollektoren Wasser ausgetrieben. Der Wasserdampf wird kondensiert und getrennt vom entwässerten Sorptionsmittel gespeichert. Im Winter wird das gespeicherte Wasser dem Sorptionsmittel wieder zugeführt. Dabei setzt sich Wärme frei, mit der ein Haus geheizt oder Warmwasser erzeugt werden kann. Der Vorteil gegenüber herkömmlichen Wärmespeichern besteht darin, dass während der Lagerzeiten keine Wärmeverluste auftreten. Zudem ist das Volumen ungefähr fünfmal kleiner als bei einem vergleichbaren Wasserspeicher; für ein Einfamilien-Passivhaus würde ein Speicher von sieben Kubikmeter ausreichen, um während des ganzen Jahres Heizenergie und Warmwasser aus Solarenergie zu erzeugen.

Computersimulation von Betoneigenschaften

Mit Hilfe einer Datenbank und eines Thermodynamik-Programms lassen sich die Eigenschaften von Beton vorausberechnen und optimieren. So kann CO₂ eingespart werden und das Bauteil hält viele Jahre länger.

TEXT: Nicole Döbeli / GRAFIK: Empa

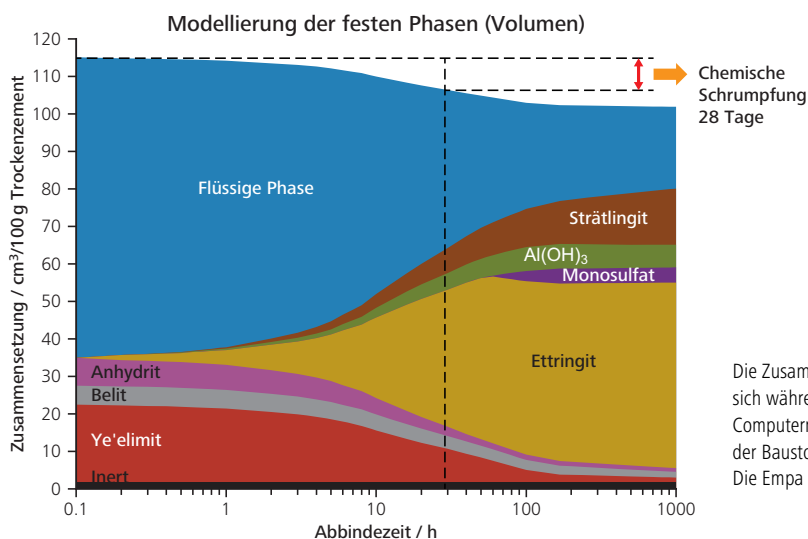
Sechs bis acht Prozent des weltweiten CO₂-Austosses entstehen beim Herstellen von Zement. Obwohl pro Tonne Zement viel weniger CO₂ freigesetzt wird als etwa pro gleiche Einheit Stahl oder Aluminium – nämlich knapp eine Tonne. Das Problem ist die Menge: Weltweit werden jedes Jahr drei Milliarden Tonnen Zement produziert, Tendenz steigend.

Abhilfe lässt sich schaffen, indem Ausgangsmaterialien mit einem geringeren Carbonatanteil verwendet werden, wobei der CO₂-Austoss bei der Zementherstellung sinkt. Wenn das Bauwerk dadurch gleich noch länger hält und erst später abgebrochen werden muss, ist ein weiterer Schritt zur CO₂-Einsparung geschafft.

Mit verbesserten Zementmischungen beschäftigt sich Barbara Lothenbach. Da es (zumindest theoretisch) beliebig viele Rezepturen für Zement gibt, hat sie ein Computerprogramm mitentwickelt, das die chemi-

schen Reaktionen beim Abbinden vom Zement voraussagt. GEMS (Gibbs Energy Minimization Selektor), so der Name des Simulationsprogramms, entstand am Paul Scherrer Institut PSI und wird dort weiterausgebaut. Es dient der thermodynamischen Modellierung von Stoffen. GEMS berechnet, wie sich Stoffe unter gewissen Umständen und über die Zeit verhalten und verändern. Lothenbach hat GEMS mit den Werten aus der Zementdatenbank der Empa «gefüttert». Somit kann sie aus allen in der Datenbank erfassten Zementmineralien und -zusatzstoffen nun jede x-beliebige Mischung am Computer virtuell herstellen und deren Eigenschaften und Verhalten berechnen – sogar über Jahre hinweg.

Ein Forschungsprojekt beschäftigt sich zum Beispiel mit der Langzeitstabilität von Beton in Tunnelbauten. Wenn natriumsulfathaltiges Bergwasser in Tunnel eindringt, reagiert es mit dem Beton zu Ettringit und Thaumasit, zwei Mineralien, die die Gefügestärke von Beton senken und diesen dadurch abplatzen lassen können. Mit Hilfe von GEMS kann Lothenbach diese Reaktionen simulieren. So ist es möglich, bereits bei der Planung des Bauprojekts eine geeignete Zementmischung auszuwählen, um die Bildung von Ettringit und Thaumasit zu vermindern. Beispielsweise indem dem Zement Flugasche beige mischt wird, die ihn widerstandsfähiger gegen sulfathaltiges Wasser macht. Mit diesen Computersimulationen ist die Empa weltweit führend in der thermodynamischen Modellierung von Zement. //



Die Zusammensetzung einer Betonprobe ändert sich während des Abbindeprozesses. Die Computermodellierung hilft dabei, Eigenschaften der Baustoffmischung präzise vorauszusagen. Die Empa ist weltweit führend auf diesem Gebiet.

Gut gedämmt ist halb gespart

Mit modernster Elektronik untersuchen Empa-Forscher eine im Labor nachgebaute Altbauwand, um daran neuartige Innenraum-Dämmmaterialien und Sanierungsmethoden zu erproben. Vom optimal gedämmten Altbau profitiert nicht nur der Hausbesitzer, sondern auch die Klimabilanz der Schweiz.

TEXT: Rainer Klose / ZEICHNUNG: André Niederer

Energiepolitik fängt im eigenen Wohnzimmer an – denn die wohlige Wärme in Schweizer Stuben macht das Land abhängig von Erdöl- und Gasimporten. Das Bundesamt für Energie (BFE) vermisst diese Abhängigkeit Jahr für Jahr. Sie steigt. 2010 erreichte der Energieverbrauch ein neues Rekordhoch: 911 550 Terajoule (253 Milliarden Kilowattstunden) – das sind 4,4 Prozent mehr Energie als 2009 und gut 30 Prozent mehr als 1980.

Sind wir mit unserem Energieverbrauch wenigstens ökologisch korrekt? Nicht wirklich. Importiert wurden vergangenes Jahr unter anderem 4,5 Millionen Tonnen leichtes Heizöl und 3,1 Millionen Kubikmeter Erdgas. Diese beiden – nicht erneuerbaren – Energieträger deckten zusammen rund ein Drittel des Schweizer Energiebedarfs. Erneuerbare Energien kamen nicht annähernd an diese Grössenordnung heran: je 0,2 Prozent Biogas und Sonnenenergie, 1,2 Prozent Umweltwärme (Erde, Wasser, Luft).

Folgerung: Noch immer beheizen wir Wohnungen, Büros und öffentliche Gebäude vorwiegend mit importierter, fossiler Energie. Geheizte Räume «fressen» laut BFE-Statistik mehr Energie als der gesamte Inlandsverkehr der Schweiz, sie verbrauchen doppelt so viel wie alle industriellen Prozesse, zehnmal mehr als die gesamte Beleuchtung, dreissigmal mehr als Kommunikation, Internet und Unterhaltungselektronik. Um den CO₂-Ausstoss zu senken, ist also vor allem eines zu tun: Gebäude dämmen. Nicht nur Neubauten müssen immer höhere Standards erfüllen, sondern vor allem Altbauten – in der Schweiz rund 1,4 Millionen – müssten energetisch saniert werden.

Die Herausforderung dabei: Der Schweizer Heimatschutz möchte die Optik historischer Gebäude bewahren und untersagt

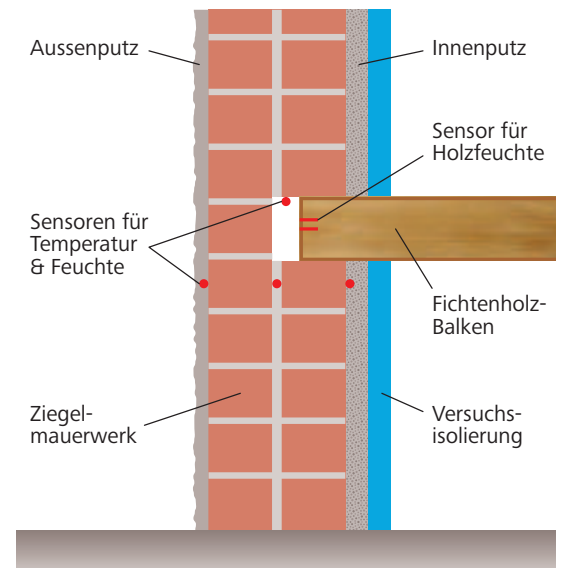
1 Hightech und Altbau: Dieser elektronische Feuchtesensor wird später unter dem Aussenputz der nachgebauten Altbauwand liegen. Ein Dutzend solcher Sensoren sind an den Probewänden montiert und dokumentieren, wie gut die Isolation funktioniert.

2 An diesen drei Probewänden werden die Isolationsversuche durchgeführt. Die «Aussenwand» wird in einer Klimakammer härtesten Witterungseinflüssen (Sonne, Regen, Frost) ausgesetzt. Die «Innenwand» ist vom Labor aus zugänglich.

2 Projektleiter Thomas Stahl erläutert den Aufbau der Wandstücke. Der Balken darf durch die nachträgliche Isolierung nicht schimmeln, sonst ist die Statik des Hauses in Gefahr.

nicht selten eine Dämmung von aussen. Es bleibt nur eine Dämmung von innen. Doch die ist nicht unproblematisch. Eine zu perfekte Dämmung kann einen Altbau stark gefährden, gar bis zur Unbewohnbarkeit ruinieren, weiss der Bauphysik-Ingenieur Thomas Stahl: «Wenn eine alte Ziegelwand von innen gedämmt wird, kann die Wand von aussen durchgefrieren. Dann drohen Frostbrüche, die Tragfähigkeit leidet.» Noch schlimmer kann es kommen, wenn tragende Holzbalken falsch isoliert werden: «Es entsteht Kondenswasser an der Schnittkante des Balkens. Er kann innerhalb weniger Jahre durchfaulen. Dann ist das Haus abbruchreif», warnt der Empa-Forscher.

Um dies zu vermeiden, untersucht Stahl systematisch das Zusammenspiel von alter Bausubstanz und modernen Dämmmethoden. Doch wie simuliert er einen Altbau? Ganz einfach: Mit Ziegeln, Rauputz



und Holz, also den Baumaterialien jener Zeit. Dazu braucht es eine leistungsfähige Klimakammer, in der diese Materialien methodisch «gefoltert» werden.

Der Aufbau

In der Bauhalle der Empa stehen drei identische Wandstücke, die die Aussenhaut eines typischen 1950er-Jahre-Bauwerks darstellen: Tragstruktur aus roten Hohlziegeln, Aussenhaut aus Kalk-Zementputz, innen ein weisser Gips-Kalkputz, keine Isolierung. In jeder Wand steckt zudem noch ein Fichtenholzbalken, der innen auf einem Mauerstück aufliegt und von der Aussenwitterung nur durch eine dünne Ziegelwand abgeschirmt ist. «An diesem Bauteil testen wir, wie unsere Isolierung mit den typischen Deckenbalken eines Altbaus zusammenspielt», erläutert Stahl. Der Balken ist über hundert Jahre alt und wurde bei einem Händler für historische Baustoffe gekauft.



Der Versuch

Die Wandstücke werden zunächst in die Klimakammer der Empa eingebaut und dem EOTA-Test unterworfen (European Organisation for Technical Approvals). Die Aussenwand wird 25 Tage lang beregnet und besonnt, auf Minustemperaturen abgekühlt und wieder aufgewärmt. Die Innenseite des Wandstücks bleibt an der Laborluft: 40 Prozent Raumfeuchte, 22 Grad Celsius. «Dieser Test ist eine wahre Rosskur», sagt Stahl, «er simuliert die reale Belastung von mehr als einem Jahr.»

Nachdem die Daten für die Originalwand gesammelt sind, werden die Wände isoliert und erneut dem EOTA-Test unterworfen. Dabei wird äusserst genau darauf geachtet, ob etwas schief geht. Sammelt sich Wasser in der Wand? Wird der Balken feucht? Im Zweifel wird der Test wiederholt und der Balken von der Dämmung ausgespart. Stahl: «Wir möchten dokumentieren, wie man Fehler vermeidet.»

Damit die Empa-Forscher nicht per Hand fühlen müssen, wenn eine der Versuchswände kalt oder feucht wird, sind im Putz speziell entwickelte Feuchtesensoren versenkt. Auch der Fichtenholzbalken ist mit Sensoren gespickt. Die Altbauwand im Empa-Labor ist de facto ein voll verkabelter Hightech-Klimaspion. Eine perfekte Grundlage für Isolationsexperimente. «Wir möchten genau wissen, was in der Wand passiert, warum es passiert – und wie schlimm es ist, was da passiert», erklärt Thomas Stahl.

Das Experiment an der Empa steht nicht allein, sondern ist Teil eines grossen Forschungsprojekts namens «SuRHIB» (Sustainable Renovation of Historical Buildings). Drei Industriepartner sind beim ersten Versuchszyklus der Empa mit von der Partie. Die Firmen bieten verschiedene Dämmsysteme an (siehe Kasten) und wollen sich einem Vergleichstest unter identischen Bedingungen stellen.

Die Erkenntnis

Bei der wissenschaftlichen Auswertung geht es nicht darum, einen Sieger zu küren und einen Verlierer zu benennen: Natürlich bringt nicht jedes Material gleich gute Dämmeigenschaften mit sich. Der Test wird zeigen, was neuartige Dämmstoffe zu leisten vermögen – und wo ihre Anwendungsgrenzen liegen. Die Materialien werden daraufhin in eine internationale Baustoff-Datenbank eingetragen, auf die Architekten und Planer weltweit zugreifen. Aufgeführt werden unter anderem die Sorptionsisotherme (ein Wert für die Feuchtespeicherung), die Wärmeleitfähigkeit, Wärmekapazität, Porosität und Dichte sowie die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ (siehe Kasten). Neben den reinen Zahlenwerten liefert der Test Erkenntnisse über das Zusammenwirken der Dämmung mit dem Gesamtsystem der Wand. Damit kennt der Hersteller die detaillierten Materialeigenschaften seines Produkts. Sein Kunde kauft einen auf Herz und Nieren geprüften Baustoff – und nicht die «Katze im Sack».

Innenraum-Dämmstoffe im Empa-Test

EPS (Extrudiertes Polystyrol) mit kapillaraktivem Zusatz, Wärmeleitfähigkeit ca. 0,035 W/(mK), Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl* ca. 30, Raumgewicht 20 – 40 kg/m³

Aerogel-Dämmplatte, Wärmeleitfähigkeit 0,0131 W/(mK), Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl* 11, Raumgewicht 150 kg/m³

Vakuum isolationspaneel, Wärmeleitfähigkeit : 0,007 W/(mK), Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl*: dampfdicht, Raumgewicht: 180 - 220 kg/m³

* Die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl gibt die Durchlässigkeit des Materials für Wasserdampf an im Vergleich zu einer ruhenden Luftschicht. Je höher der Faktor μ , desto dampfdichter ist das Material. Viele Bauherren bevorzugen wegen des Raumklimas dampfdurchlässige Baustoffe. Unter Experten ist die Aussagekraft dieses Messwerts jedoch umstritten.

Theorie und Praxis

Für den Bauforscher Stahl werden sich die Versuche ebenfalls auszahlen. Die Zukunft der Baukunde liegt in der Computersimulation, gefüttert mit den Daten verschiedener Materialien. Auch die Daten des 25-tägigen EOTA-Tests lassen sich per Computer auf mehrere Jahre hochrechnen. Weil die Wände wiederverwendbar sind und mit immer neuen Isolationsschichten belegt werden können, liefern die Empa-Tests im Laufe der nächsten Monate eine Fülle neuer Daten, mit denen aktuelle Simulationsrechnungen verfeinert werden können. Von diesem Know-how profitieren Hausbesitzer und Mieter – und am Ende auch die Schweizer Klimabilanz. //



Ein Glas für alle Fälle

Schaltbares Fensterglas, das auf Knopfdruck dunkel, trüb oder UV-reflektierend wird, bietet im Hausbau etliche Vorteile. Doch die Produktion solcher Scheiben ist aufwändig und teuer. Der Empa-Forscher Matthias Koebel sucht nach preiswerteren Verfahren.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Empa, iStockphoto

Es wird eine Zeit geben, in der das Herunterkurbeln von Lamellenstoren als hoffnungslos altmodisch gelten wird. Dann werden die Menschen abends nach Hause kommen, Licht machen – und nicht etwa die Vorhänge zuziehen, sondern nur noch über eine «App» auf ihrem Smartphone das Wohnzimmerfenster anwählen. Sofort trübt es sich ein – ungestört von neugierigen Nachbarn beginnt der Feierabend.

Um Visionen dieser Art zu verwirklichen, braucht man sogenannte schaltbare Gläser: Beschichtungen auf der Fensterscheibe, die unter elektrischer Spannung deren optische Eigenschaften verändern. Von klar zu trüb, von hell zu dunkel, von durchsichtig zu spiegelnd. Dann wären Lamellenstoren überflüssig – und Vorhänge nur noch zur Zierde da.

An der Empa arbeitet Matthias Koebel, ein Fachmann für Kolloidchemie und Oberflächen, daran, diese Fenster-Zukunft näher rücken zu lassen. Schaltbare Gläser gibt es schon heute, doch die Herstellung im aufwändigen Vakkum-Sputter-Verfahren ist teuer. So begegnen uns bis jetzt nur kleine, schaltbare Glasflächen: Automatisch abblendende Innenspiegel im Auto, Museumsvitrinen, die sich eintrüben und als Projektionswand dienen – oder die Kabinenfenster der neuen Boeing 787 Dreamliner, die sich auf Knopfdruck verdunkeln lassen. Nur zu gerne möchte man all diese Eigenschaften nun auch für grosse Glasflächen nutzbar machen. Doch dafür braucht es eine preiswerte Beschichtungsmethode, die für grossindustrielle Prozesse tauglich ist.

Kolloide aus dem Tintenstrahldrucker

Hier kommt Matthias Koebel ins Spiel: Er ist Spezialist für kolloidale Lösungen, also sehr erfahren darin, unlösliche Stoffe in Flüssigkeiten «ins Schweben» zu bringen bzw. als kleinste Teilchen für das Auge unsichtbar zu verteilen. Mit Hilfe von Kolloiden sollten grossflächige, preisgünstige Beschichtungen möglich sein, davon ist Koebel überzeugt.



Erste Versuche haben bereits begonnen: In Koebels Labor steht eine Art professioneller Tintenstrahldrucker. «Damit können wir 100- bis 200-Nanometer dünne Schichten aufs Glas aufbringen, die innert Sekunden trocknen und danach weitere Funktionsschichten tragen können», erklärt der Forscher. «So kann man komplexe Schichtstrukturen systematisch aufbauen». Wichtig für die Funktion ist eine gleichmässige Schichtdicke. Die fertigen Proben werden nach dem Trocknen mit Rasterelektronenmikroskop (REM), Rasterkraftmikroskop (AFM), optischer Spektroskopie und anderen gängigen oberflächenspezifischen Methoden untersucht.

Innerhalb der Empa koordiniert Koebel das Projekt «Empa Window» – ein Team, das sich ausschliesslich mit intelligenten Materialien für Fenster beschäftigt. Diese Aktivitäten, die erst vor wenigen Monaten begonnen haben, haben bereits erste Früchte getragen, in Form von zwei EU-Projektanträgen. Partner ist in beiden Fällen das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg im Breisgau. Die Forscher am ISE haben jahrzehntelange Erfahrung mit Glasbeschichtungen und entwickeln im Projekt ein «trockenes» Sputtering-Verfahren, bei dem die Beschichtungen im Vakuum aufgedampft werden. Die Empa untersucht dagegen die Möglichkeiten und Eigenschaften «nasschemisch» – eben aus kolloidaler Lösung – aufgebracht Schichten.

Bis die ersten elektrisch schaltbaren Fensterscheiben auf den Markt kommen, mag es noch einige Jahre dauern. Häuslebauer von heute müssen also wohl oder übel noch immer «altmodische» Lamellenstoren vor ihre Fenster montieren. Doch die Ablösung dieser Technik ist in Dübendorf bereits in Arbeit. //

Matthias Koebel befüllt seinen «Labordrucker» mit einer Kolloidlösung. Die funktionelle Schicht wird auf einen gläsernen Objektträger gedruckt, getrocknet und danach im Elektronenmikroskop analysiert.

Gold aus dem Dampfstrahler

Mit einer Vakuum-Beschichtungsanlage schreiben Empa-Forscher Modegeschichte. Dank der Hightech-Methode entstand ein Garn mit 24-karätiger Echtdoldaufgabe. Kommendes Jahr erlebt das Material seine Premiere auf dem Catwalk einer Haute-Couture-Kollektion; eine Serie Krawatten gibt es schon jetzt.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Empa; Vincent von Ballmoos



Projektleiter Martin Amberg schaut durch ein Guckloch ins Innere seiner Beschichtungsanlage und scheint zufrieden. Obwohl nicht viel zu sehen ist: Violettes Licht erfüllt den Innenraum der Apparatur, die etwa so gross ist wie ein Familienkühlschrank. Fäden sind eng nebeneinander in der Maschine verspannt und bewegen sich am Sichtfenster vorbei.

Das violette Leuchten stammt von einem Goldstück, das durch hochenergetische Strahlung in seine Atome zerlegt wird. Am anderen Ende des Apparates das Ergebnis: Eine dünne Röhre, fast wie ein Strohalm, zeigt nach oben; aus ihr wird ein Faden gezogen und

auf einer Haspel aufgewickelt. Im Sonnenschein, der durch die Fenster der Industriehalle fällt, schimmert der aufgewickelte Faden golden.

Hier, in einem Nebenraum der Spinnerei Tersuisse im innerschweizerischen Emmenbrücke, entsteht mit Hilfe der Empa eine Weltneuheit: eine Faser mit 24-karätiger Goldbeschichtung. Die Stoffe, die daraus gewoben werden, glänzen in der charakteristischen Farbe des Edelmetalls, doch sie verlangen keine Kompromisse von den Kunden: Die Faser fühlt sich weich an, ist abriebfest und sogar maschinenwaschbar. Seit Sommer 2011 wird die Faser produziert. Die erste Charge ging an

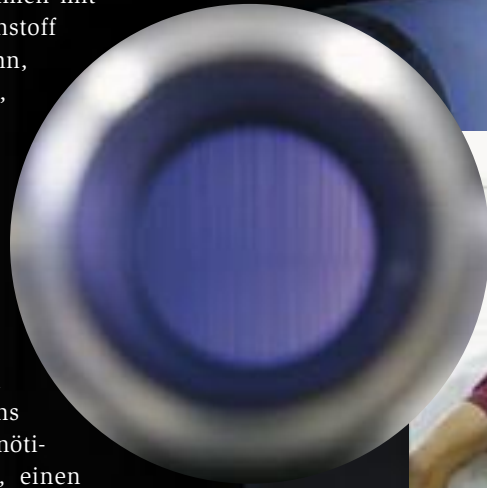
die Weberei Weisbrod-Zürcher in Hausen am Albis und wurde dort zusammen mit schwarzer Seide zu Krawattenstoff verarbeitet. Aus einer Stoffbahn, die 25 Gramm Gold enthält, können drei Krawatten, eine Fliege und ein Einstecktuch gefertigt werden. Ein nicht ganz billiges Vergnügen, wie man/frau sich vorstellen kann.

Doch wie kommt das Gold auf den Faden? Die Empa-Forscher entschieden sich für ein Verfahren namens Magnetron-Sputtering. Sie benötigen dazu nur etwas Strom, einen Golddukan, ein paar Liter Argongas und ein Vakuumgefäß, das gross genug ist, um darin 4000 Meter Faden in engen Schlaufen abzuspulen. Wer all das beisammen hat, kann Gold bei Raumtemperatur verdampfen und damit vergoldete Fäden fabrizieren: Im Inneren der Beschichtungsanlage wird das Goldstück – ein so genanntes Target – mit schnell fliegenden Argon-Ionen beschossen. Goldatome fliegen davon und setzen sich auf einem Polyesterfaden ab, der wenige Zentimeter vor dem Target langsam durch die Maschine gezogen wird.

Ganz so einfach geht es natürlich nicht – die Details machen die Rezeptur: Wie der Polyesterfaden vorbereitet wird, damit das Gold haften bleibt, welche Betriebsspannung und welche Schichtdicke die besten Effekte ergeben – das alles ist Betriebsgeheimnis. Wenn sich Weihnachten 2011 die ersten stolzen Besitzer ihre Goldkrawatte umbinden, dann markiert dieser Moment den Höhepunkt einer zehnjährigen Forschungsarbeit. So lange testeten und verfeinerten Textilfachleute der Empa in St. Gallen die Methode des Magnetron-Sputtering. Um systematische Erfahrungen zu gewinnen, zerstäubten sie alle möglichen Metalle – Titan, Aluminium, Stahl, Kupfer und Silber – und liessen sie in atomarer Form auf Polyesterfäden prasseln.

Ziel des Projekts war zunächst ein Silberfaden, der alsbald diverse Abnehmer fand: Mit Silber beschichtete Fäden wirken antibakteriell – das interessierte zum Beispiel einen Sockenfabrikanten, der daraus geruchsfreie Socken herstellt. Auch die Modebranche suchte nach einem dauerhaft haltbaren Silberstoff. Silber ist ausserdem elektrisch leitfähig – das machte den Empa-Faden zur passenden Grundlage für Sensorbauteile und für antistatische Filterstoffe für die Industrie. Was mit Silber geht, könnte auch mit Gold funktionieren, fanden die Projektpartner und starteten im Januar 2010 das «Goldfadenprojekt».

Nun waren gleich mehrere Probleme zu lösen: Wie viel Gold ist nötig, damit der Faden glänzt? Hilft ein Untergrund aus Silber, den Glanz zu verbessern? Lassen sich Silber und Gold in einem Arbeitsgang applizieren und somit eine «Legierung» direkt auf dem Faden herstellen? Als Ergebnis der Versuchsreihen stellte sich heraus, dass eine Menge von drei Gramm reinem Gold pro





2

Kilometer Faden einen schönen Glanz in einem dezenten altgoldfarbenem Ton erzeugt. Ist Silber die Grundlage, dann leuchtet das Gold deutlich heller; die Farbe wirkt so auffällig wie bei massivem Goldschmuck. Die Silberschicht lässt sich im gleichen Arbeitsgang auftragen, wenn ein Gold- und ein Silbertarget nebeneinander in der Maschine eingespannt sind und gleichzeitig beschossen werden. Auf diese Weise ist eine Echthgoldauflage für ganz unterschiedliche Modeaccessoires und unterschiedliche Geschmäcker herstellbar: Während ein Geschäftsmann eine Krawatte in dezentem Altgold bevorzugen mag, darf die feine Stickerei auf der Abendgarderobe einer Dame durchaus etwas heller leuchten.

Nach 24 Monaten geht das Goldfadenprojekt nun erfolgreich zu Ende; die Weiterverarbeitung des Garns übernehmen zwei Partnerfirmen, die am Projekt von Anfang an beteiligt waren: Weisbrod-Zürcher und die Stickerei und Dekorstofffabrik Jakob Schlaepfer in St. Gallen. Zum Weihnachtsgeschäft ist eine limitierte Kleinserie Goldkrawatten bereits im Verkauf. Wegen der begrenzt verfügbaren Menge an Goldfaden wird es 2011 gerade einmal ein Dutzend Goldkrawatten weltweit geben. Exklusivität, edles Material und Hightech-Produktionsmethode haben ihren Preis: 7500 Franken muss der Käufer einer Goldkrawatte auf den Tisch legen. Dafür darf er sich sicher sein, rund acht Gramm echtes Gold auf der Brust zu tragen.

Auch in Zukunft wird die Empa-Goldkrawatte nicht zur Massenware werden. Bei voller Auslastung könnten pro Jahr theoretisch 600 Stück produziert werden. Ganz bestimmt werden es jedoch deutlich weniger sein – denn ein Teil der Produktion ist für den zweiten Projektpartner, Jakob Schlaepfer, reserviert. Dieser wird das Goldgarn für die Haute-Couture-Kollektion Winter 2012/13 verwenden. Die Kollektion wird im Frühjahr präsentiert. //

1

Projektleiter Martin Amberg überwacht die Vakuum-Beschichtungsanlage, in der sich ein schlichter Polyesterfaden in einen Echthgoldfaden «verwandelt». Bild unten: ein so genanntes Target, das bereits verbraucht ist. Der Beschuss durch Argon-Ionen fräst eine kreisförmige Rille ins Metall.

2

Ortstermin in der Zürcher Krawattenmanufaktur Hofmann: Der Goldstoff, bestehend aus Goldfäden und schwarzer Seide, wird zugeschnitten und von Hand zu einer edlen Krawatte vernäht. Bild unten: Martin Amberg und Textilingenieur Chokri Benkhaled Kasdallah freuen sich am edlen Endprodukt ihrer Arbeit.



Video:
**Goldfaden
Herstellung**

http://tv.empa.ch/empa_tv_goldkrawatte_20111201.m4v
Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
(etwa mit der App «Scanlife»)

Da gehts lang

Seit 2009 haben sich im glaTec, dem Technologiezentrum der Empa in Dübendorf, sechs Jungunternehmen eingemietet. Die erste Start-up-Firma, Optotune, hat diesen Sommer den Business-Inkubator «planmässig» wieder verlassen, um die Produktion ihrer optischen Linsen an einem neuen Standort hochzufahren. Doch wie in begehrter Wohnlage üblich, werden die Räumlichkeiten im glaTec nicht lange leer stehen: Die bereits eingemieteten Start-ups expandieren und neue suchen die Nähe zur Empa, von der sie sich Synergien versprechen.

TEXT Martina Peter / BILDER: Empa

Optische Instrumente für die Raumfahrt, ein Messsystem zur drahtlosen Überwachung von Bauwerken, ein intelligentes Bettssystem für Bettlägriige, ein Verfahren, das Getreide tonnenweise analysiert und sortiert, nachgiebige Komponenten für den Maschinenbau und stufenlos fokussierbare optische Linsen. All diese Produkte und Verfahren stammen aus einem Hause, dem Empa-Technologiezentrum glaTec in Dübendorf. Oder besser gesagt: von den dort eingemieteten Jungunternehmen, Spin-offs der Empa, aber auch andere Hightech-Start-ups mit so klingenden Namen wie Decentlab, Compliant Concept, Qualy-sense, Monolitix, Optotune und Micos Engineering.

Als das erste Start-up – Optotune – ins glaTec einzog, hatten die Unternehmensgründer bereits etwas im Gepäck, was vielen Jungfirmen anfangs noch fehlt: einen fix und fertigen Businessplan. Die Idee für das Produkt war also bereits ausgereift. Ihre flexiblen, stufenlos fokussierbaren optischen Linsen auf der Basis «künstlicher Muskeln» sind konventionellen Systemen hinsichtlich Grösse, Herstellungskosten, Energieverbrauch und Robustheit deutlich überlegen. Doch: «Ein Demonstrationsobjekt hat man schnell einmal – entscheidend ist, dass man es einem Kunden auch verkaufen kann», sagt Mark Blum, Mitgründer und operativer Geschäftsführer von Optotune. Die Produkte des Jungunternehmens können in verschiedenen Gebieten eingesetzt werden, zum Beispiel in Leuchten für Museen, Einkaufszentren oder zu Hause, aber auch für sehr schnelle Barcode-Scanner oder als optisches Zoom in Mobiltelefonen.

Was sie 2009 suchten und im Business-Inkubator der Empa auch fanden, waren die dringend benötigten Räume mit Infrastruktur und eine Forschergruppe in unmittelbarer Nachbarschaft, die an einem ähnlichen Thema arbeitete – elektroaktive Polymere oder anders ausgedrückt: künstliche Muskeln. Mit den Empa-Forschern um Gabor Kovacs und Silvain Michel konnten sie sich nicht nur fachlich austauschen, sondern auch gemeinsam ein geeigne-

tes Labor aufbauen. Ein Aspekt, der auch für die Empa wichtig ist. «Für uns ist es zentral, dass ein Jungunternehmen zur Empa passt, damit konkrete Forschungsk Kooperationen eingegangen werden können», sagt glaTec-Geschäftsführer Mario Jenni.

Unterschiedliche Herausforderungen

Jedes Jungunternehmen sieht sich mit ganz anderen Herausforderungen konfrontiert; bei Optotune standen Räumlichkeiten und Kontakt zu anderen Forschern im Vordergrund, andere Jungunternehmen brauchen Hilfe bei Marktabklärungen oder Coaching für Gespräche mit potenziellen Investoren. «Gerade in der Frühphase des Geschäftsaufbaus werden Weichen gestellt, die die zukünftigen Erfolgchancen massiv beeinflussen», sagt Jenni. Sich zum richtigen Zeitpunkt nach Unterstützung umzuschauen, ist für Firmengründer deshalb enorm wichtig. So sei es ratsam, sich Fachleute ins Team zu holen, etwa in wirtschaftlichen Belangen, oder sich bei Verhandlungen von erfahrenen Geschäftsleuten begleiten zu lassen. Jenni: «Das ist schlussendlich der Weg in die Unabhängigkeit.»

Was ist glaTec?

Der Förderverein glaTec führt an der Empa in Dübendorf ein Technologiezentrum, um Unternehmensgründungen und Innovationsprozesse im Bereich der Material- und Umweltwissenschaften zu fördern und zu unterstützen. glaTec wird getragen von der Empa, dem Wasserforschungsinstitut Eawag, der Glattaler Standortförderung glow, der Standortförderung des Kantons Zürich sowie den Städten Dübendorf und Zürich. www.glaTec.ch

Erfolg für glaTec

100 Expertinnen und Experten haben kürzlich im Auftrag des Instituts für Jungunternehmen, ifj, in St. Gallen Optotune zum besten Jungunternehmen des Jahres gewählt. Insgesamt umfasst das Ranking 100 Firmen aus der ganzen Schweiz. Auch die beiden glaTec-Firmen Qualysense (Platz 26) und Compliant Concept (Platz 73) haben es in die Top-100 geschafft.



Eine Spezialmatratze von Compliant Concept im Labortest.



Video:
**Künstliche Muskeln
für die Handy-
Kamera**

http://tv.empa.ch/empa_tv_neuartige_linsen_20090402.m4v
Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
(etwa mit der App «Scanlife»)

Als glaTec-Mieter kommen Spin-offs des ETH-Bereichs, externe Start-ups, ausgelagerte Forschungs- und Entwicklungseinheiten von Firmen sowie öffentlich-private Partnerschaften in Frage. Optotune ist ein Spin-off der ETH Zürich; gegenwärtig beherbergt das glaTec drei Empa-Spin-offs, ein externes Start-up und ein ABB-Spin-off (siehe Auflistung unten). «Unser Fokus liegt ganz klar auf Frühphasenprojekten im Bereich der Materialwissenschaften, Umweltwissenschaften und Technologie», so Jenni. Allerdings wird nicht jeder, der möchte, im Empa-Technologiezentrum aufgenommen: Das Auswahlverfahren hat es in sich; die Projekte werden vom glaTec-Beratungsausschuss streng evaluiert. Unternehmer, KTI-Start-up-Fachleute, Marketing-, Wirtschafts-, Rechts- und Finanzfachexperten prüfen die Anträge auf Herz und Nieren, klopfen die Gesuche hinsichtlich ihres Innovationspotenzials, der Marktrelevanz und der Umsetzbarkeit ab. Erst dann entscheidet die Direktion der Empa über die Aufnahme in ihren «Brutkasten».

Beratung, Unterstützung, Vermittlung

Oft rekrutiert sich aus dem Beratungsausschuss gleich auch noch der passende Coach für die Anliegen der Jungfirmen, wenn der erfahrene Unternehmer Mario Jenni nicht weiterhelfen kann. Ansonsten hat Jenni noch etliche Kontakte aus seinem Beziehungsnetz an der Hand oder steuert Tipps bei, wie und wo sich der richtige Experte für ein bestimmtes Problem finden lässt. Jenni arbeitet auch eng mit anderen Jungunternehmen-Förderern zusammen, beispielsweise der Kommission für Technologie und Innovation (KTI), dem Technologiezentrum der Empa in St. Gallen, tebo, oder dem ifj, dem Institut für Jungunternehmen.

Start-ups, die sich im Business-Inkubator einmieten, können bis zu drei Jahre bleiben. Sie profitieren in dieser Zeit vom vorteilhaften Mietzins und der erstklassigen Infrastruktur der Empa.

Danach sollten die Firmen über genügend Eigen- oder Fremdkapital verfügen, um sich anderswo niederzulassen – und Platz für Neues zu machen.

Optotune ist dies gelungen. Wie geplant, zogen sie diesen Sommer nach Dietikon ins Limmattal und sind nun dabei, die Produktion ihrer Linsen hochzufahren, um für die Produkt-Neueinführungen diverser Kunden bereit zu sein. Für die Starthilfe, die sie im glaTec erhalten hatten, sind die erfolgreichen Jungunternehmer dankbar. «Wir werden nie vergessen, was für freundliche und hilfsbereite Menschen wir an der Empa kennen lernen durften», so schrieben sie Mario Jenni.

Nach dem Wegzug von Optotune vom Empa-Areal sind aktuell fünf Firmen im Technologiezentrum eingemietet; drei davon sind Empa-Spin-offs:

- **Compliant Concept GmbH** entwickelt intelligente Bettsysteme mit dem Ziel das «Wundliegen» bettlägeriger Menschen zu verhindern.
- **Decentlab GmbH** bietet ein drahtloses Monitoringsystem zur flexiblen Überwachung von Bauwerken und Baustellen an.
- **Monolitix AG** entwickelt und vermarktet Komponenten und Systeme für den Maschinenbau, insbesondere Festkörpergelenke sowie nachgiebige Mechanismen und Systeme.
- **Qualysense AG**, ein externer Start-up, bietet ein Verfahren, um Getreidelieferungen tonnenweise und doch hochpräzise nach biochemischen Qualitätsmerkmalen zu sortieren.
- Der ABB-Spin-off **Micos Engineering GmbH** ist spezialisiert auf optische Instrumentierungen für die europäische Raumfahrt. //

Neue Departementsleiterin

Anfang Dezember hat der ETH-Rat die Chemikerin und Expertin für Luftschadstoffemissionen Brigitte Buchmann zum neuen Mitglied der Empa-Direktion ernannt. Am 1. September 2012 übernimmt sie die Leitung des Departements «Mobilität, Energie und Umwelt».



Brigitte Buchmann tritt als Departementsleiterin die Nachfolge von Peter Hofer an, der Mitte 2012 in Pension geht. Sie studierte Chemie an der Universität Zürich und promovierte 1988 auf dem Gebiet der metallorganischen Chemie. Danach vertiefte sie ihre Kenntnisse in Kernresonanz-Spektroskopie als wissenschaftliche Assistentin am Institut für Anorganische Chemie der Universität Zürich. 1989 trat Brigitte Buchmann in die Empa ein und leitete die Gruppe «Immissionen» in der Abteilung «Luftfremdstoffe». Mit viel Elan und Enthusiasmus übernahm sie als Projektleiterin das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL), das eine der Grundlagen für die Schweizerische Luftreinhaltepolitik bildet. Seit 1995 leitet sie zusätzlich das Weltkalibrierzentrum für Ozon im «Global Atmosphere Watch Programm» (GAW) der WMO (World Meteorological Organisation).

2002 übernahm Frau Buchmann die Leitung der Abteilung «Luftfremdstoffe/Umweltechnik» und setzte erstmals flächendeckend Satellitendaten zur Untersuchung der Luftqualität in der Schweiz ein. Als Mitglied der eidgenössischen Kommission für Weltraumfragen sowie als Schweizer ESA-Delegierte engagiert sie sich auf strategischer Ebene für den Einsatz von Satelliten für die Erdbeobachtung.

Der Blick ins Innere

Vor 20 Jahren – während des Weihnachtsessens, um genau zu sein – wurde der erste Computertomograph an die Empa geliefert. Heute ist die Empa im Bereich der industriellen Computertomographie eines der führenden Institute und betreibt vier Anlagen. Aber längst nicht nur Industriebauteile finden ihren Weg unter die Röntgenstrahlen ...

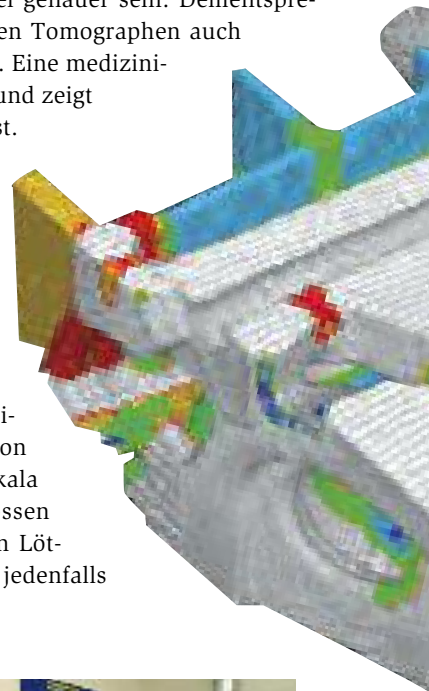
Sondern zum Beispiel auch Käse. Wie sieht die Lochverteilung in einem Schweizer Käse aus? Das war eine der Aufgaben, die der Empa bei einem Anwenderwettbewerb zugesandt wurden. Die interessantesten Anwendungen wurden ausgewählt und von ihnen je eine Computertomographie (CT) gratis gemacht. Auf den Querschnitten des Käses ist genau ersichtlich, wie viele Löcher er hat, wie gross diese sind und wo sie sich befinden.

Auch ins Innere einer Toblerone, von Trompeten, Nashornschädeln und keltischen Goldringen haben die Empa-CT-Experten schon geblickt. Allerdings sind diese «exotischen» Fälle dann doch eher die Ausnahme. Neun von zehn Aufträgen kommen aus der Industrie, denn die ist auf die «zerstörungsfreie Prüfung» von Bauteilen oder das dreidimensionale Vermessen angewiesen. Beispielsweise, wenn bei alten Bauteilen die Pläne nicht mehr vorhanden sind, aber neue Teile nach dem alten Muster hergestellt werden müssen. Vom Originalbauteil wird ein Computertomogramm angefertigt, das zeigt, wie dieses aufgebaut ist.

Im Unterschied zu einem medizinischen Computertomogramm müssen die industriellen sehr viel genauer sein. Dementsprechend dauert es beim industriellen Tomographen auch länger, bis alles durchleuchtet ist. Eine medizinische CT dauert gut 90 Sekunden und zeigt alles, was für die Ärzte wichtig ist.

Eine industrielle CT kann je nach Anlage und Material auch schon mal mehrere Stunden dauern.

Die Empa arbeitet mit einem der grössten Computertomographen Europas. Mit ihm lassen sich Aufnahmen von bis zu zwei Tonnen schweren Bauteilen machen, etwa Motorenteile von Lastwagen. Nach unten ist die Skala offen: Einen 25 Mikrometer grossen Fehler an einer millimeterkleinen Lötstelle spürt der Empa-Tomograph jedenfalls problemlos auf.



Alexander Flisch analysiert im Tomographen ein Fossil.

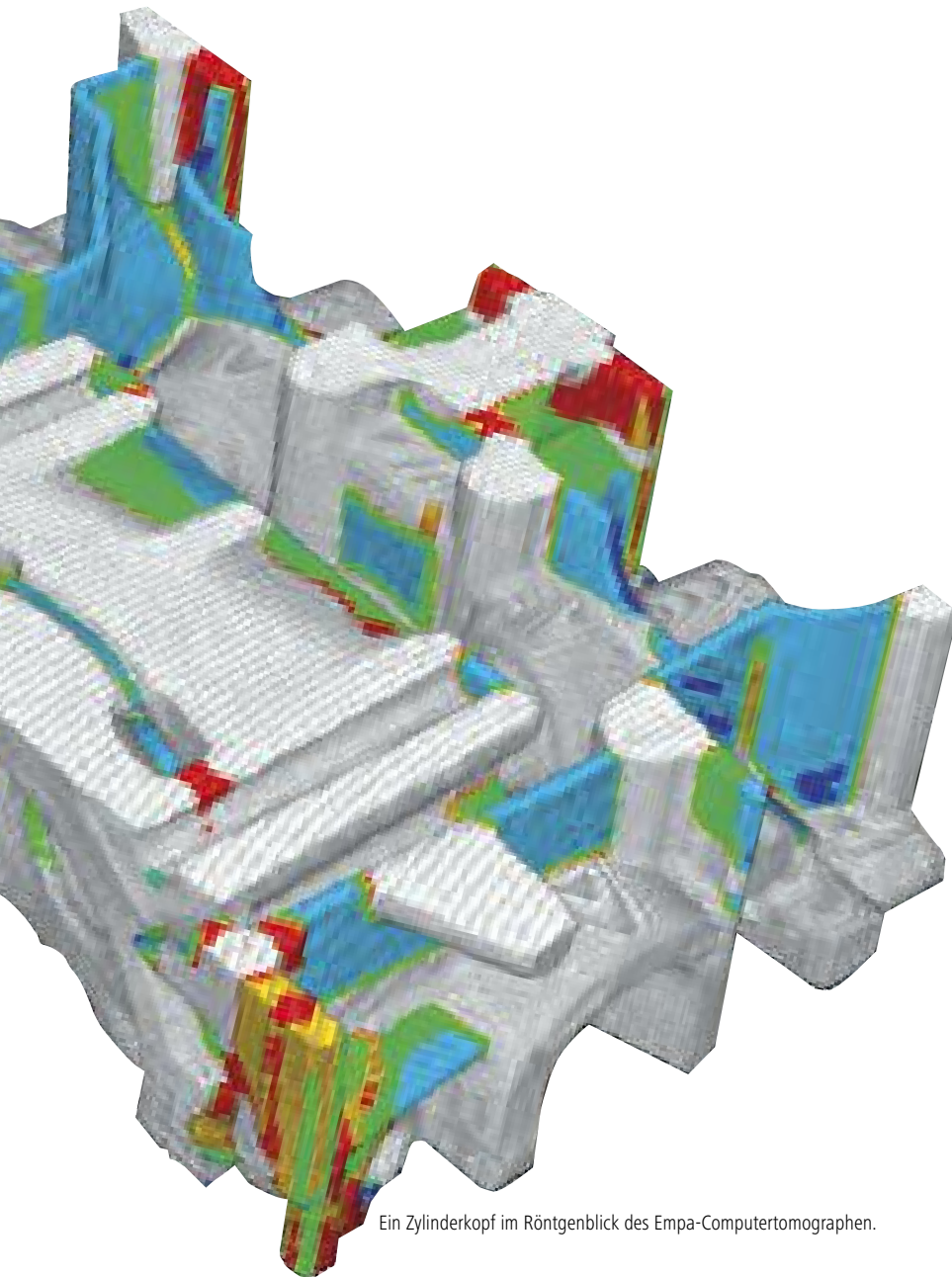


Vorhang auf: Design Preis Schweiz 2011

Annette Douglas hat für das KTI-Projekt «Schallabsorbierende, lichtdurchlässige und leichte Textilien» den begehrten «Design Preis Schweiz 2011» in der Kategorie «Textile Design Award A» erhalten. Ausgezeichnet wurde sie zusammen mit der Firma Weisbrod-Zürcher und den beiden Empa-Mitarbeiter Reto Pieren und Kurt Eggenschwiler, die die akustischen Grundlagen für den weltweit ersten schallabsorbierenden und lichtdurchlässigen Vorhang erarbeitet hatten.

Die beiden Experten der Abteilung «Akustik/Lärminderung» entwickelten zunächst ein Rechenmodell, das sowohl die mikroskopische Struktur der Gewebe als auch deren makroskopischen Aufbau abbildet. In Kombination mit akustischen Messungen an gewobenen Proben optimierten sie das Gewebe. Annette Douglas gelang es, die gesammelten Erkenntnisse webtechnisch zu übersetzen. Weisbrod-Zürcher schliesslich passte die anspruchsvollen Herstellungsprozesse so an, dass die Vorhänge industriell gefertigt werden können.

Die Jury lobte: Die Stoffe seien eine echte und wertvolle Innovation, die sich auf dem Markt bald durchsetzen dürfte. «Sie überzeugen durch eine zurückhaltend schlichte Erscheinung, die nicht ohne Eleganz und Klasse ist, und eröffnen ganz neue Möglichkeiten bei der Gestaltung von Innenräumen.»



Ein Zylinderkopf im Röntgenblick des Empa-Computertomographen.

Energie aus Klärschlamm

Aus Abfall Energie gewinnen – das ist das Thema von Silvan Weders Maturarbeit. Inspiriert von einem Artikel aus dem «Spektrum der Wissenschaft», nahm er Kontakt mit der Empa auf. «Das Ziel war, nur aus Abfallstoffen Energie zu gewinnen, damit die Energieproduktion nicht mit der von Lebensmittel konkurriert», sagt er. Zusammen mit dem Empa-Forscher Andreas Borgschulte baute er eine Versuchsanlage auf. In einem luftdicht verschlossenen Gefäss wird Bioabfall gelagert, zum Beispiel Pflanzenreste. Das Gefäss steht in einem konstant auf 60 Grad Celsius gehaltenen Wasserbad. Vorgängig ist der Bioabfall mit Klärschlamm angeimpft, der spezielle thermophile Bakterien enthält, die während der Gärung direkt Wasserstoff produzieren. Das entstandene Gas kann anschliessend zum Beispiel in einer Brennstoffzelle zur elektrischen Energieerzeugung verwendet werden.

Die Katastrophe in Fukushima habe die Diskussion über alternative Energien angekurbelt, sagt Silvan Weder, und «Die Einbettung des Themas in das aktuelle und globale Geschehen faszinierte mich und war eine zusätzliche Motivation.» Weltweit wird schon länger daran geforscht, aus Energiepflanzen wie etwa Mais Wasserstoff zu gewinnen. Der Bioabfall wäre eine umweltfreundlichere und preiswertere Alternative.

Meinung

Johann N. Schneider-Ammann



Bundesrat Johann N. Schneider-Ammann
Vorsteher des Eidgenössischen
Volkswirtschaftsdepartements (EVD)

“

Als Unternehmer habe ich oft die Zusammenarbeit mit der Empa gesucht; dabei habe ich realisiert, welche aussergewöhnlichen Leistungen die Empa erbringt. Sie ist für mich das Herzstück im Wissens- und Technologietransfer-Netzwerk der Schweiz und ein Schlüssel zum Innovationserfolg.

”

Veranstaltungen

9. Januar 2012

Seltene Metalle für Zukunftstechnologien
Empa, Dübendorf

13. Januar 2012

Faserverbundwerkstoffe im Automobilbau
und Transportwesen
Empa, Dübendorf

19. Januar 2012

Feinstaub – Inhaltsstoffe und Quellenzuordnung
Empa, Dübendorf

25. Januar 2012

Nanotechnologie für den Cleantech-Bereich
Stade de Suisse, Bern

5. März 2012

Holzforchung an der Empa
Empa, Dübendorf

7. März 2012

Nanotechnologie – Neue Materialien
mit Chancen und Risiken
Empa, Dübendorf

16. – 20. April 2012

Intensive course: Nanopowders and
Nanocomposites
Empa, Dübendorf

26./27. April 2012

3-Länder-Korrosionstag
Empa, Dübendorf

12./19./26. Juni 2012

Fahrzeugflottenmanagement –
ganzheitlich betrachtet
Empa, Dübendorf

Details und weitere Veranstaltungen unter
www.empa-akademie.ch

Ihr Zugang zur Empa:

