

Empa **News**

Magazin für Forschung, Innovation und Technologietransfer
Jahrgang 8 / Nummer 30 / August 2010



Solar Impulse: Pilotenkomfort unter Extrembedingungen 18

EMPA 
Materials Science & Technology

Überwachungssystem
für Europas Strassen 04

Standardisierte Beurteilung
von Nanorisiken 06

Saubere Technologien
erforschen und entwickeln 10

Cleantech: Weil wir keine Wahl haben

Die Empa hat abgehoben: Vom 7. auf den 8. Juli absolvierte der Solarflieger «Solar Impulse» seinen ersten Nachtflug, und André Borschberg, der Pilot, war dabei fast vollständig in Empa-Technologie «gehüllt». Sein Schutz- und Komfortanzug und auch der dazu passende Sitz wurden von Empa-Forschenden speziell für das



Vorzeigeprojekt entwickelt, um Borschberg sowie den zweiten Piloten und Mitbegründer, Bertrand Piccard, vor den extremen Bedingungen im Cockpit zu schützen – und dadurch die Erdumrundung gänzlich ohne fossilen Treibstoff, nur mit Sonnenenergie überhaupt erst zu ermöglichen.

Das «Solar Impulse»-Team verfolgt hehre Ziele – erneuerbare Energien ins Rampenlicht stellen und dadurch die Bevölkerung zum Umdenken bringen, damit von unseren natürlichen Ressourcen auch

für folgende Generationen noch etwas übrig bleibt. Oder wie Piccard es während der Medienkonferenz anlässlich des ersten Übernachtversuchs in Payerne sagte: «Wir wollen jeder und jedem auf diesem Planeten zeigen, dass wir nicht so stark von fossilen Energieträgern abhängen, wie wir dies immer glauben.»

Damit passen Piccard und sein Team perfekt zum Fokus-Thema der aktuellen EmpaNews, in dem sich alles um Cleantech dreht, also um «saubere» Technologien von morgen, die die Umwelt möglichst nicht belasten und die natürlichen Ressourcen schonen. Denn eins ist klar: So wie bisher, können wir unmöglich weiterwirtschaften.

Die Empa engagiert sich nicht erst seit Aufkommen des momentanen Cleantech-Hype stark im Bereich umweltverträgliche Technologien; bei drei der fünf «Research Focus Areas» an der Empa – Natürliche Ressourcen und Schadstoffe, Materialien für Energietechnologien sowie Sustainable Built Environment – steht der Nachhaltigkeitsgedanke im Zentrum. Nehmen Sie im vorliegenden Magazin einige konkrete Einblicke – etwa über energieeffiziente Antriebssysteme und erneuerbare Energien.

Viel Vergnügen!

Michael Hagmann
Leiter Kommunikation

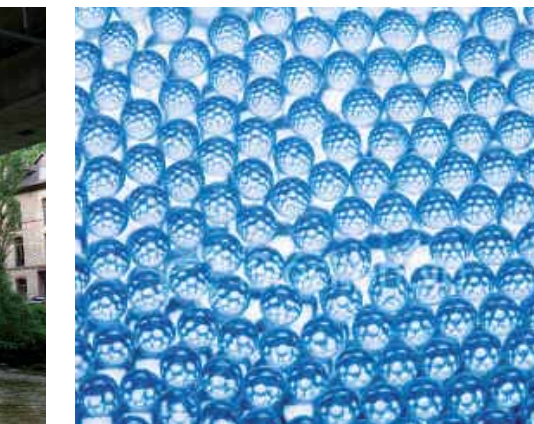


Zerstörungsfrei & automatisch
Überwachungssystem für
Europas Strassen 04



Titelbild

Damit die Piloten von «Solar Impulse» während den Etappen weder schwitzen noch frieren, lieferten die Textil-Fachleute der Empa ein besonderes Bekleidungssystem. André Borschberg, CEO und Mitbegründer von Solar Impulse und Pilot des ersten Nachtflugs überhaupt in einem Solarflugzeug, in der Empa-Klimakammer.



Proaktiv & zuverlässig
Standardisierte Beurteilung
von Nanorisiken 06



Ökologisch & ökonomisch
Projekte für saubere
Verbrennungsmotoren 12



Aktuell & direkt
Mit Empa-Forschenden
im Labor 23

Impressum

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

Redaktion & Gestaltung
 Abteilung Kommunikation

Kontakt
 Telefon +41 44 823 47 33
 empanews@empa.ch
 www.empanews.ch

Erscheint viermal jährlich



ISSN 1661-173X

Forschung und Entwicklung

- 04 Kontrolle: virtuell statt visuell
- 06 Auf die Methode kommt es an
- 08 Sanfte Bakterienkeule
- 09 Implantate für die Ewigkeit?
- Fokus: Cleantech – saubere Technologien**
- 10 Saubere Sache
- 12 Motorentuning – einmal anders
- 15 Fahrt ins Grüne
- 16 Neue Wege in Industriepartnerschaften

Wissens- und Technologietransfer

- 18 Solar Impulse: Pilotenkomfort unter Extrembedingungen
- 21 Füße ohne Blasen
- 21 Die Wasserstoff-Kaffeemaschine

Wissenschaft im Dialog

- 22 Wissenschaft zum Apéro
- 23 SP-Fraktion besucht die Empa
- 23 Schnuppern im Biolabor
- 24 Veranstaltungen

Kontrolle: virtuell statt visuell

Visuelle Zustandskontrollen am europäischen Strassen- und Schienennetz werden immer seltener. Geräte überwachen die Bauten permanent, die gesammelten Daten werden ausgelesen oder per Funk an eine Zentrale geschickt. Das EU-Forschungsprojekt «Istimes» geht jetzt noch weiter, indem es die Systeme vernetzt. Die Empa steuert ihr interdisziplinäres Know-how auf den Gebieten Sensortechnik, Datenübermittlung und zerstörungsfreie Prüfung bei.

TEXT: Rémy Nideröst / BILDER: Empa



1



2

Europa besitzt ein engmaschiges und gleichzeitig stark beanspruchtes Strassen- und Schienennetz. Auf Autobahnen beispielsweise führt hohes Verkehrsaufkommen regelmässig zu Staus, aber auch zu Strassenschäden. Im Alpenraum «leiden» Brücken und Tunnels zudem unter der Witterung. Ähnlich ergeht es dem Schienennetz – immer mehr Züge verkehren immer schneller und setzen dem Material zu. Alle Verkehrswege ständig auf Schäden zu kontrollieren, ist eine schwierige Aufgabe – finanziell und personell, aber auch wegen der damit einhergehenden Beeinträchtigung des Verkehrs.

Während visuelle Inspektionen und zerstörende Prüfungen wie Bohrungen nach wie vor eine wichtige Rolle spielen, ist heute vieles bereits automatisiert und beruht auf Verfahren, mit denen Bauwerke zerstörungsfrei überprüft werden können. Bei besonders stark belasteten Streckenabschnitten sowie bei Brücken und Tunnels erfassen oft integrierte Sensoren permanent die Belastungen und registrieren eventuelle Veränderungen.

So werden etwa an der Winterthurer Storchbrücke die Belastungen der Schrägseilkabel erfasst und die Daten via Mobilfunkverbindung direkt an die Empa nach Dübendorf übermittelt, wo diese ausgewertet werden. Besonders überwacht wird die Brücke, weil zwei ihrer 24 Schrägseilkabel nicht – wie üblich – aus Stahl, sondern aus wesentlich leichteren und nicht korrodierenden kohlenstoffverstärkten Kunststoffen sind, einer Empa-Entwicklung und beim Bau im Jahr 1996 weltweit ein Novum.

Automatisierung – auf die Spitze getrieben

Das Ende 2009 angelaufene EU-Forschungsprogramm «Istimes» («Integrated System for Transport Infrastructure Surveillance and Monitoring by Electromagnetic Sensing») geht nun noch deutlich weiter. Das im 7. EU-Rahmenprogramm geförderte Projekt will in den nächsten drei Jahren ein integriertes Überwachungs- und Beobachtungssystem für Verkehrs- und Transportinfrastrukturen entwickeln, basierend auf verschiedenen elektromagnetischen Sensoren, etwa für Temperatur, Feuchte, Schwingungen oder Bewegung, die in ein automatisiertes Netzwerk integriert werden. Am Projekt beteiligt sind Forschungsinstitutionen und Behörden aus sieben europäischen Ländern, darunter als einziger Schweizer «Vertreter» die Empa, sowie neun Industriefirmen. Ziel des Projekts ist ein zuverlässiges Monitoring-System, das

dann bei zwei Strukturen eingebaut und getestet werden soll, einer Autobahnbrücke – der Sihllochstrasse in Zürich – und einem Eisenbahntunnel in der süditalienischen Region Potenza.

Empa steuert Georadar bei

Eine wichtige Aufgabe besteht zunächst einmal darin zu bestimmen, welche Daten überhaupt aussagekräftig sind und daher ermittelt und ausgewertet werden sollten. Die Empa ist für dieses Teilprojekt zuständig, während das Gesamtprojekt vom italienischen Konsortium «Tern» geleitet wird, dem «Earth Observation and Natural Hazards Technologies Consortium», das die Empa auch zur Mitarbeit am EU-Projekt eingeladen hatte – wohl nicht zuletzt wegen der viel beachteten Arbeiten der Empa auf dem Gebiet der zerstörungsfreien Prüfung von Verkehrsbauwerken mit Georadar. Dieser Georadar wird bei Istimes eine wichtige Rolle spielen. Das Verfahren beruht auf einem elektromagnetischen Signal, das von einer Antenne abgestrahlt wird. Die Reflexionen dieses Signals, die an einer Schichtgrenze wie der Unterseite des Strassenbelags entstehen, werden aufgezeichnet und ausgewertet. Die mobile Anlage ermöglicht eine effiziente Untersuchung von Strassen und Brücken bei minimaler Behinderung des fliessenden Verkehrs. Die Radaruntersuchungen zeigen beispielsweise die Dicke des Asphaltbelages oder die Lage von Bewehrungen im Beton. Und auch bei Eisenbahnstrecken kommt der Georadar zum Einsatz, etwa um den Zustand und die Dicke des Schotterbetts zu ermitteln. Ein solcher Georadar soll in Zukunft auch in Bussen oder Bahnen eingebaut werden, die so ständig den Zustand eines Streckenabschnittes untersuchen – bei der Sihllochstrasse könnte dies etwa ein Regionalbus sein.

Warnen – bevor etwas geschieht

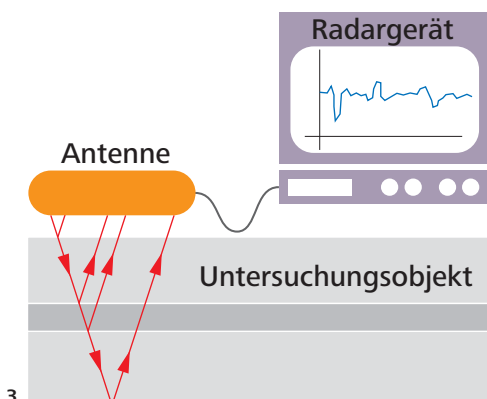
Doch auch die anderen Istimes-Partner bringen ihre Kompetenzen in das EU-Projekt ein. So liefert beispielsweise ein norwegisches Unternehmen die für gewisse Sensoren wichtigen optischen Elemente. Eine rumänische Firma ist spezialisiert auf Luftbilder – kombiniert mit von Satelliten ausgeführten Höhenmessungen geben diese Aufschluss über Veränderungen im Gelände. Das Istimes-Überwachungssystem könnte dadurch zum Beispiel frühzeitig eine Warnung ausgeben, wenn ein Hügel und die darauf stehende Brücke ins Rutschen kommen. //

1 Die Sihllochstrasse in Zürich, eines der Forschungsobjekte im EU-Projekt «Istimes».

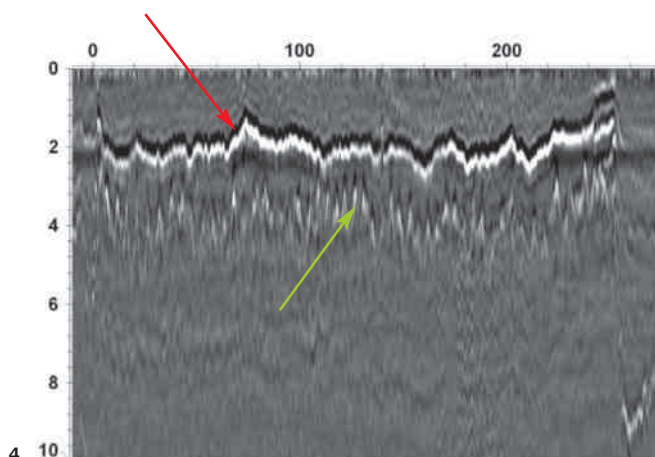
2 Mobile Georadar-Anlage der Empa zur Untersuchung von Strassen und Brücken.

3 So funktioniert ein Georadar: Ein von einer Antenne abgestrahltes elektromagnetisches Signal dringt in das untersuchte Objekt ein und wird beispielsweise an einer Schichtgrenze reflektiert. Diese Reflexionen werden über die Antenne registriert und geben Aufschluss über den Schichtaufbau.

4 Ein rund dreihundert Meter langes Radar-Längsprofil einer Brücke: Der rote Pfeil signalisiert den Übergang Asphalt-Beton, der grüne die oberste Bewehrungslage. Somit können die Asphaltstärke und die Tiefe der Bewehrungslage im Beton bestimmt werden.



3



4

Auf die Methode kommt es an

Häufig hinkt die Sicherheitsforschung der Entwicklung neuer Technologien einen Schritt hinterher und kann somit nur reagieren. Die noch junge Nanotechnologie bietet die Möglichkeit, Risiken schon vor dem grossflächigen Einsatz von «Nano» zu orten. Die Empa ist eines der weltweit führenden Institute, wenn es darum geht, standardisierte – und damit aussagekräftige – Methoden zur Beurteilung von Nanorisiken zu etablieren.

TEXT: Beatrice Huber / BILDER: Empa, iStock

Neue Technologien bringen stets beides mit sich: Chancen und Risiken. Die Nanotechnologie ist keine Ausnahme. Doch während bei anderen Technologien vermeintliche und tatsächliche Risiken oft erst abgeklärt wurden, nachdem die Technologie bereits etabliert war, soll es bei der Nanotechnologie anders laufen. Weltweit sind zahlreiche Projekte im Gange mit dem Ziel, etwaige Risiken von Nanomaterialien zu beurteilen. Daran beteiligt sind die Nanotoxikologinnen und Nanotoxikologen der Empa. Ihnen geht es dabei vor allem auch um zuverlässige Testmethoden.

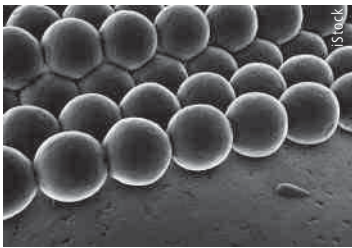
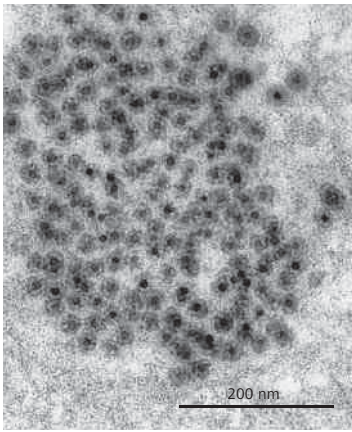
Standardisierung bringt Aussagekraft

Bisherige Studien zur Toxizität – zur «Gifigkeit» – von Nanomaterialien lieferten häufig Widersprüchliches. Je nachdem, mit welchen Modellen – etwa unterschiedliche Zelltypen oder Organe – und Methoden die Nanomaterialien getestet wurden, waren sie mal schädlich, mal unbedenklich. Aussagekräftige Studien sehen anders aus. Inzwischen wächst die Einsicht, dass nur standardisierte Testverfahren und -methoden reproduzierbare Resultate liefern können. «Erst die Validierung von Versuchen führt zu zuverlässigen Aussagen», sagt Harald Krug (siehe auch Interview).

Im Rahmen der «International Alliance for Nano Environmental and Health Safety Harmonization» hatten sich 2008 die Empa und weitere Forschungsinstitute aus aller Welt zusammengeschlossen, um robuste Methoden und Standardvorgehensweisen (so genannte SOP, «Standard Operating Procedures») zu etablieren. In der Zwischenzeit haben die Institute bereits ver-



«Wir wollen verlässliche Aussagen über das Risiko machen.»



Nanomaterialien im Brennpunkt: Weltweit sind – mit Beteiligung von NanotoxikologInnen der Empa – zahlreiche Projekte am Laufen mit dem Ziel, etwaige Risiken zu beurteilen.

Video-Podcast

Harald Krug beantwortet Fragen zur Nanotechnologie unter www.empa.ch/EmpaTV-Technoseum

schiedene Ringversuche durchgeführt; das heisst, mehrere Institute haben die gleichen Versuche nach den gleichen Vorgaben gemacht. Dabei zeigte sich, dass nur mit SOP auch wirklich reproduzierbare Ergebnisse erreicht werden können.

Das Projekt «VIGO» des «Competence Centre for Materials Science and Technology» des ETH-Bereichs widmet sich ebenfalls der Standardisierung biologischer Methoden. Beteiligt sind Forschende der Empa und der EPF in Lausanne, die die bestehenden Methoden überprüfen und dadurch Schwachstellen eliminieren wollen. Mit «Marina» ist ein ähnliches Projekt auf europäischer Ebene in Vorbereitung. «Mit VIGO ist die Schweiz bereits einen Schritt weiter als das übrige Europa», sagt Krug. Und VIGO ist nicht das einzige Projekt im Bereich Risikobeurteilung von Nanomaterialien, in dem die Schweiz eine Vorreiterrolle einnimmt.

Vorsorgeraster – Hilfsmittel für KMU

Auch der im Auftrag des Bundesamtes für Gesundheit unter Mitarbeit von Empa-Fachleuten entwickelte «Vorsorgeraster synthetische Nanomaterialien» stösst im Ausland auf Interesse. Nach gut einjähriger Testphase liegt der Vorsorgeraster seit März 2010 nun in einer überarbeiteten elektronischen Version vor. Er soll helfen, Unsicherheiten bei der Produktion und im Umgang mit Nanomaterialien, zum Beispiel am Arbeitsplatz, besser erkennen und Massnahmen einleiten zu können. Damit haben vor allem KMU (kleine und mittlere Unternehmen), die sich im Gegensatz zu Grossunternehmen häufig keine Abteilung für Arbeitssicherheit leisten können, ein wertvolles Instrument zur Hand,

um mit dem noch bestehenden Nicht-Wissen richtig umzugehen. Sie können so abschätzen, ob eine detaillierte Risikobeurteilung nötig ist oder nicht.

«DaNa» schafft Transparenz und informiert

Die Gesellschaft hat ein Recht, über Chancen und Risiken von Nanomaterialien informiert zu werden. Diese Ansicht vertritt das Projekt «DaNa», zu dessen Partnern die Empa zusammen mit fünf deutschen Instituten zählt. DaNa steht für Erfassung, Bewertung und breitenwirksame Darstellung von gesellschaftlich relevanten Daten und Erkenntnissen zu Nanomaterialien. Die Website www.nanopartikel.info soll Klarheit über das bestehende Wissen schaffen, aber auch über Wissenslücken informieren. Konsumentinnen und Konsumenten erhalten seriöse und verständliche Informationen zu Nanomaterialien und anderen Aspekten der Nanotechnologie. DaNa ist aus dem abgeschlossenen, vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung finanzierten Projekt «NanoCare» hervorgegangen. //

Der Empa-Nanotoxikologe Harald Krug beschäftigt sich seit 20 Jahren mit Nanotechnologie und den möglichen Chancen und Risiken. EmpaNews unterhielt sich mit ihm über die Sicherheitsforschung an der Empa.

Herr Krug, warum engagiert sich die Schweiz für Sicherheitsforschung?

Dazu muss ich ein wenig ausholen: Die Sicherheitsforschung gehört zur Technikgeschichte des Menschen. Schon die alten Römer haben beobachtet, dass sich bestimmte Arbeitsbedingungen, beispielsweise im Bergbau, negativ auf die Gesundheit der Menschen auswirken können. Die Sicherheitsforschung war und ist immer ein Spiegelbild der Kultur eines Landes und seiner Kritikfähigkeit. Für die Schweiz, die nur mit qualitativ hochstehenden Produkten wettbewerbsfähig ist, sind sichere Produkte absolut zwingend. Deswegen investiert sie in Sicherheitsforschung.

Was ist nun neu bei der Nano-Sicherheitsforschung?

Bislang rannten wir meist einen Schritt hinterher und haben daher nur reagiert. Die Nanotechnologie bietet nun die Möglichkeit zu agieren. Die so genannte begleitende Sicherheitsforschung findet parallel zur Entwicklung von Nanoprodukten statt, das heisst, bevor Hunderte von Tonnen an Nanomaterialien in die Umwelt gelangt sind.

Welche Rolle spielt dabei die Empa?

Wir zählen zu den weltweit führenden Instituten auf dem Gebiet der Nanotoxikologie. Wir forschen nicht nur an konkreten Fragestellungen – etwa der Wirkung von Nanomaterialien auf Immunzellen –, sondern entwickeln auch neue Strategien, Methoden und Modelle, um ein möglichst hohes Mass an Standardisierung zu erreichen. Dies entspricht auch der Gesamtstrategie der Empa. Unser Ziel ist es, verlässliche Aussagen über bestehende und mögliche zukünftige Risiken zu machen. Das Schöne an unserer Arbeit: Sie bleibt nicht ohne Wirkung; unsere Meinung ist weltweit gefragt. //



Sanfte Bakterienkeule

Welchen Einfluss haben die Herstellungsbedingungen auf die Eigenschaften neuartiger Polymerschichten mit eingelagerten Silber-Nanopartikeln? Empa-Forschende haben diese Frage untersucht und können nun die Beschichtungen «massschneidern». Silberionen töten Bakterien ab; menschliches Gewebe dagegen wird geschont.

TEXT: Beatrice Huber

1



2

Silberionen sind kleine Wunderwaffen im Kampf gegen Bakterien. Sie töten diese äusserst effizient ab und wirken sehr breit gegen Hunderte von Bakterienstämmen. Dies macht Silber als Zusatz auf Wundauflagen oder Implantaten sehr beliebt. «Viel hilft viel» kann jedoch auch zu viel sein, denn in hohen Konzentrationen schädigen Silberionen menschliche Zellen und Gewebe. Gesucht sind also Schichten mit eingelagertem Silber, die genau das therapeutische Fenster der Silberionen nutzen.

Empa-Forschende in St. Gallen um Enrico Körner und Dirk Hegemann haben im Rahmen des EU-Projekts EMBEK1 (Polymer-basierte, multifunktionale, bakterielle Materialien) neuartige nanostrukturierte Polymerschichten entwickelt. «Wir untersuchten, wie die Bedingungen während der Herstellung den Schichtaufbau beeinflussen, und wie dieser sich wiederum auf die Freisetzung der Silberionen auswirkt», sagt Enrico Körner. «Denn die Freisetzung bestimmt letztendlich die antibakterielle Wirkung der Schichten.»

Silber-Nanopartikel fest eingebaut

Hergestellt werden die Schichten in Hochfrequenzplasmareaktoren. Darin wächst die Polymerschicht auf einem Trägermaterial heran. Als Ausgangsstoffe dienen die Gase Ethylen (C_2H_4) und Kohlendioxid (CO_2). Der nötige Energieeintrag erfolgt über Elektro-

den, wobei der Prozess nahe Raumtemperatur verbleibt. Um nun gleichzeitig Silber-Nanopartikel fest in die Plasmaschicht einzubauen, besteht eine Elektrode aus reinem Silber.

Das Empa-Team variierte einzelne Prozess-Parameter, etwa das Verhältnis der beiden Gase und die Eingangsleistung der Elektroden. Dabei zeigte sich, dass ein höheres Verhältnis von CO_2 zu C_2H_4 dazu führt, dass die Silberpartikel kleiner sind sowie mehr Silber eingebaut und homogener verteilt wird. Eine höhere Eingangsleistung fördert auch den Einbau, lässt aber die Nanopartikel grösser werden. In kinetischen Versuchen untersuchte das Team schliesslich, welche Schichten wie viel Silberionen freisetzen, und brachten diese Ergebnisse zu parallel dazu durchgeführten Bakterien- und Zelltests in Beziehung. «Wir konnten somit die Modalitäten bestimmen, unter denen die nanostrukturierten Polymerschichten sowohl antibakterielle als auch zytokompatible, also zellfreundliche Eigenschaften aufweisen», fasst Enrico Körner die Resultate zusammen.

Die Arbeit geht weiter. So werden die Resultate eingesetzt, um den Herstellungsprozess vom Labormassstab in die hauseigene Pilotanlage zu überführen, das heisst in die Vorstufe zur industriellen Produktion. Zudem versuchen die Forschenden, Gradienten in den Schichten anzulegen und so die zeitliche Freisetzung der Silberionen noch genauer zu steuern. //

1 Silberionen töten sehr effizient Bakterien ab, weshalb sie für Wundauflagen interessant sind. Zu viel Silber kann jedoch menschliche Zellen schädigen. (Bild: iSock)

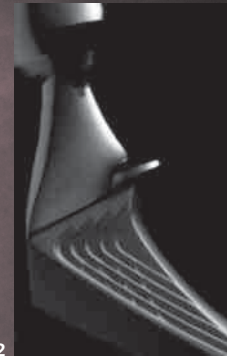
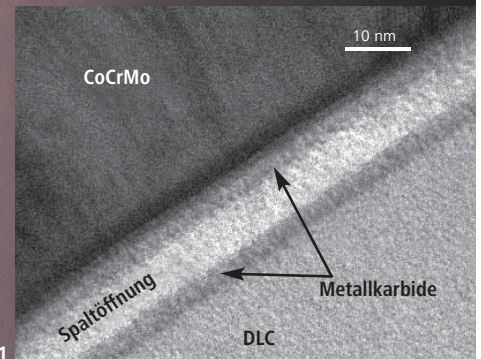
2 Empa-Forschende entwickeln neuartige nanostrukturierte Polymere mit eingebauten Silber-Nanopartikeln. Diese Schichten sollen genau das therapeutische Fenster der Silberionen nutzen. Zur Herstellung werden Hochfrequenzplasmareaktoren eingesetzt. (Bilder: Empa)

Literaturhinweis: «Formation and distribution of silver nanoparticles in a functional plasma polymer matrix and related Ag⁺ release properties», E. Körner, M. Aguirre, A. Ritter, G. Fortunato, J. Rühle, D. Hegemann, *Plasma Processes and Polymers*, online veröffentlicht am 22. Juni 2010

Implantate für die Ewigkeit?

Extrem harte Beschichtungen aus diamantartigem Kohlenstoff verlängern bei Werkzeugen und Bauteilen die Einsatzdauer. In künstlichen Gelenken versagen die Beschichtungen allerdings oft, weil sie sich ablösen. Empa-Forschende untersuchten die Schichten und fanden heraus, warum.

TEXT: Rémy Nideröst / BILDER: Empa, iSock



1 Ursache für das Versagen gefunden: Schichten aus diamantartigem Kohlenstoff (DLC) können sich von Implantaten lösen, wenn sich Risse und Spalten (helle Zone) in der Reaktionsschicht zwischen dem Implantatmaterial und der DLC-Schicht bilden.

2 Die Empa entwickelte zusammen mit Industriepartnern eine Methode, mit der sich die zu erwartende Lebensdauer eines mit DLC beschichteten Implantats im menschlichen Körper voraussagen lässt.

Ob auf Computerfestplatten, Sägeblättern, Prägwerkzeugen, Rasierklingen oder Einspritzdüsen: extrem harte Schichten aus diamantartigem Kohlenstoff (englisch «Diamond-like Carbon», DLC) bewähren sich schon länger. Sie vermindern den Abrieb und verleihen Werkzeugen und Bauteilen deshalb eine längere Einsatzdauer. Was liegt also näher, als DLC auch auf medizinische Implantate wie künstliche Gelenke aufzubringen? Denn auch hier ist Abrieb ein Problem.

DLC hatte in den Labors der Hersteller etliche Tests *in vitro* bestanden und sich als körperverschleißfest und resistent gegen das relativ aggressive Körpermilieu erwiesen. Implantiert in den menschlichen Körper, traten jedoch nach einigen Jahren gravierende Probleme auf. Abrieb lag jedoch nicht vor, aber die Schichten hatten sich ohne erkennbaren Grund vom Implantatmaterial gelöst.

Grenzfläche im Visier

In einem von der Förderagentur für Innovation (KTI) und der Medizinaltechnikfirma Synthes GmbH finanziell unterstützten Projekt ging die Empa den Ursachen für dieses Ablösen auf den Grund. Dazu führten die Forschenden akribische Untersuchungen der Grenzflächen zwischen dem Implantatmaterial und der Beschichtung durch. Beim Zusammenfügen von zwei Materialien entsteht in der Grenzfläche

eine nur wenige Atomlagen dünne Reaktionsschicht – und somit ein neues Material. Die Forschenden zeigten, dass die bisher kaum beachtete Reaktionsschicht für das Ablösen der DLC-Schicht verantwortlich war, da sie nicht korrosionsstabil ist.

So entstanden einerseits durch Spannungsrisskorrosion Risse in der Reaktionsschicht. Die mechanische Belastung führte zusammen mit der eindringenden Körperflüssigkeit zu einem langsamen Risswachstum und dadurch nach und nach zum Ablösen der DLC-Schicht. In anderen Fällen war Spaltkorrosion für die Schädigung verantwortlich. Dabei bildet sich in feinen Spalten mit der Zeit ein aggressives, saures Medium, das allmählich die Reaktionsschicht zerfrisst, was ebenfalls zur Ablösung führt.

Verfahren, um Lebensdauer zu bestimmen

Neben einer korrosionsstabilen Reaktionsschicht entwickelte die Empa gemeinsam mit Synthes und dem Beschichter Ionbond ein Verfahren, mit dem die Geschwindigkeit des Risswachstums bei Spannungsrisskorrosion unter körperähnlichen Bedingungen bestimmt werden kann; daraus lässt sich dann die zu erwartende Lebensdauer der beschichteten Implantate im menschlichen Körper berechnen. Auch für die Spaltkorrosion kann mit dem Testverfahren die zu erwartende Lebensdauer des eingesetzten Implantats vorausgesagt werden. //

Saubere Sache

Cleantech ist in aller Munde. Gemeint sind dabei saubere, ökologisch wie ökonomisch nachhaltige Technologien, die mit (endlichen) Ressourcen deutlich sparsamer umgehen und die Umwelt möglichst wenig belasten. Für die Empa ist Cleantech ein zentrales Anliegen – und dies nicht erst, seit der Begriff «trendy» ist.

TEXT: Michael Hagmann / BILD: iStock





Die Schweizer waren es vermutlich für einmal nicht: Wer den Begriff «Cleantech» erfunden hat, lässt sich nicht genau eruieren. Und auch die Definition des Begriffs ist eher vage, ungefähr. Klar ist dagegen, dass sich viele Leute unglaublich viel von «Cleantech» versprechen, manche gar nichts Geringeres als die Rettung der Welt – oder zumindest des Wirtschaftssystems, indem es Ressourcen schonende Produktionstechniken mit nachhaltigem Wachstum in Einklang bringen soll. Auch die Schweiz setzt seit einiger Zeit stark auf Cleantech, wie etwa der von Bundespräsidentin Doris Leuthard im November 2009 angekündigte «Masterplan Cleantech Schweiz» zeigt.

Doch was genau verbirgt sich hinter dem Zauberwort? Einfach gesagt: Alles, was den Verbrauch natürlicher Ressourcen reduziert und den Energieverbrauch sowie die Umweltbelastung senkt. Also zum Beispiel Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz, etwa bei Gebäuden oder im Mobilitätsbereich (siehe Artikel auf Seite 12); erneuerbare Energien sowie innovative Ansätze zur Energienutzung und -speicherung (siehe Artikel auf Seite 16); Luft- und Wasserschutzmassnahmen beziehungsweise Technologien, mit denen Verschmutzungen gar nicht erst anfallen, sowie innovative Recycling- oder Re-use-Systeme, etwa für den wachsenden Berg an Elektroschrott.

Bei Cleantech geht es jedoch nicht nur darum, neue Technologien zu entwickeln und bestehende auf Nachhaltigkeit zu trimmen. Es müssen auch Methoden etabliert werden, um Nachhaltigkeit überhaupt beurteilen zu können, etwa so genannte Lebenszyklusanalysen (LCA). Das Beispiel Biotreibstoffe zeigt eindrücklich, dass neue Produkte zwar auf den ersten Blick das Klima durch einen geringeren CO₂-Ausstoss schonen, über den gesamten Lebenszyklus betrachtet jedoch deutlich schwerer wiegende Umweltauswirkungen mit sich bringen (siehe Artikel auf Seite 15).

Sämtliche genannten Cleantech-Beispiele sind Themen, an denen die Empa zum Teil schon seit längerem forscht. Dieser «Fokus» stellt einige davon vor. Andere waren bereits in früheren Ausgaben der EmpaNews im Zentrum, zum Teil auch als spezielle Fokus-Themen wie die Photovoltaik (EmpaNews 28), Wasserstoff als Energieträger der Zukunft (EmpaNews 26) oder LCA als Methode der Technologiefolgenabschätzung (EmpaNews 23). //

Motorentuning – einmal anders

Cleantech umfasst unter anderem die Verbesserung etablierter, weit verbreiteter Technologien, sofern diese die Umweltbelastung und den Verbrauch natürlicher Ressourcen signifikant senken. So sind sauberere Verbrennungsmotoren durchaus möglich, wie verschiedene Empa-Projekte zeigen.

TEXT: Beatrice Huber

Die heutige Mobilität basiert nach wie vor auf «uralten» Erfindungen. Der Ottomotor wurde 1876 patentiert, der Dieselmotor stammt aus dem Jahr 1892. Elektromotoren sind sogar noch älter. Seit damals haben diese Motoren viele Verbesserungen erfahren, an ihre Entwicklungsgrenzen sind sie allerdings noch lange nicht gestossen.

«20-Prozent-Massnahmen» zur CO₂-Reduktion

Das Treibhausgas Kohlendioxid (CO₂) steht im Kampf gegen den Klimawandel im Zentrum. So dürfen in der EU ab 2015 neu in Verkehr gesetzte Autos im Normzyklus im Schnitt nur noch 130 Gramm CO₂ pro Kilometer ausstossen (in der Schweiz wird ein Grenzwert von 150 Gramm pro Kilometer diskutiert), auf 2020 soll der Wert auf 95 Gramm sinken. 2009 lag der Wert in der Schweiz bei 167 Gramm. «Mit den heute diskutierten neuen Antriebskonzepten lassen sich die CO₂-Emissionen um jeweils rund 20 Prozent senken», sagt Christian Bach, Leiter der Empa-Abteilung «Verbrennungsmotoren». «Erdgas- oder Wasser-

stoffantriebe, erneuerbare Energie, Hybrid- oder Elektroantriebe oder auch die Entwicklungspotenziale beim Verbrennungsmotor – diese Massnahmen führen einzeln zu dieser Reduktion. Um die CO₂-Emissionen wesentlich zu senken, beispielsweise zu halbieren, reicht das Herauspickeln einer dieser Massnahmen nicht. Dazu ist die Kombination mehrerer solcher Einzelmassnahmen nötig.» Genau das ist der Grund, weshalb die Empa zusammen mit der ETH Zürich an neuen Brennverfahren für Erdgas-/Biogasantriebe und an der elektrischen Hybridisierung solcher Motoren arbeitet. Industriepartner sind die Volkswagen-Forschung und Bosch.

Erdgas beziehungsweise Biogas besteht hauptsächlich aus Methan. Aufgrund seiner chemischen Struktur (vier Wasserstoffatome um ein Kohlenstoffatom) entsteht bei der Verbrennung von Methan – im Vergleich zu Benzin und Diesel – rund 25 Prozent weniger CO₂ pro Energieeinheit. Methan hat jedoch auch eine dunkle Seite: Es ist ein starkes Treibhausgas, mehr als 20-mal klimaschädlicher als CO₂. Wenn organische Abfälle, vor allem aus der Land-

Video-Podcast

Erfahren Sie mehr zur Kehrmaschine «Bucher Schörling CityCat H₂» und zum Motorenlabor der Empa unter www.empa.ch/EmpaTV-hymuve beziehungsweise www.empa.ch/EmpaTV-Motorenlabor



2

1

Erdgastankstelle in Zürich: Das Fahren mit Erdgas wie auch das Beimischen von Biogas, hergestellt aus organischen Abfällen, sind zwei von mehreren möglichen «20-Prozent-Massnahmen», um die CO₂-Emissionen zu reduzieren. (Bild: Empa)

2

Zusammen mit Partnern aus Industrie und Hochschulen arbeitet die Empa im Rahmen des Projekts CLEVER an einem sauberen und effizienten Fahrzeug. Dieses soll nur die Hälfte an CO₂ von einem vergleichbaren Benzinfahrzeug ausstossen. (Bild: Empa)

und Forstwirtschaft, ungenutzt verrotten, entsteht viel Methan, das in die Atmosphäre entweicht und dort das Klima «aufheizt». Stattdessen ist es durchaus sinnvoll, diese Abfälle kontrolliert zu Biogas zu verarbeiten und energetisch zu nutzen. Nach Aufbereitung ist das Biogas dann «tankbereit». Änderungen am Erdgasmotor oder an den Erdgastankstellen sind nicht nötig. Bereits heute enthält das Gas an Schweizer Erdgastankstellen rund 19 Prozent Biogas.

Projekt CLEVER

Das Projekt CLEVER, an dem Forschende der Empa, der ETH Zürich sowie von Volkswagen und Bosch zusammenarbeiten, will drei «20-Prozent-Massnahmen» kombinieren. Dazu werden die Potenziale neuer Brennverfahren speziell für Gasmotoren untersucht und die thermodynamischen Kreisprozesse für Erdgas optimiert. Die Empa ist für die experimentelle Forschung und den Bau des Prototyps zuständig, die ETH Zürich für die entsprechenden Grundlagen. Im CLEVER-Prototyp schlagen zwei Herzen, ein optimierter, eigens hierfür entwickelter Erdgasmotor (25 Pro-

zent weniger CO₂ im Vergleich zu einem normalen Benzinantrieb), der mit einer Beimischung von 20 Prozent Biogas betrieben wird (ergibt zusätzliche 16 Prozent weniger CO₂) und ein Elektromotor für die Hybridisierung mit einer Verbrauchseinsparung von 20 Prozent im gemischten Betrieb. Damit lassen sich die CO₂-Emissionen insgesamt etwa halbieren.

Erdgas-Hybridfahrzeuge ideal für Mittelklassewagen

Da die sperrigen Gastanks im Unterboden einigen Platz beanspruchen, bieten sich vor allem Mittelklassewagen für den Erdgasantrieb an. Somit bildet dieser Antrieb eine Ergänzung zu den Elektromotoren, die aufgrund der geringen Reichweite und der relativ langen Batterieladezeiten für Kleinbeziehungsweise Stadt- oder Pendlerfahrzeuge geeignet sind. «Erdgas-Hybride ermöglichen in der Mittelklasse die höchste CO₂-Reduktion aller verfügbaren Antriebsvarianten – und dies zu niedrigen Kosten», sagt Bach. Bei der aktuellen Kostenstruktur von Erdgas, Biogas und Benzin lassen sich die Mehrkosten für den Kauf eines Erdgas-

Hybrids durch niedrigere Treibstoffkosten über die gesamte Lebenszeit des Fahrzeugs vollständig amortisieren. Oder anders gesagt: Mit einem Erdgas-/Biogas-Hybridantrieb lassen sich 50 Prozent der CO₂-Emissionen reduzieren, ohne dass Mehrkosten entstehen. Das ist laut Bach mit keinem anderen Antriebskonzept möglich, auch nicht mit Benzin-Hybridantrieben. Erdgas wird heute aufgrund der niedrigeren Umweltbelastung gegenüber Benzin steuerlich entlastet. In welchem Masse in Zukunft schadstoffarme Treibstoffe steuerlich bevorzugt werden, ist noch unklar.

In der Schweiz ist rund ein Viertel aller Neuwagen – mehr als 65 000 Fahrzeuge – Teil einer Firmenflotte. Hier besteht ein grosses Potenzial für Erdgas-Hybridfahrzeuge, denn die Flottenmanager müssen beim Kauf nicht den Anschaffungspreis, sondern die Betriebskosten und die Umweltziele der Unternehmung berücksichtigen.

Wasserstoff für Spezialanwendungen

Erdgas und Biogas als Treibstoff ebnen den Weg für ein anderes Gas, den Wasserstoff. Bei seiner Verbrennung entsteht kein CO₂,

>>

lediglich Wasser. Wasserstoff-Brennstoffzellen glänzen zudem mit einem hohen Wirkungsgrad in der im praktischen Betrieb oft vorkommenden tiefen Last. Interessant sind Wasserstofffahrzeuge bereits heute vor allem für Stadtbusse oder für Spezialanwendungen wie Kehrmaschinen, die in Fussgängerzonen, aber auch in Hallen zum Einsatz kommen. Da diese Fahrzeuge nur in einem begrenzten Radius unterwegs sind und immer wieder an den Stützpunkt zurückkehren, reicht eine zentrale Wasserstofftankstelle aus. «Um allerdings wirklich als Cleantech zu gelten», so Bach, «muss der Wasserstoff klimaneutral produziert werden, etwa direkt aus Sonnenenergie.» Dies sei heute noch kaum der Fall, ist aber Thema vieler Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

Die Kehrmaschine «Bucher Schörling CityCat H₂», ein Gemeinschaftsprojekt der Empa und des Paul Scherrer Instituts (PSI) zusammen mit verschiedenen Industriepartnern, soll den Wasserstoffantrieb in die Praxis bringen. Seit Herbst 2009 ist die Kehrmaschine auf den Strassen in Basel im Testeinsatz. Die Auswertung der ersten Projektphase zeigt, dass das Fahrzeug im Schnitt nur noch halb so viel Treibstoff wie ein konventionelles Fahrzeug verbraucht. Allerdings lief noch nicht alles rund: Technische Störungen haben den Testbetrieb etliche Male unterbrochen. Das Brennstoffzellensystem des Fahrzeuges wird momentan grundlegend überarbeitet. Ab Spätsommer dieses Jahres soll die «kernerneuerte» CityCat H₂ dann erneut die Strassen in Basel sauber halten. //

Tage der Technik 2010: Wohin geht die Auto-Mobilität?



Tage der Technik 2010
Journées de la Technique 2010

Die Mobilität ist ein wichtiges Standbein für die Schweizer Wirtschaft, allerdings auch ein Sorgenkind auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung. Wie können wir die Mobilität sichern, ohne dass sie Mensch und Umwelt langfristig übermässig belastet? Die Tage der Technik 2010, initiiert von Swiss Engineering STV, der SATW und der Empa, stehen unter dem Motto «Nachhaltige Mobilität». Die Zentralveranstaltung betrachtet das Verkehrsmittel Auto aus unterschiedlichen Blickwinkeln und richtet sich an Fachinteressierte aus Forschung, Bildung, Politik und Wirtschaft.

Tage der Technik 2010:
«Nachhaltige Mobilität – Quo vadis Automobil?»

Mittwoch, 27. Oktober 2010, ab 13.15 Uhr

Empa Dübendorf, Akademie

Das Platzangebot ist beschränkt. Anmeldungen sind bis zum 20. Oktober möglich.

www.tage-der-technik.ch



Die Kehrmaschine «Bucher Schörling CityCat H₂» auf den Strassen von Basel: Das weltweit erste Kommunalfahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb verbrauchte in der ersten Projektphase im Schnitt nur halb so viel Treibstoff wie ein konventionelles Fahrzeug. (Bild: Juri Weiss)



Rainer Zah hat im Auftrag von TA-SWISS eine Studie zu den Perspektiven von Biotreibstoffen durchgeführt. Unterstützt wurde er von einem interdisziplinären Team aus Ökologinnen und Ökologen der Universität Zürich und Fachleuten für Stoffströme und Ressourcenmanagement vom Wuppertal Institut.

R. Zah, C. Binder, S. Bringezu, J. Reinhard, A. Schmid, H. Schütz. *Future Perspectives of 2nd Generation Biofuels*, Hrsg. TA-SWISS – Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung, vdf Hochschulverlag AG der ETH Zürich, 2010. ISBN 978-3-7281-3334-2. Auch als eBook erhältlich, www.vdf.ethz.ch

Fahrt ins Grüne

Der nachhaltige Individualverkehr von morgen braucht Antriebstechnologien, die die Umwelt wenig belasten. Ein interdisziplinäres Forschungsteam hat die «Nachhaltigkeit» von Biotreibstoffen der zweiten Generation untersucht und ermittelt, wie viel Benzin und Diesel sich in der Schweiz durch Biotreibstoffe einsparen lassen würden.

TEXT: Martina Peter / FOTO: iStock

Die Begeisterung über so genannte Biotreibstoffe der ersten Generation ist mittlerweile verflogen. Um nachwachsende, vermeintlich klimafreundliche Treibstoffe zu erhalten, wird nur ein kleiner Teil der Pflanze genutzt – etwa deren Öl, Zucker oder Stärke. Und weil der Rohstoff ineffizient genutzt wird, schonen Biotreibstoffe das Klima deutlich weniger als erwartet, wie bereits 2007 eine Empa-Studie ergab.

Hoffnungsträger «2. Generation»

Seither wurden Verfahren entwickelt, um nahezu alle Formen von Biomasse in Treibstoff umzuwandeln. Also auch Grüngut, Stroh, Mist und Jauche sowie stark zellulosehaltige und verholzte Pflanzenteile. Allerdings ist damit ein höherer technischer und finanzieller Aufwand verbunden; ausser Biomethan ist noch keiner dieser Zweit-Generations-Biotreibstoffe wirtschaftlich rentabel. Dafür wären öffentliche Förderprogramme nötig, die jedoch nur sinnvoll sind, wenn sich die Biotreibstoffe auch wirklich als nachhaltig und umweltverträglich erweisen.

Biotreibstoff alleine ist nicht genug

Mit Lebenszyklusanalysen haben Rainer Zah, Umweltwissenschaftler an der Empa, und sein Team im Auftrag des Zentrums für Technologiefolgen-Abschätzung TA-SWISS Biotreibstoffe der zweiten Generation genauer unter die Lupe genommen – von der Herstellung über den Verbrauch bis zur Entsorgung etwaiger Abfallprodukte. Fazit der Studie: Umweltverträglich sind vor allem Biotreibstoffe, die aus Abfällen und Restprodukten hergestellt werden, etwa aus Grüngut, Sägereiabfall und Abbruchholz. Wer-

den sie allerdings in Entwicklungsländern eigens zur Treibstoffproduktion angebaut, überwiegen die Nachteile: Sie stehen in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion und bedrohen die Artenvielfalt. Da Abfallmaterialien in der Schweiz nur begrenzt verfügbar sind, werden Biotreibstoffe selbst im besten Fall nicht mehr als acht Prozent des Treibstoffbedarfs des Schweizer Individualverkehrs abdecken können, betont die Studie weiter.

Sollte deshalb auf die Förderung von Biotreibstoffen verzichtet werden? «Nein», sagt Rainer Zah. «Das wäre kurzsichtig.» Es gehe vielmehr darum, für die verschiedenen Ansprüche wie etwa Langstrecke, Stadtverkehr oder Warentransport die jeweils am besten geeignete Antriebstechnologie einzusetzen. Zah rechnet vor, was das im günstigsten Szenario für das Jahr 2030 konkret bedeutet: «Würden die verfügbaren Biotreibstoffe im Langstreckenverkehr genutzt, liessen sich dank energieeffizienterer Fahrzeuge nicht nur acht Prozent des fossilen Treibstoffs, sondern bereits 15 Prozent ersetzen. Und wenn gleichzeitig in den Städten vor allem Elektromobile führen, deren Batterien durch alternative Energien wie Sonnenenergie aufgeladen werden, dann kämen nochmals 25 Prozent hinzu. Insgesamt liessen sich so rund 40 Prozent unseres heutigen Verbrauchs an fossilen Treibstoffen ersetzen.»

Nach Zah ergibt sich daraus folgende Empfehlung an die Politik: «Weder der Elektromobilität noch der verbesserten Fahrzeugeffizienz noch der Förderung nachhaltiger Biotreibstoffe ist der Vorrang einzuräumen. Vielmehr müssen Wege gefunden werden, alle drei Ansätze gleichzeitig zu fördern und sie dann ihren Stärken gemäss einzusetzen.» //

Neue Wege in Industriepartnerschaften

Der Technologietransfer, also die Überführung von Forschungsergebnissen in marktfähige Dienstleistungen und Produkte, steht im Zentrum vieler Empa-Aktivitäten. Mit der Hexis AG, einem führenden Entwickler von Brennstoffzellenheizgeräten, ist die Empa nun eine strategische Partnerschaft eingegangen, die weit über einzelne gemeinsame Projekte hinausgeht und die Technologie am Markt etablieren soll.

TEXT: Beatrice Huber

Brennstoffzellen können die in einen Brennstoff chemisch gebundene Energie effizient in elektrischen Strom umwandeln. Das macht sie interessant für die dezentrale Stromversorgung. Wird darüber hinaus die Abwärme zum Heizen genutzt, kann die Effizienz von Brennstoffzellen auf 90 Prozent und mehr gesteigert werden. Zum Vergleich: Bei getrennter Wärme- und Stromversorgung – wie heute üblich – wird lediglich eine Energieeffizienz von 60 Prozent erreicht. Wird ein regenerativ erzeugter Brennstoff wie Biogas verwendet, dann ist die Energiebereitstellung nicht nur hoch effizient, sondern auch CO₂-neutral.

So genannte Hochtemperaturbrennstoffzellen (SOFC für englisch «Solid Oxide Fuel Cell») bestehen aus einer Brennstoffelektrode (Anode), die über einen festen, gasdichten Sauerstoff-Ionenleiter (Elektrolyt) mit einer Sauerstoffelektrode (Kathode) verbunden ist. An den beiden Elektroden laufen bei Betriebstemperaturen von 600 bis 1000 Grad Celsius die chemischen Reaktionen räumlich getrennt voneinander ab – die Oxidation des Brennstoffs an der Anode und die Reduktion des Luftsauerstoffs an der Kathode. Dabei werden Elektronen freigesetzt, die durch einen äusseren elektrischen Leiter fließen und als Strom genutzt werden können. Mehrere Brennstoffzellen sind zu einem Stack verbunden, um die gewünschte Leistung zu erreichen. SOFCs können – im Gegensatz zu anderen Brennstoffzellentechnologien – nicht nur Wasserstoff, sondern auch Methan nutzen. Ein Vorteil, denn gut ausgebaute Erdgasverteilernetze gibt es bereits.

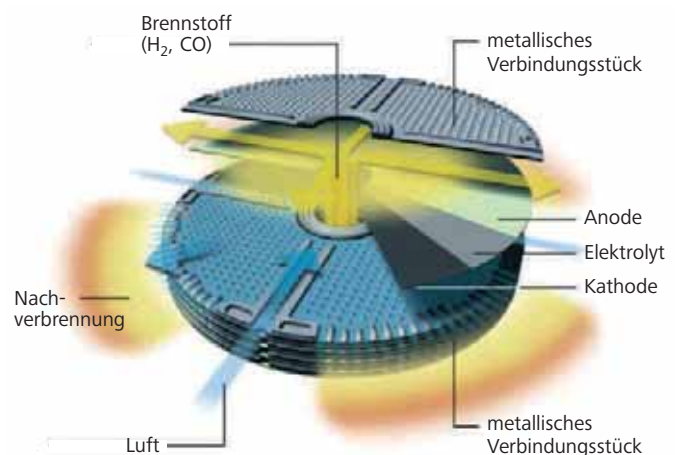
Technologietransfer dank strategischer Partnerschaft

Um Brennstoffzellen und -systeme vom SOFC-Typus weiterzuentwickeln und am Markt zu etablieren, haben die Empa und die Firma Hexis AG eine strategische Forschungs- und Entwicklungspartnerschaft geschlossen. Ein «Liaison Office» sorgt für die Koordination entsprechender Projekte, bringt Fachleute aus verschiedenen Disziplinen zusammen und generiert neue Ideen, beispielsweise für EU-Projekte. Gemeinsam wollen die Empa- und Hexis-Forschenden unter anderem die Lebensdauer der SOFC verbessern, indem sie Materialien entwickeln, die den extremen chemischen und thermischen Anforderungen besser standhalten. Denn der Erfolg der Brennstoffzellentechnologie für die dezentrale Energieversorgung hängt stark von der Lebensdauer ab. Nutzerinnen und Nutzer erwarten, dass die Systeme über Jahre und auch Jahrzehnte einwandfrei funktionieren.

Die Empa und Hexis ergänzen sich

Die Empa beschäftigt sich schon seit längerem mit der Materialentwicklung für Brennstoffzellen und ist in der Herstellung und Optimierung von Kathoden-, Anoden- und Elektrolytmaterialien tätig. Daneben erforschen ihre Fachleute die thermomechanische Belastungen unter den Extrembedingungen einer SOFC. Ausserdem verfügt die Empa im Bereich Systemmanagement für die Gebäudeintegration und Leistungsbeurteilung über langjährige Erfahrung.

Die in Winterthur ansässige Hexis AG entwickelt Brennstoffzellenheizgeräte, die dazu ausgelegt sind, den gesamten Wärme- und den Stromgrundbedarf mitteleuropäischer Ein- und Mehrfamilienhäuser zu decken. Demonstrationsgeräte sind bereits vielfach im Einsatz. Die Firma verfügt über ein breit gefächertes Know-how, beispielsweise Prozesstechnik, Brennstoffzellenfertigung, Gebäudeintegration und Geräteservice im Betrieb. //



Eine Brennstoffzelle vom Typ SOFC kann nicht nur zur Stromerzeugung genutzt werden, sondern auch zum Heizen. Dazu wird nicht umgesetzter Brennstoff beim Austritt aus dem Brennstoffzellenstack nachverbrannt. Ein derartiges Brennstoffzellenheizgerät versorgt Ein- und Mehrfamilienhäuser mit der benötigten Energie. (Bilder: Hexis AG)



«Brennstoffzellen werden in das tägliche Leben Einzug halten»

EmpaNews sprach mit Alexander Schuler, dem Geschäftsführer der Hexis AG, über das Potenzial von Brennstoffzellen und die Zusammenarbeit mit der Empa.

Wie sehen Sie die Zukunft der Brennstoffzellen?

Brennstoffzellen werden künftig in verschiedenen Anwendungen eine wesentliche Rolle spielen und in unterschiedlichsten Leistungsklassen zur Verfügung stehen. Vom Prinzip her ist die Brennstoffzelle der effizienteste Energiewandler, um aus einem Brennstoff direkt Strom zu erzeugen. Die Entwicklung hat bereits einen guten Stand erreicht; die Umsetzung der Technologie in marktfähige Produkte steht jedoch erst am Anfang. Ich bin überzeugt, dass Brennstoffzellen in vielen Bereichen des täglichen Lebens Einzug halten werden.

Was versprechen Sie sich von der Partnerschaft mit der Empa?

Wir gehen davon aus, dass wir zusammen mit der Empa in der Lage sein werden, die längerfristigen SOFC-Entwicklungsthemen weiterzubringen. Dabei ist es für ein kleines Unternehmen wie Hexis wichtig, den Zugang zu Schweizer und EU-Fördergremien zu haben, um dadurch die nachhaltige wissenschaftliche Grundlage unserer Technologie zu schaffen. Dies ist eine der wesentlichen Voraussetzungen für die Schaffung neuer Arbeitsplätze und den Erhalt zukunftsorientierter Technologien in der Schweiz.

Was bedeutet die Empa für Sie?

Die Empa ist eine hervorragende wissenschaftliche Institution mit einem breiten Know-how-Profil. Dies ist der besondere Reiz in der Zusammenarbeit mit der Empa. Für die vielfältigen wissenschaftlichen Aufgaben bei der Entwicklung der Brennstoffzellentechnologie – von der Nanotechnologie in der Materialwissenschaft bis zur Gebäudeintegration von gesamten Systemen – kann die Empa in vielen Bereichen einen wertvollen Beitrag leisten. Dieses Potenzial auszuschöpfen und auch interdisziplinär zusammenzuarbeiten, das wollen wir gemeinsam erreichen.

ETH-Empa-Professor für Luftreinhaltung

Der ETH-Rat hat im Mai Jing («Jim») Wang zum Assistenzprofessor für Industrieökologie gewählt. Wangs Forschungsschwerpunkte liegen unter anderem in der Entwicklung von Instrumenten zur Charakterisierung des Verhaltens von Nanopartikeln in strömenden Medien. Jing Wang ist ETH-Empa-Professor und ist als Gruppenleiter in der Abteilung «Analytische Chemie» der Empa tätig. Vor seiner Berufung in die Schweiz arbeitete er als Research Assistant Professor an der US-amerikanischen University of Minnesota in Minneapolis.

newtechClub – Zentrum für nachhaltige Energie- und Gebäudetechnologie

Der newtechClub ist eine unabhängige und transdisziplinäre Plattform für nachhaltige Energie- und Gebäudetechnologien in Schlieren. Mario Jenni, Geschäftsführer des glaTec, des Technologiezentrums an der Empa in Dübendorf, gehört dem Vorstand an. Der Verein, Ende 2009 von privaten Unternehmen und der öffentlichen Hand gegründet, will den Wissensaustausch zwischen Unternehmen sowie von Entwicklungs- und Managementfachleuten fördern, die sich für die Weiterentwicklung und Verbreitung innovativer Energie- und Bautechnologie engagieren.

Solar Impulse: Pilotenkomfort unter Extrembedingungen

Ohne Treibstoff, nur mit Sonnenenergie betrieben, soll das Hightech-Flugzeug «Solar Impulse» die Welt umrunden. Damit die Piloten während den Etappen, die bis zu fünf Tagen und Nächten dauern werden, weder schwitzen noch frieren, sind besondere Bekleidungs-systeme gefragt. Diese liefern die Textil-Fachleute der Empa.

TEXT: Beatrice Huber, Rémy Nideröst / BILDER: Empa

Extrem-Bedingungen im Cockpit von Solar Impulse: Da das Flugzeug auch während der Nacht in der Luft sein soll, werden die Temperaturen bis minus 20 Grad Celsius fallen. Speziell isoliert ist das Flugzeug nicht, denn jedes Gramm zählt (siehe Kasten «Mit der Sonne durch die Nacht»). Die Bekleidung muss diese Aufgabe übernehmen. Tagsüber sind die Temperaturen zwar angenehm, aber die Sonneneinstrahlung kann den Piloten ins Schwitzen bringen. Eine ungeeignete Ausrüstung hätte gravierende Folgen. So leidet die Konzentrationsfähigkeit bei extremen Temperaturen; das lange Sitzen könnte Dekubitus, das heisst Druckgeschwüre, auslösen. Und da der Pilot sich im Cockpit kaum bewegen kann – dazu fehlt der Platz –, kann er auch nicht beliebig Kleidungsstücke an- oder ausziehen.

Kleidung «ab Stange» kam für das Team von Solar Impulse daher nicht in Frage, ein variabel anpassbares Bekleidungs-system musste her. Genau das Richtige für die Textil-Fachleute der Empa. «Solar Impulse hat bei uns angefragt, ob wir ein solches Bekleidungs-system für sie entwickeln könnten», sagt Markus Weder von der Empa-Abteilung «Schutz und Physiologie».

Daunen für die Nacht – Lüftung für den Tag

Für die Wärmeisolation griffen die Empa-Fachleute auf ein alt bewährtes Material zurück. «Daunen sind nicht nur sehr leicht; sie haben auch eine extrem hohe Wärmeisolation und transportieren Feuchte sehr gut», so Weder. Den Pilotenanzug stattete Weders Team mit insgesamt vier Daunen-kammern – je zwei für Arme und Beine – aus, die nach dem so genannten vAIRis-System funktionieren (siehe auch Kasten «Den Vögeln abgekuckt – das vAIRis-System»). Die Kammern sind dabei beidseitig von einer atmungsaktiven Folie umgeben; je nach gewünschter Isolationsleistung wird Luft in die Kammern geblasen, oder sie werden evakuiert. Im Falle des Anzugs für Solar Impulse sorgt eine Mikropumpe in rund drei Minuten fürs Evakuieren beziehungsweise Füllen der Kammern.

Auch ohne sich körperlich anzustrengen, verliert ein Mensch täglich rund einen Liter Wasser über die Haut durch die so genannte *perspiratio insensibilis*. Bei hohen Temperaturen oder körperlicher Betätigung kann sich dies leicht mehr als verdoppeln. Dieser Schweiß muss effizient abgeführt werden, damit keine unangenehme Staunässe entsteht, die mit der Zeit





André Borschberg, CEO und Mitbegründer von Solar Impulse und Pilot des ersten Nachtflugs überhaupt in einem Solarflugzeug, trägt das neue Bekleidungssystem während den Tests in der Empa-Klimakammer in St. Gallen.

Mit der Sonne durch die Nacht

Solar Impulse verfolgt das Ziel, nur mit der Sonnenenergie die Welt zu umrunden. Es geht Solar Impulse allerdings weniger um den sportlichen Wettkampf und einen Eintrag ins Guinness-Buch der Rekorde. Das Projekt will vielmehr demonstrieren, welches Potenzial in erneuerbaren Energien und Technologien zur Energieeinsparung steckt.

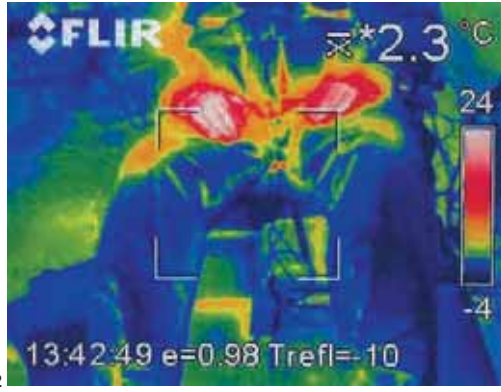
Das Prototyp-Flugzeug HB-SIA wiegt bei einer Spannweite von rund 64 Metern nur 1,6 Tonnen. Der Airbus A340, der eine ähnliche Spannweite aufweist, wiegt mit 170 Tonnen über 100-mal mehr. Die grosse Spannweite ist nötig, um den rund 12 000 Solarzellen Platz zu geben, die die Energie für den Antrieb liefern. Damit auch in der Nacht geflogen werden kann, sind Lithium-Polymer-Batterien an Bord. Mit 400 Kilogramm machen sie ein Viertel des Gewichts aus. Für Schub sorgen vier Elektromotoren mit je 10 PS Leistung. Die maximale Flughöhe beträgt 8500 Meter über Meer, die Durchschnittsgeschwindigkeit rund 70 Kilometer pro Stunde.

Hinter Solar Impulse stehen die beiden Schweizer Bertrand Piccard und André Borschberg. Das gesamte Team besteht aus mehr als 50 Personen sowie unzähligen weiteren externen Fachleuten wie den Textilexperten der Empa. Der Jungfernflug von HB-SIA fand am 7. April 2010 auf dem Flugplatz Payerne, Kanton Waadt, statt; der erste Nachtflug vom 7. auf den 8. Juli – Pilot André Borschberg trug dabei den Empa-Anzug. Bald beginnt der Bau des zweiten Prototypen, in dem Piccard und Borschberg zur Erdumrundung abheben werden.



Bildquelle: Solar Impulse

>>



die Haut aufweichen und schädigen kann. Für die Piloten von Solar Impulse könnte Staunässe zu einem besonders gravierenden Problem werden, da der Sitz rund ein Drittel der Körperoberfläche bedeckt. Um die Feuchte auch in den Sitzregionen effizient abzuführen, bauten Weder und sein Team eine aktive Hinterlüftung im Sitz und im Rückenbereich des Anzugs ein.

Erfolgreiche Tests in der Klimakammer

Zusammen mit Partnern aus der Industrie bauten die Empa-Forschenden einen Prototyp, bestehend aus Sitz und Anzug – ein massgeschneidertes Kleidungsstück für André Borschberg, CEO und Mitbegründer von Solar Impulse und Pilot des ersten Nachtflugs überhaupt in einem Solarflugzeug. Nach dem Test des Prototypen in der Empa-Klimakammer in St. Gallen war Borschberg begeistert. Und auch das Empa-Team zeigte sich sehr zufrieden. «Das Bekleidungssystem erfüllt die Vorgaben mit Bravour. Die Tests zeigen, dass sowohl Wärmeisolation wie auch Feuchtetransport selbst unter Extrembedingungen einwandfrei funktionieren», sagt Markus Weder. Als zweiter Pilot wird auch Bertrand Piccard einen Anzug auf den Leib geschneidert bekommen. Denn nur bei Massanfertigung zeigt die Wärmeisolation auch die optimale Leistung. //

1 Empa-Forscher Markus Weder (links) bespricht die letzten Details mit André Borschberg von Solar Impulse, bevor die Tests des Bekleidungssystems in der Klimakammer beginnen.

2 Es wird kalt in der Klimakammer, doch die Isolation hält: Nur die elektrisch beheizten Handschuhe strahlen Wärme ab. Arme und Beine sind durch die Daunen geschützt.

3 Auch unter den Wärmelampen kommt der Pilot nicht zu stark ins Schwitzen.

Den Vögeln abgekuckt – das vAIRis-System



Bei kalten Temperaturen plustern Vögel ihr Federkleid auf; die Luft zwischen den Federn dient als Isolationsschicht. Umgekehrt legen sie ihre Federn bei warmer Umgebung eng an den Körper. Dieses Verhalten nutzten Empa-Forscher Markus Weder und sein Team zur Entwicklung einer textilen Innovation, dem vAIRis-System (Kurzform für «variables Isolationssystem»). Die patentierte Erfindung erlaubt die Herstellung von Daunenjacken, deren Isolationseigenschaften sich variieren lassen. Bei Bedarf wird die Jacke mit Luft befüllt, die zwischen den Daunen für eine gute Isolation sorgt. Bei steigender Umgebungstemperatur oder körperlicher Betätigung kann die Luft abgelassen und so übermässiges Schwitzen verhindert werden. Diese Entwicklung diente als Grundlage für den Anzug der Piloten von Solar Impulse.

Da das Temperaturempfinden jedes Menschen sehr individuell ist, bräuchte jeder oder jede auch eine auf ihn oder sie angepasste Bettdecke. Das vAIRis-System eignet sich auch hierfür; das entsprechende Patent hat die Empa kürzlich an die Schweizer Firma ACT übertragen. Diese hat eine Lizenz an eine deutsche Öko-Bettfedern- und Daunenfabrik verkauft, die künftig Alljahres-Duvets produzieren will, die dank der variablen Isolation im Sommer wie im Winter optimal eingestellt werden können.

Füsse ohne Blasen

In der Kaserne Aarau fand Anfang Mai ein besonderer «Härtetest» statt, der auch in den Medien grosse Beachtung fand: 60 Rekruten trugen auf Märschen während einer Woche täglich neuartige Socken, die Forschende der Empa und Fachleute der armasuisse, dem Kompetenzzentrum des Bundes für Beschaffungen, gemeinsam entwickelt hatten.

Die Socken, die zusammen mit neuen Kampfstiefeln Teil des armasuisse-Projekts «Neue Fussbekleidung» sind, sollen das Entstehen von Blasen reduzieren. Die Prototyp-Socken aus verschiedenen Fasern vermindern die Reibung an Zehen und Fersen, saugen Schweiß effizient auf und fühlen sich beim Tragen besonders angenehm an.

Nach der Materialentwicklung im Labor waren die Socken an der Empa bereits auf ihre Trageigenschaften getestet worden, zunächst an einem neu entwickelten schwitzenden Fussmodell; danach an Probanden in Kampfmontur auf dem Laufband in der Klimakammer. René Rossi, Leiter des Projekts an der Empa, äussert sich zufrieden: «Dank der guten und verlässlichen Partnerschaft mit armasuisse konnten wir – was beinahe einmalig ist – ein Produkt auch gleich im Praxistest validieren.» Die Resultate wurden bestätigt: «Wir lagen richtig mit den Labormessungen.» Die Empa/armasuisse-Socken schützen tatsächlich vor Blasen.

Überzeugt von der guten Zusammenarbeit ist auch Andreas Stier, Leiter des Projekts auf Seiten armasuisse. «Wir werden Ende 2011 – nach weiteren Langzeittests – das gesamte neue Fussbekleidungssystem spezifiziert haben und es dann international ausschreiben.» Wer die Socken also dereinst produzieren wird, steht noch nicht fest. Grund zur Freude sind die neuen Socken auch für Sportlerinnen und Sportler: Wenn die neue Fussbekleidung 2013 in der Armee eingeführt wird, werden die Socken wohl auch auf den Markt kommen.



Härtetest bestanden – das von armasuisse und der Empa entwickelte Konzept für neue Socken, mit dem die Soldaten der Schweizer Armee in die Zukunft marschieren sollen, hat nicht nur im Labor, sondern auch in der Praxis überzeugt: Die komfortable Fussbekleidung aus verschiedenen Fasern vermindert die Reibung an Zehen und Fersen und saugt Schweiß effizient auf.



Die Wasserstoff-Kaffeemaschine

Espresso, Cappuccino, Latte Macchiato – Kaffee ist heute nicht mehr einfach Kaffee; das bei Herrn und Frau Schweizer sehr beliebte Heissgetränk trägt viele, vor allem italienische Namen. Auch in den Zügen der Schweizerischen Bundesbahnen SBB hat Kaffeekultur Einzug gehalten; die Zeiten sind vorbei, als Kaffee aus einer gigantischen Thermoskanne serviert wurde.

Doch wie jede Espressomaschine in Haushalt oder Restaurant benötigen auch die Geräte der SBB-Minibars Strom. Da dieser im Zug nicht ab Steckdose bezogen werden kann, sind andere Lösungen gefragt. Die Empa möchte nun gemeinsam mit verschiedenen Partnern ein System zur Marktreife bringen, das mit Brennstoffzellen und Wasserstoff den Strom für die Espressomaschine liefert. Hierfür arbeiten Empa-Forschende an der Integration spezieller Metallhydridspeicher, die die Abwärme der Brennstoffzelle optimal nutzen, um den Wasserstoff aus dem Speicher freizusetzen. Mitfinanziert wird das Projekt von der Förderagentur für Innovation KTI; beteiligt sind neben der Empa die CEKA Elektrowerzeuge AG & Co., die Berner Fachhochschule HTI, das Paul Scherrer Institut (PSI) sowie Elvetino AG, Serto AG, PanGas AG und die SBB.

Wissenschaft zum Apéro

Die Empa-Wissenschaftsapéros bieten der interessierten Öffentlichkeit die Möglichkeit, sich aus erster Hand über aktuelle Themen zu informieren und Empa-Forschende mit Fragen zu löchern. Die ersten drei Veranstaltungen des Jahres befassten sich mit Nanopartikeln im menschlichen Körper, erdbebensicherem Bauen und Funktionsbekleidung speziell für Fussballer.

TEXT: Beatrice Huber / BILDER: Empa



Interessierte konnten sich an den Empa-Wissenschaftsapéros über die Plazenta als Barriere für ultrafeine Partikel, über erdbebensicheres Bauen sowie über Funktionsbekleidung, speziell für Fussballer, informieren.

Ist die Plazenta eine Barriere für ultrafeine Partikel? Diese Frage stand im Zentrum des ersten Wissenschaftsapéros 2010 Anfang Mai in St. Gallen. Das durchaus emotionale Thema stiess auf grosses Interesse und führte zu angeregten Diskussionen. Peter Wick, Co-Leiter der Empa-Abteilung «Materials-Biology Interactions», präsentierte seine Forschungsergebnisse zur Barrierenfunktion der Plazenta gegenüber Nanopartikeln, die unterhalb einer gewissen Grösse auch in den Blutkreislauf des Kindes gelangen können (siehe EmpaNews 28). Zudem erklärten externe Experten, wie Nanopartikel über die Lunge eingeatmet werden, und wie sich Luftschadstoffe, etwa feine und ultrafeine Partikel, auf die Entwicklung der kindlichen Lunge auswirken.

Erdbebensicheres Bauen

Das Risiko starker Erdbeben wird in der Schweiz zwar als mässig eingestuft. Die Geschichte zeigt allerdings, dass grosse Beben – wie 1356 in der Region Basel – auch hier möglich sind. Am Wissenschaftsapéro Ende Mai in Dübendorf informierten Fachleute darüber, was getan werden kann, um Gebäude gegen solche Katastrophen zu wappnen. Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten: Verstärken oder «Verweichen». Beim Verstärken wird das Gebäude fixiert, am besten mit Stahlbetonwänden, die das Gebäude asymmetrisch

auf allen Seiten vom Fundament bis zum obersten Stockwerk stützen. Zum «Verweichen» werden die Aussenwände im Kellergeschoss mit elastischen Einlagen versehen. Diese federn das Erdbeben ab, wodurch das Gebäude selbst stabil bleibt. Eine weitere, viel versprechende Möglichkeit zur nachträglichen Sicherung bestehender Gebäude hat die Empa entwickelt: kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK). Diese stabilisieren tragende Säulen oder ganze Wände etwa in Form von Bändern.

Bekleidung für Fussballer

Anfang Juni, also kurz vor Beginn der Fussball-WM, ging es am Wissenschaftsapéro in St. Gallen unter anderem um Funktionsbekleidung für Sportlerinnen und Sportler. So stellte der Empa-Forscher Markus Weder neue Materialien vor, die eine optimale Regulierung der Körpertemperatur ermöglichen. Für Fussballer ist dies wichtig, um bei hohen Temperaturen nicht zu «überhitzen». Andererseits dürfen laut Weder die Muskeln auf keinen Fall unterkühlen, wenn ein Spieler zu lange «herumsteht». Denn wenn er dann plötzlich zu einem Spurt antreten muss, könnte dies zu Verletzungen führen, wie Muskelfaserrisse. An der Empa untersucht Weder mit Hilfe von «schwitzenden» Körperteilen und Robotern, welche Materialien sich für welche Bedingungen am besten eignen. //

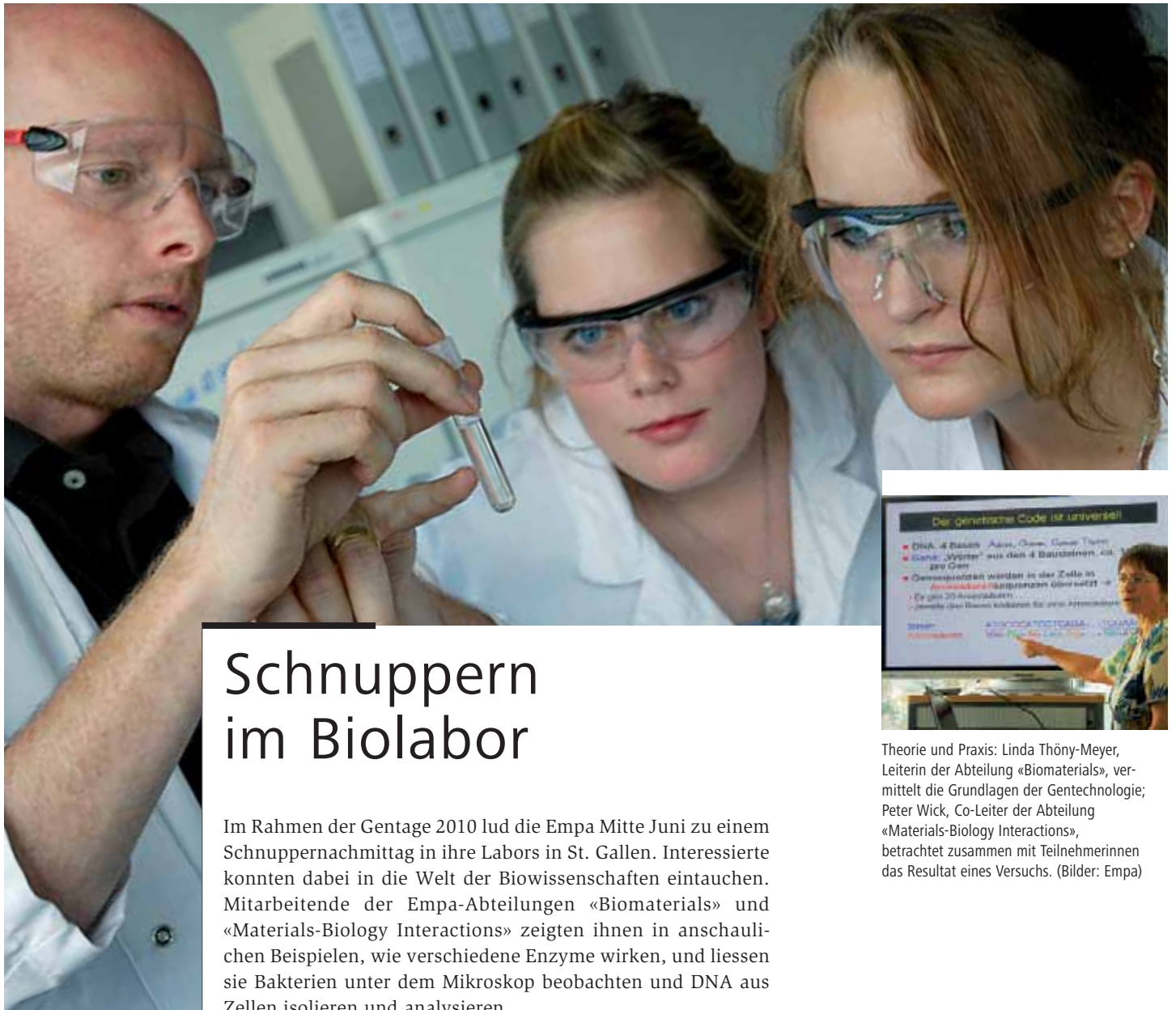


An ihrem Fraktionsausflug informierten sich SP-Politikerinnen und -Politiker an der Empa in Thun aus erster Hand über Cleantech, das heisst über saubere Technologien. (Bilder: Empa)

SP-Fraktion besucht die Empa

Während der Sommersession der eidgenössischen Räte kehren die Parlamentarierinnen und Parlamentarier jedes Jahr dem Bundeshaus für einen Nachmittag den Rücken und begeben sich auf ihre traditionellen Fraktionsausflüge. Ein Teil der SP-Fraktion nutzte dies, um sich an der Empa in Thun über das Boomthema Cleantech zu informieren. Empa-Fachleute zeigten, woran sie arbeiten, und diskutierten mit der Classe politique über saubere Technologien und deren Potenzial für eine nachhaltige Wirtschaftsentwicklung.

Cleantech ist nicht nur für die Empa ein zentrales Thema, sondern auch für die SP Schweiz. So hat die Partei im Herbst 2009 die so genannte Cleantech-Initiative lanciert. Diese will in der Schweiz dank erneuerbarer Energien bis zu 100 000 neue Arbeitsplätze schaffen. Die Unterschriftensammlung läuft noch bis 16. September 2011.



Schnuppern im Biolabor

Im Rahmen der Gentage 2010 lud die Empa Mitte Juni zu einem Schnuppernachmittag in ihre Labors in St. Gallen. Interessierte konnten dabei in die Welt der Biowissenschaften eintauchen. Mitarbeitende der Empa-Abteilungen «Biomaterials» und «Materials-Biology Interactions» zeigten ihnen in anschaulichen Beispielen, wie verschiedene Enzyme wirken, und liessen sie Bakterien unter dem Mikroskop beobachten und DNA aus Zellen isolieren und analysieren.



Theorie und Praxis: Linda Thöny-Meyer, Leiterin der Abteilung «Biomaterials», vermittelt die Grundlagen der Gentechnologie; Peter Wick, Co-Leiter der Abteilung «Materials-Biology Interactions», betrachtet zusammen mit Teilnehmerinnen das Resultat eines Versuchs. (Bilder: Empa)

Meinung

Alexander Schuler



Alexander Schuler
Geschäftsführer Hexis AG

“

Unsere Erfahrungen
in der Zusammenarbeit
mit der Empa in
Einzelprojekten
haben uns gezeigt, dass
das Know-how und
die Interdisziplinarität
vorhanden sind,
die wir für unsere
Entwicklungen brauchen.

”

Veranstaltungen

26. August 2010

Innovation Day 2010: Textil verlässt seine Grenzen
Für Textil- und Bekleidungsfachleute sowie
Interessierte aus Forschung und Entwicklung
Empa, Dübendorf

2. und 3. September 2010

**Forschen und Bauen im Kontext
von Energie und Umwelt**
16. Status-Seminar 2010
Für Bau-, Haustechnik- und Umweltfachleute sowie
Interessierte aus Forschung und Entwicklung
ETH Zürich

9. und 10. September 2010

**New trends in nanomaterials
design and engineering**
3rd WUT-NIMS-Empa workshop
Für Forschende mit Interesse an internationalen
Kooperationsprojekten im Bereich der
Nanomaterialien und deren Anwendungen
Empa, Dübendorf

20. Oktober 2010

**Mechanical properties of materials
CCMX Technical Apero**
Für Interessierte aus Wissenschaft und Industrie
Empa, Dübendorf

27. Oktober 2010

«Nachhaltige Mobilität – Quo vadis Automobil?»
Tage der Technik 2010
Für Fachinteressierte aus Forschung, Bildung, Politik
und Wirtschaft
Empa, Dübendorf

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

Ihr Zugang zur Empa:

