

Empa **News**

Magazin für Forschung und Innovation
Jahrgang 13 / Nummer 50 / Oktober 2015



Nanopartikel – unsichtbare Gefahr?



Fitnesskur für
historische Brücken

Bildschirme als
Rohstoffmine

Forschen wie
ein guter Segler



MICHAEL HAGMANN Leiter Kommunikation

Zwei Gesichter einer neuen Technologie

Liebe Leserin, lieber Leser

Neue Technologien werden in der Regel entwickelt, um ein konkretes Problem zu lösen. Damit stiften sie zunächst einmal einen unmittelbaren Nutzen. Man denke nur an die Glühlampe, das Telefon, den Verbrennungsmotor oder die Dampfmaschine. All diese Technologien haben die industrielle Revolution mit ausgelöst, von der wir bis heute profitieren.

Neue Technologien zeitigen oft aber auch weniger wünschenswerte Folgen. Dampfmaschinen und Verbrennungsmotoren wollen «gefüttert» werden, mit Holz oder fossilen Treibstoffen. Das wiederum führt zur Veränderung ganzer Ökosysteme und zum globalen Klimawandel. Was James Watt und Nikolaus August Otto sicher nicht im Sinn hatten.

Auch mit der Nanotechnologie verbinden sich Hoffnungen auf neuartige Materialien für die Energietechnik bis zu funktionalen, «smarten» Textilien. Aber eben auch Ängste, vor allem vor freien, synthetischen Nanopartikeln, die sich – so ein Schreckensszenario – unkontrolliert verbreiten und bei Mensch und Natur allerlei Schaden anrichten.

Im Gegensatz zu den Anfängen der technischen Neuzeit machen sich Wissenschaftler und Forscherinnen heute frühzeitig Gedanken über allfällige «Nebenwirkungen» neuer Technologien und versuchen sie zu erforschen. Etwa im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 64, das sinnigerweise den Namen «Chancen und Risiken der Nanotechnologie» trägt, also explizit auf das janusköpfige Wesen technologischer Neuerungen hinweist. Da Empa-Forscherinnen und -Forscher massgeblich am NFP 64 beteiligt waren, haben wir den aktuellen Fokus diesem Thema gewidmet (S. 14).

Allerdings: Egal, wie sorgfältig man die Risiken von etwas Neuem, noch nie da gewesenem auch abzuschätzen vermag – einen Blankoscheck wird und kann es seitens der Forschung nie geben. Denn dass etwas KEINEN nachteiligen Effekt hervorruft, lässt sich niemals hieb- und stichfest beweisen.

Viel Vergnügen beim Lesen!



14



04

11

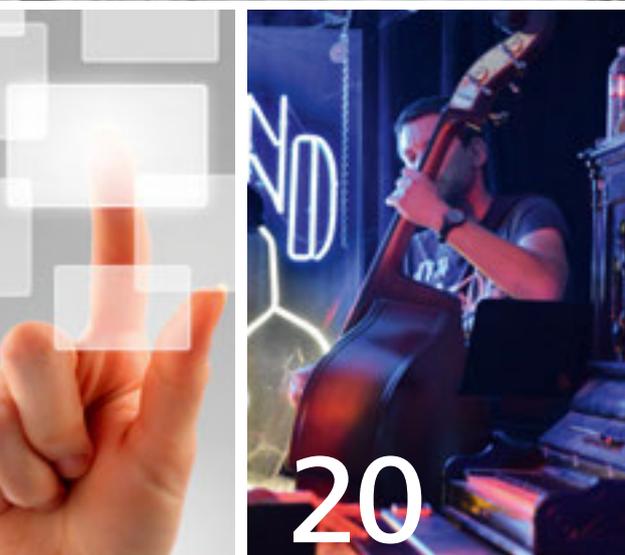
Titelbild

Nanopartikel sind fürs menschliche Auge unsichtbar. Und doch ist die Natur – und auch wir Menschen – immer mehr Nanopartikeln ausgesetzt. Wo kommen sie her? Und wo gehen sie hin? Bild: istockphoto
Fokus-Thema ab Seite 14

Fokus

Nanopartikel

- 15 Endstation Sediment**
Konsumartikel wie Sonnencremes und Textilien gelangen ins Abwasser – samt den in ihnen enthaltenen Nanopartikeln. Und dann?
- 16 Vom Winde verweht**
Imprägnierungsmittel mit Kupfer-Nanopartikeln schützen Holz vor Fäulnis. Können sie in die Nahrungskette gelangen?
- 17 Wenn der Kunststoff Stacheln zeigt**
Kunststoffe werden oft mit Kohlenstoff-Nanoröhrchen verstärkt. Stehen nach dem Bearbeiten gefährliche Fasern vor?
- 18 Shuttle-Service durch die Plazenta**
Die Plazenta trennt den Blutkreislauf von Mutter und Kind. Alkohol und Drogen können diese Barriere überwinden. Auch Nanopartikel?
- 19 Knochenersatz aus Nanofasern**
Knochenersatz-Implantate müssen sich im Körper auflösen und trotzdem steif genug sein. Können Nanofasern diese Verstärkung leisten?



- 04 50 Ausgaben EmpaNews – eine Nabelschau**
Das Kundenmagazin der Empa erscheint seit 2003. Die Geschichte.
- 08 Spannkraft für betagte Brücken**
Alternde Eisenbrücken müssen nicht mehr abgerissen werden. Die Empa weiss, wie man sie neu verspannt – und fünfzig Jahre länger leben lässt.
- 11 Bildschirme als Rohstoffquelle**
Die Schweiz hält beträchtlich auf Rohstoffvorräte: Indium in alten Flachbildschirmen, Neodym in Festplatten. Lassen sich die Schätze heben?
- 20 Auf Kurs zur Energiewende**
Corsin Battaglia bringt Arbeitsmethoden aus Kalifornien an die Empa – inspiriert vom Segeln und vom E-Gitarre-Spielen.

Impressum

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



50 Ausgaben EmpaNews

Liebe Leserin, lieber Leser

Sie halten heute die 50. Ausgabe der EmpaNews in Ihren Händen. Während wir gewöhnlich an dieser Stelle ein wegweisendes Forschungsprojekt vorstellen, betreiben wir für einmal etwas Nabelschau und blicken zurück auf die Geschichte der EmpaNews, die mit der Entwicklung der Empa in den vergangenen Jahrzehnten eng zusammenhängt.

Als die EmpaNews 2003 aus der Taufe gehoben wurde – damals noch im eher ungewöhnlichen Zeitungsformat –, befand sich die Empa inmitten einer tiefgreifenden Metamorphose: Unter der Ägide des damaligen Direktors Louis Schlapbach verwandelte sich die einstige Materialprüfanstalt Zug um Zug in ein international renommiertes Forschungsinstitut. Damit war auch eine neue Art der Kommunikation gefragt: weg vom Prüfbericht des Ingenieurs, hin zu Forschungsnachrichten. Rémy Nideröst vom Kommunikationsteam der Empa kennt die Öffentlichkeitsarbeit der Empa seit damals und gestaltet sie bis heute mit.



– eine Nabelschau



Interview: Selina Chistell

Herr Nideröst, warum entschied sich die Empa im Jahr 2002, eine Kundenzeitschrift herauszugeben?

Es war ein Wunsch der Direktion, unsere Partner und alle an der Empa interessierten Personen regelmässig über unsere Forschungstätigkeiten zu informieren. Das Ziel war explizit, nicht nur Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler anzusprechen, sondern die breite Öffentlichkeit. Davor hatte es sowohl am Standort St. Gallen als auch in Dübendorf lediglich sporadisch erscheinende Informationsblätter gegeben, die nun durch die EmpaNews ersetzt wurden. Damit wollten wir ganz klar kommunizieren, dass die Empa in allererster Linie in der Forschung tätig ist und nicht – wie viele damals noch meinten – nur in der Materialprüfung. Der

damalige Direktor der Empa, Louis Schlapbach, fragte im Editorial der ersten Ausgabe denn auch «Warum forscht die Empa?» – und gab auch gleich die Antwort: «Weil in der Schweiz eine Lücke entstünde, wenn sie es nicht täte.» Schlapbach bezeichnete die Empa als Bindeglied, das sich fundiertes Grundlagenwissen erarbeitet und es anwendungsorientiert umsetzt, oft in Zusammenarbeit mit der Industrie, um innovative Lösungen für technische Fragestellungen zu entwickeln.

2008 verwandelte sich die Zeitung in ein Hochglanzmagazin. Warum?

Die EmpaNews kam ursprünglich als Zeitung im A2-Format heraus, also wie eine Tageszeitung. Zwar stach sie so aus der Fülle anderer Publikationen heraus, aber das Magazinformat setzte sich dann allgemein durch. Es ist nicht nur wesentlich handlicher, sondern bietet viel mehr Möglichkeiten im Layout, etwa für Schwerpunktthemen, Rubriken, et cetera. Und auf dem feineren Papier kommen Hochglanzbilder deutlich besser raus als auf Zeitungspapier. 2008 hatte sich die EmpaNews etabliert. Nun war es an der Zeit, auch auf die Optik, das Erscheinungsbild zu achten und nicht nur auf die Inhalte.

Die EmpaNews ist also wandlungsfähig. Was hat sich in den 12 Jahren noch alles verändert?

Die EmpaNews war anfangs praktisch nur eine Kompilation unserer Medienmitteilungen, die wir von unserem Grafikteam für die Zeitung schön layouten liessen. Das heisst, die Artikel wurden nicht eigens für die EmpaNews geschrieben, sondern waren eigentlich – da sie ja ursprünglich Medienmitteilungen waren – für Journalistinnen und Journalisten gedacht. Diese Texte waren also im Stil nüchtern und insgesamt eher trocken. Mit dem Wechsel zum Magazin

wurden dann Artikel eigens für die EmpaNews geschrieben. Somit durften – und sollten – sie auch etwas lockerer im Stil sein. Ausserdem konnten wir viel mehr auf Bilder und Grafiken setzen.

Verfolgt die EmpaNews heute immer noch das gleiche Ziel wie damals?

Absolut. Allerdings setzen wir dies heute deutlich professioneller um als zu Beginn. Die Texte sind vom Ansatz her journalistisch geschrieben, einfach und somit auch für Laien verständlich. Auf die Qualität der Bilder legen wir viel mehr Wert als früher, sowohl in ihrer inhaltlichen Aussage als auch im technisch-fotografischen Sinn. Wir versuchen die Möglichkeiten eines modernen Forschungsmagazins voll auszuschöpfen.

Die EmpaNews ist im Vergleich zu 2003 deutlich dicker geworden. Gibt es heute mehr über Forschung zu berichten als noch vor 10 Jahren?

Das scheint auf den ersten Blick so zu sein. Einerseits rückten wissenschaftliche Themen wie Klimawandel oder Gentechnik in den letzten Jahren immer mehr in den medialen – und damit gesellschaftlichen – Fokus. Andererseits sind unsere Ingenieure und Wissenschaftlerinnen heute offener und wollen über ihre Arbeit nicht nur in

Fachblättern mit möglichst gutem Impactfaktor berichten, sondern auch in «populärwissenschaftlichen» Magazinen wie die EmpaNews. Sie sehen, dass ein gut gemachtes institutionelles Forschungs- und Kundenmagazin durchaus seine Berechtigung hat und dass sich die breite Öffentlichkeit bereitwillig über wissenschaftliche Sachverhalte informiert – wenn sie in allgemein verständlicher Form und mit attraktiven Bildern daher kommen. So verringern wir den Abstand zwischen unseren Forschern und Forscherinnen im Labor und den Menschen auf der Strasse. //

Rémy Nideröst arbeitet seit 1990 im Kommunikationsteam





Die erste EmpaNews

Im Januar 2003 war es so weit: Der damalige Kommunikationschef Robert Helmy hatte zusammen mit Empa-Direktor Louis Schlapbach das Konzept der EmpaNews entwickelt. Die unregelmässigen «fliegenden Blätter», die bis anhin über die Forschungsaktivitäten in den Empa-Labors berichtet hatten, waren damit passé. Von nun an gab es viermal pro Jahr Forschungsnachrichten aus der Empa. Schlapbach nutzte das erste Editorial für eine Image-Korrektur und erläuterte den Lesern, dass die Empa bereits seit 1988 keine reine «Materialprüfanstalt», sondern eine Materialprüf- und Forschungsanstalt ist. Die Message war klar: Prüfen war gestern, heute wird geforscht, und zwar an der Schnittstelle zwischen freier Grundlagenforschung und deren praktischer Umsetzung für und mit Industriepartnern, also genau dort, wo Innovationen entstehen.



Die Verwandlung zum Magazin

Im Mai 2008 erfuhr die EmpaNews eine Metamorphose. Aus der nüchternen Zeitung wurde ab der Heftnummer 21 ein freundliches Magazin. Kommunikationschef Michael Hagmann hatte mit Martin Kilchenmann einen weiteren gelernten Journalisten an Bord geholt. Zusammen mit Empa-Fotograf Ruedi Keller und dem Empa-Grafikteam entstand das Magazin, das es bis heute gibt. Von nun an enthielt jede EmpaNews einen «Fokus» – ein wissenschaftliches Schwerpunktthema. Seither hat sich das Heft sanft weiterentwickelt: Seit EmpaNews Nr. 34 bereiten wir in der mittleren Heftseite ein Thema als Grafik auf und wenden damit den Blick nach draussen. Welche Rolle spielt die Empa in der nationalen und internationalen Forschungslandschaft? Wie bedeutsam ist das beforschte Thema global?



Interaktives Magazin auf dem Tablet

Ein modernes Forschungsmagazin nur auf Papier? Geht nicht!, befand die Redaktion im Sommer 2012. Das Apple iPad hatte die Branche aufgemischt: Videos und animierte Grafiken, Internetlinks und Töne konnten ein Thema nun viel besser erklären als nur ein Text. Die Empa-Redaktion nutzte die Fähigkeiten des iPad und der Android-Tablets voll aus und brachte im Januar 2013 das Thema «Lärmforschung» interaktiv aufs Tablet. Von nun an erschien jede EmpaNews zweifach: als Print- und als elektronische Version. Doch an IT-Lösungen nagt schnell der Zahn der Zeit. Bald erhält die Empa einen neuen Internet-Auftritt, der Forschungsnachrichten in adäquater Form auch auf Tablets und Smartphones bringen wird. Alle bisherigen App-Ausgaben können bis Mitte November auf www.empa.ch/app heruntergeladen werden. Dann ist Schluss – und Platz fürs neue NewsPortal.



Spannkraft für betagte Brücken



Immer mehr Stahlbrücken müssen wegen Ermüdungserscheinungen ersetzt oder repariert werden. Forscher der Empa verstärken die tragenden Elemente mit vorgespannten, faserverstärkten Kunststofflamellen und fanden damit eine günstige Alternative zum Brückenneubau. Die patentierte Methode wurde an der 120 Jahre alten Münchensteinbrücke eingesetzt.

TEXT: Martina Peter / BILDER: Empa, Keystone



Die Münchensteinbrücke
im Kanton Baselland

Fast 70 Prozent der Metallbrücken in Europa sind mehr als 50 Jahre alt, 30 Prozent leisten gar seit über einem Jahrhundert ihren Dienst. Viele sind sanierungsbedürftig. Dabei sind es nicht unbedingt Risse oder sichtbare Schäden, die Sorge bereiten, sondern ermüdetes Material, das die Lasten nicht mehr trägt und so zum Sicherheitsrisiko wird. Grund dafür: Die Brückenkonstrukteure des 19. Jahrhunderts gingen von einem Bruchteil der Belastung aus, welchem die Brücken heute ausgesetzt sind. Die Fahrzeuge sind heute deutlich schwerer und befahren die Brücken viel häufiger und schneller als früher. Die Folge: Manche Brücken können nur noch einspurig befahren oder müssen ganz gesperrt werden. Der Verkehrskollaps droht.

Entgegen dem allgemeinen Trend, in die Jahre gekommene Produkte einfach wegzuwerfen und durch neue zu ersetzen, werden heutzutage immer mehr Brücken repariert. Dabei kommt für Metallbrücken eine für die Sanierung von Betonbrücken bereits etablierte Lösung zum Einsatz: Sehr leichte vorgespannte Bänder aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) werden wie Heftpflaster «aufgeklebt». Ermüdungsrisse wachsen so nicht mehr weiter beziehungsweise entstehen gar nicht erst. Allerdings hält der Kleber auf korrodierten Metalloberflächen oder auf den unebenen Schichten des über die Jahre hinweg mehrfach aufgetragenen Korrosionsschutzes erheblich schlechter als auf Betonoberflächen. Zudem verhindern Nieten oft ein Festkleben der Lamellen. Die Lamellen dürfen auch nicht festgeschraubt werden, denn an historischen Bauten dürfen häufig keine irreversiblen baulichen Veränderungen vorgenommen werden.

Tragende Elemente werden verstärkt

So auch an der über 120 Jahre alten Münchensteinbrücke im Kanton Baselland. Trotzdem fanden Forscher der Empa-Abteilung «Ingenieur-Strukturen» eine Patentlösung. Zusammen mit den Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) und der S&P Clever Reinforcement AG entwickelten sie in einem KTI-Projekt eine neuartige Methode, um zu zeigen, wie tragende Elemente der 45 Meter langen Stahlbrücke mit vorgespannten CFK-Lamellen verstärkt werden können. An den zwei am meisten zur Ermüdung neigenden Trägern wurde das neue trapezförmige «Verstärkungssystem durch Vorspannung ohne Verbund» (prestressed unbonded reinforcement, PUR) angebracht.

Die vorgespannten CFK-Lamellen werden dazu an den Enden der quer liegenden Brückenträger festgeklemmt. In der Mitte des Trägers sorgen Sättel dafür, dass die Bänder nach unten gedrückt werden, bis sie optimal gespannt sind. Darauf werden an diesen Stellen zwei Säulenplatten v-förmig eingefügt, und der Sattel kann wieder entfernt werden. Sind in Zukunft höhere Belastungen zu

So funktioniert die Verspannung mit CFK-Lamellen

Zunächst werden die CFK-Lamellen mit speziellen Halterungen an beiden Seiten der Brücke festgeklemmt, dann mit einem speziellen Werkzeug unter Spannung versetzt. Zum Schluss fixieren zwei V-förmige Halterungen die Lamellen und halten sie unter Spannung. Falls in Zukunft höhere Belastungen für die Brücke zu erwarten sind, kann das System nachgespannt werden: Dazu wird das Werkzeug neu angesetzt und es werden grössere V-Keile eingebaut.

Mit dem System lassen sich Altersschäden an Brücken reduzieren, was der Brücke eine um 50 Jahre verlängerte Lebensdauer bescheren kann. Ein schneller Neubau wird überflüssig.



erwarten, so kann das trapezförmige System nachgespannt werden, indem höhere Säulenplatten verwendet werden. Zudem liesse es sich auch problemlos wieder demontieren. Dass die Verstärkung an den zwei Trägern der Münchensteinbrücke leistungsfähig ist, hat ein drahtloses Sensornetzwerk über Monate hinweg aufgezeichnet und nachgewiesen.

Mit dem PUR-System steht den Betreibern nun eine im Vergleich zu einem Brückenersatz kostengünstige, rasch umzusetzende und innovative Lösung zur Verfügung. Altersschäden können derart reduziert werden, dass die Ermüdung theoretisch bis zum Sanktimmerleinstag hinausgeschoben werden kann. Projektleiter Masoud Motavalli relativiert das zwar für die Praxis, ist aber überzeugt: «Eine mit dieser Methode gänzlich verstärkte Brücke hält bestimmt die nächsten 50 Jahre. Und bis dann haben wir sicher neue Methoden entwickelt, um alternde Brücken zu sanieren.»

Schräge Risse und ein flaches PUR-System

Bereits gibt es zwei Anschlussprojekte. Eines hat eben in der Schweiz begonnen. Es wird unterstützt vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF), Projektpartner ist die EPF Lausanne. Dabei werden schräge und kombinierte Risse ins Visier genommen. Ziel ist es, besser zu verstehen, wie man auch sie am Wachsen hindern oder gar ihr Entstehen verhindern kann.

Das andere hat vor kurzem in Australien begonnen: Im vom Australischen Forschungsrat finanzierten und von Xiao-Ling Zhao von der Monash University geleiteten Projekt steht die Verstärkung von genieteten Metallbrücken im Zentrum. Partner sind die Swinbourne University, die S&P Clever Reinforcement AG sowie VicRoads, die Verkehrsbehörde des australischen Gliedstaates Victoria. Ziel ist, ein flaches PUR-System zu entwickeln, das auch an Trägern eingesetzt werden kann, die nicht genügend Raum bieten für das patentierte trapezartige PUR-System. Zum Projektabschluss soll 2017 die 1889 erbaute «Chandler Bridge» in Melbourne mit dem neuen, von der Empa entwickelten System verstärkt werden. //

Die Münchensteinbrücke war schon vor 120 Jahren ein Fall für die Empa

Die gusseiserne Vorgängerin der heutigen Münchensteinbrücke stürzte 1891 ein, als ein Dampfzug mit zehn Wagons sie befuhr. 71 Menschen fanden dabei den Tod. Die Untersuchung, weshalb die von Gustave Eiffel 1875 konstruierte Metallbrücke nach nur 16 Jahren einstürzte, übernahm die neu gegründete Empa. Ihr erster Direktor, Ludwig von Tetmajer, fand heraus, dass die bis dahin zur Berechnung solcher Bauwerke benutzte Eulersche Knickformel für gedrungene Träger (wie in Münchenstein verwendet) einer Korrektur bedurfte.



Bildschirme als Rohstoffquelle

Indium, eines der seltensten Metalle der Erde, könnte in Zukunft knapp werden. Das Metall steckt in Form von Indium-Zinnoxid in jedem Display und in jedem Flachbildschirm, wo es die elektrisch leitfähige, durchsichtige Schicht auf der Glasplatte bildet. Lohnt sich angesichts drohender Versorgungsengpässe das Recycling? Dieser Frage ging das Forschungsprojekt «e-Recmet» unter Leitung der Empa nach.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Empa, istockphoto

Was ist günstiger, die Gewinnung von Indium aus einer Mine, oder die Rückgewinnung aus Bildschirmen? Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU) untersuchte ein Forscherteam der Empa in Zusammenarbeit mit der Hochschule Rapperswil, der Berner Fachhochschule und dem Ingenieur- und Beratungsunternehmen Ernst Basler + Partner AG diese und weitere Fragen rund um das Recycling seltener Metalle.

In der Schweiz kümmert sich der Industrieverband Swico um das Recycling von Elektronikgeräten. Diese werden gesammelt und entweder teilweise in Handarbeit zerlegt oder geschreddert. Die eigentliche Rückgewinnung der Metalle geschieht dann in speziellen Schmelzwerken im Ausland. Von 36 Metallen, die im Elektroschrott vorhanden sind, wird gut die Hälfte bereits heute zurückgewonnen. Zwei wichtige und seltene Metalle sind bislang nicht darunter: Indium, das in Flachbildschirmen enthalten ist, und Neodym, das etwa in den Magneten von Computerfestplatten vorkommt.

Mechanische Zerlegung nötig

Ein Indium-Recycling wäre wirtschaftlich tragbar, zu diesem Ergebnis kommt das Team um Empa-Forscher Heinz Böni, der das Projekt koordinierte. Allerdings kommt es auf die Vorbehandlung des Elektroschrotts an. Obwohl hierzulande die Löhne hoch sind, werden viele Geräte von Hand zerlegt, um die Wertschöpfung zu erhöhen. Mit der manuellen Demontage ist es möglich, eine gemischte Glas- und Kunststofffraktion zu

separieren, die einen hohen Indiumanteil aufweist. Ein solches Recycling würde pro Fernsehgerät etwa 19 Rappen, pro Computermonitor etwa 6 Rappen und pro Laptop etwa 4 Rappen kosten. Um diese Summe müsste der vorgezogene Recyclingbeitrag erhöht werden.

Ökologisch betrachtet liege das Recycling etwa gleichauf mit der Indium-Gewinnung aus Erzen, so Böni. Indium sei zwar selten; da es aber als Nebenprodukt beim Zinkabbau gewonnen wird, hält sich der Aufwand der Indium-Herstellung gegenwärtig in Grenzen. Sollte das Metall in Zukunft wirklich so rar werden, dass es speziell gesucht und gewonnen werden muss, dann wäre die Recyclingmethode dem Abbau von Primärrohstoffen deutlich überlegen.

Neodym aus Magneten: Recycling lohnt

Auch bei Neodym, dem zweiten Stoff, der in der e-Recmet-Studie untersucht wurde, lohnt sich das Recycling aus ökologischer Sicht. Die Wiederverwertung des seltenen Erdmetalls ist nach Angaben der Forscher bei weitem ökologischer als die Gewinnung aus Minen. Und auch hier bringt die Zerlegung der Geräte in Handarbeit eine um 30 Prozent geringere Umweltbelastung. Denn beim maschinellen Schreddern würden sich die zerkleinerten Magnete an die Eisenteile im Schrott anheften. Um das zu verhindern, muss der Computerschrott vor dem Schreddern erhitzt werden; die Magnete lassen sich so entmagnetisieren. Das ist mit einem hohen Energieverbrauch und mit Schadstoffemissionen verbunden.

Die Schweiz hat Bodenschätze

Das alte Handy liegt im Wohnzimmerschrank, der Flachbildschirm vom vorletzten PC steht als Reserve auf dem Estrich: In der Schweiz befindet sich ein beträchtliches Lager wertvoller Rohstoffe, verteilt in Millionen von Privathaushalten. Diese Grafik zeigt, warum man Altgeräte in die Wiederverwertung geben sollte. Die seltenen Metalle in unserer Gebraucht-Elektronik sind wichtig für unsere Zukunft.

2914,0 kg

Seltene Metalle im Elektronikschrott

Einige seltene Metalle werden in der Schweiz nicht rezykliert. Etwa so viel davon steckt in den Leiterplatten elektronischer Geräte, die hierzulande jährlich gesammelt werden.

Die Metalle schlummern vor allem in Leiterplatten elektronischer Geräte. Daneben kommen sie im Lesekopf von Festplatten, in Bildschirmen und LED-Lampen vor.

246,2 kg

199,6 kg

133,1 kg

128,8 kg

105,5 kg

56,9 kg

44,7 kg

9,0 kg

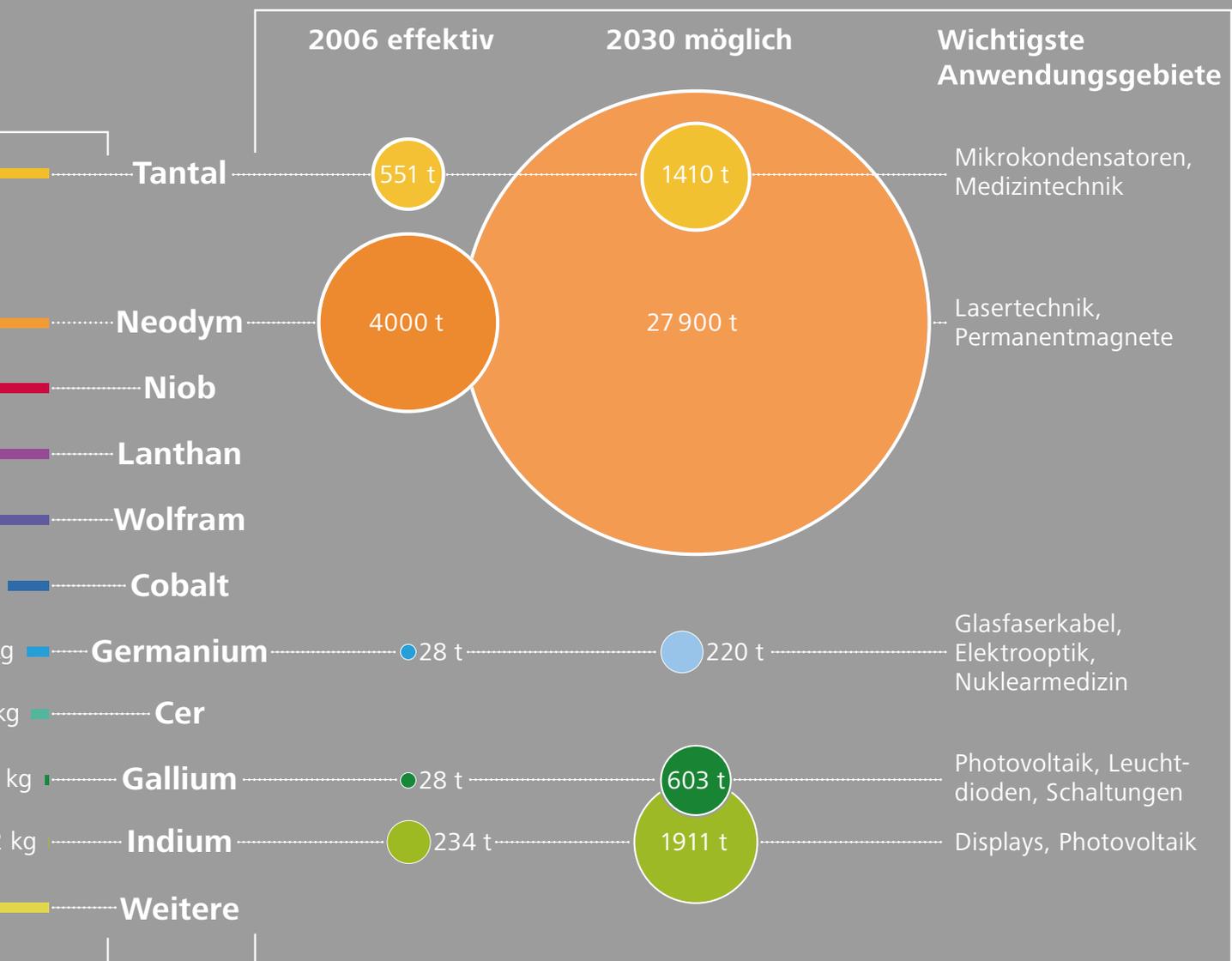
2,2 kg

648,2 kg

– in den Schubladen

Der Verbrauch steigt mit neuen Technologien

So könnte sich der Bedarf an seltenen Metallen in wichtigen Anwendungsgebieten in den nächsten Jahren weltweit entwickeln:



Nanopartikel – unsichtbare Gefahr?

TEXT: Rainer Klose und Selina Chistell / BILDER: Empa, iStockphoto, agefotostock

Die Fabrikation von kleinsten Teilchen und ihr industrieller Einsatz gilt als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Nanopartikel revolutionieren viele Anwendungen von Industrieprodukten wie Sonnencreme oder Imprägnierungsmittel für Hölzer – bis hin zur Medizin. Doch Herstellung, Nutzung und Entsorgung können Gefahren für Mensch und Umwelt bergen.

Um diese Gefahren zu erkennen und zu minimieren, zugleich aber die Chancen, die die Technologie bietet, zu nutzen, hat der Schweizerische Nationalfonds (SNF) 2010 das Nationale Forschungsprogramm «Chancen und Risiken von Nanomaterialien» (NFP 64) ins Leben gerufen. Das interdisziplinäre Forschungsprogramm umfasst fünf Jahre Forschungszeit, es läuft also zum Jahresende 2015 aus. Die Empa ist massgeblich am NFP 64 beteiligt und betreut fünf der insgesamt 23 Forschungsthemen.

Bevor im kommenden Frühjahr abschliessende Ergebnisse veröffentlicht werden, nutzen wir die Gelegenheit zu einer Zwischenbilanz. Wir stellen auf den folgenden Seiten die fünf Empa-Projekte und einige bisher erzielte Resultate vor.

Endstation Sediment

Nanopartikel sind bereits in Konsumprodukten wie Kosmetika und Textilien enthalten und gelangen durchs Duschen und Waschen ins Abwasser. Von dort verteilen sie sich langsam in der Natur. Wie beeinflussen sie die verschiedenen Ökosysteme? Wo sammeln sich die Partikel an? Der Empa-Forscher Bernd Nowack hat mit seinem Team Stoffkreisläufe in Australien untersucht.

Das Verfolgen von Nanopartikeln in der Umwelt ist eine diffizile Angelegenheit: Es gibt noch keine Methoden, um Spurenkonzentrationen von Nanopartikeln in Umweltproben zu bestimmen. Also muss man die Stoffflüsse verfolgen und Modellrechnungen anstellen. Eine interessante Modellregion ist Südaustralien. Einerseits ist die Gegend hoch entwickelt, andererseits werden sowohl urbane Abwässer rezykliert als auch Klärschlamm aus städtischen Klärwerken zur Düngung auf Felder verbraucht. Es regnet dort kaum, also wird fast nichts in Flüssen davongespült. So existiert gewissermassen ein geschlossener Kreislauf für Nanopartikel.

In der Zeitschrift «Environmental Science: Nano» kalkulierten die Forscher um den Umweltwissenschaftler Bernd Nowack den jährlichen Massenfluss von vier verschiedenen Nanopartikeln auf Felder und in Sedimente von Gewässern. Die Modellrechnung ergab, dass in Südaustralien pro Jahr 54 Tonnen Nano-Titanoxid, 10 Tonnen Zinkoxid, 2,1 Tonnen Kohlenstoffnanoröhrchen, 180 Kilogramm Nanosilber und 120 Kilogramm Fullerene – so genannte Buckyballs – industriell verarbeitet werden und als Bestandteil anderer Produkte schliesslich in den Handel gelangen.

Das Schicksal der Partikel ist sehr unterschiedlich: Fullerene und Kohlenstoffnanoröhrchen werden hauptsächlich für Kunststoff-Composite eingesetzt. Diese Partikel bleiben in den Kunststoffteilen eingebettet und landen mit – oder besser in – diesen auf der Mülldeponie. Nano-Zinkoxid, enthalten etwa in Kosmetika, wird bereits in Klärwerken chemisch in andere Zinkverbindungen umgewandelt. Damit geht der Nano-Effekt

verloren, und es lässt sich nicht mehr von «normalem» Zink unterscheiden. Ähnlich ergeht es Nanosilber: Aus ihm wird Silbersulfid – ein schwer lösliches, schwarzes Metallsalz, das auch aus «normalem» Silber entsteht.

Nano-Titanoxid – ein beliebter Bestandteil in Sonnenschutzmitteln – geht dagegen als Nanopartikel auf Wanderschaft. Titanoxid selbst ist eine ungiftige, weisse Substanz, die in herkömmlicher Form in weisser Wandfarbe und Zahncreme enthalten ist. Nanopartikel aus Titanoxid sind äusserst stabil. Knapp drei Tonnen des südaustralischen Jahresverbrauchs (rund 5½ Prozent) landen gemäss der Modellstudie im Ozean. Der Rest wird in Form von Klärschlamm oder Kompost auf die Felder der Region verteilt. Die Belastung der Böden stieg gemäss Modellrechnung in manchen Böden innerhalb von sieben Jahren von 9,5 Mikrogramm pro Kilogramm Erde auf 450 Mikrogramm pro Kilogramm – also um mehr als das 40fache. Ob dieses dauerhafte «Endlagern» von Nanopartikeln im Boden auf Umwelt oder Gesundheit einen Einfluss hat, ist noch nicht bekannt.

Nach Ansicht der Forscher ist es in Zukunft notwendig, den Weg der Nanopartikel nicht nur in Trockenregionen wie Südaustralien, sondern auch den Transport der Partikel in Flüssen und Meeresedimenten zu berechnen. Nur so lässt sich abschätzen, wo sich diese Materialien in der Natur überall ansammeln. //

Jedes Sonnenbad verteilt Nanopartikel in der Umwelt. Die Partikel bestehen aus Titandioxid und sind sehr langlebig. Sie enden auf landwirtschaftlichen Flächen und in Sedimenten der Meere.





Vom Winde verweht

Imprägnierungsmittel mit Kupfersalzen schützen Holz vor Fäulnis und holzerstörenden Pilzen. Sie werden seit über 100 Jahren weltweit verwendet. Seit 2006 sind in den USA Präparate mit Kupfer-Nanopartikeln auf dem Markt. Mehrere tausend Tonnen werden pro Jahr eingesetzt. Was geschieht, wenn die behandelten Hölzer rezykliert werden oder schliesslich doch verrotten?

Kinderspielplätze, Pergolen, Palisaden, Pfähle und Masten aus Holz am Strassenrand müssen vor holzerstörenden Pilzen geschützt werden. Gegen Moderfäuleerreger aus dem Erdreich gibt es nur ein Mittel: Kupfer. In früheren Jahren wurden giftige Lösungen wie Kupfervitriol, chromatiertes Kupferarsenat und Chrom-Kupfer-Bor verwendet. Inzwischen geschieht die Imprägnierung mit Kupfercarbonat oder Kupferzitrat (das Kupfersalz der Zitronensäure), das den Metabolismus von Pilzen hemmt, für Säugetiere aber unschädlich ist. Seit 2006 sind in den USA Holzschutzmittel auf dem Markt mit Kupfercarbonat-Partikeln, die zwischen 1 Nanometer und 25 Mikrometer gross sind. Nach Angaben der Hersteller dringen die Partikel beim Imprägnieren der Hölzer tiefer ins Holz ein als herkömmliche flüssige Kupfersalzlösungen, der Schutz halte daher

länger. Nun möchten die Herstellerfirmen ihr Geschäft auf den europäischen Markt ausweiten, auf dem vor allem schwer tränk-bare Holzsorten wie Rotfichte (*Picea abies*) oder Weisstanne (*Abies alba*) verarbeitet werden.

Das Problem: Es gibt auch holzerstörende Pilze, die Kupfer-tolerant sind. Diese Pilze aus der Gruppe der Porenschwämme (etwa *Antrodia*-, *Postia*- und *Serpula*-Arten) lagern das Kupfer in ihren Zellen ein und kapseln es ab. Die Frage stellt sich: Können die Pilze auch Kupfer-Nanopartikel einlagern, sich vermehren und schliesslich die Nanopartikel mit ihren Sporen in der Umwelt verteilen? Schliesslich atmen Menschen täglich zwischen 20 000 und 30 000 Pilzsporen ein. Die Empa-Forscherin Chiara Civardi ging mit Unterstützung von Peter Wick, einem Spezialisten für Nanopartikel, und

Francis Schwarze, einem Experten für Holzpilze, dieser These nach.

Dazu behandelte sie in einem ersten Schritt Fichten- und Tannenholz mit den neuartigen Imprägnierungsmitteln und inkubierte sie mit Pilzen. Danach untersuchten die Forscher Fragen wie: Nimmt der Pilz die kleinsten Partikel von einem Nanometer Grösse auf? Oder nur die grösseren Mikropartikel? Dringen die Partikel tatsächlich besser in das Holz ein, und wenn ja, wird die Dauerhaftigkeit des Holzes dadurch erhöht? In einem zweiten Schritt verfolgt das Team dann das «Schicksal» der Kupfer-Partikel, die vom Pilz aufgenommen wurden. Wie rasch lösen sich die Partikel in den Pilzzellen auf? Gelangen sie in die Sporen? Wandern sie aus den imprägnierten Hölzern in die Luft, den Boden oder gar in die Nahrungskette? //

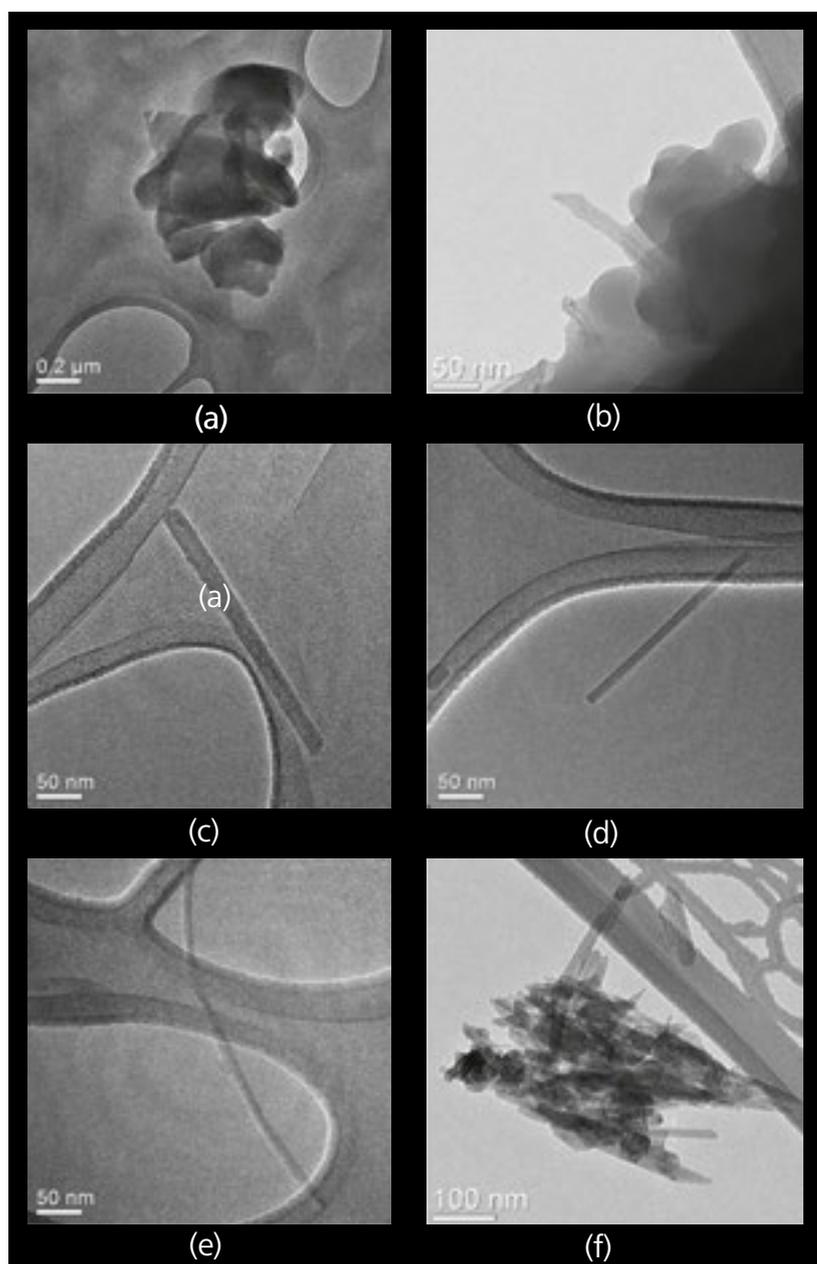


Telefonmasten aus Holz sind vor allem in den USA noch häufig. Sie sollen Jahrzehnte halten und werden deshalb mit Kupfer-Nanopartikeln imprägniert, die Fäulnispilze aus dem Erdreich fernhalten sollen. Doch wo landen diese Nanopartikel, wenn das Holz eines Tages doch fault?

Wenn der Kunststoff Stacheln zeigt

Wenn Kohlenstoff-Nanoröhrchen in Kunststoff eingebettet werden, verleihen sie dem Material neuartige Eigenschaften: Das Werkstück wird bruchfester, und es leitet Wärme und elektrischen Strom deutlich besser. Doch was passiert, wenn man das Werkstück durch Sägen, Schleifen oder Bohren bearbeitet? Werden dabei Kohlenstoff-Nanoröhrchen freigesetzt? Und falls ja: Ist das gesundheits-schädlich?

Viele Kunststoffe werden mit Carbon-Nanotubes verstärkt. Schleift man die Oberfläche oder bohrt Löcher in die Werkstoffe, dann ragen Teile der Nanotubes hervor. Im Elektronenmikroskop sind sie deutlich zu sehen.



Es gibt viele Toxizitätsstudien zu freien Kohlenstoff-Nanoröhrchen (CNT, engl. carbon nanotubes) und etliche Studien zur Staubbildung beim Schleifen von CNT-verstärkten Kunststoffen. In Tierversuchen ist bislang keine zusätzliche Gesundheitsgefahr im Vergleich zu normalem Kunststoffstaub festgestellt. Doch wie viele CNT durch das Schleifen und Sägen wirklich freigesetzt werden, hatte noch niemand gezählt.

Einem Empa-Forscherteam um Jing Wang und Lukas Schlagenhaut ist dies nun erstmals gelungen. Die Forscher versetzen industriell hergestellte CNT zu Testzwecken mit einer gewissen Menge Blei-Ionen und stellen daraus einen faserverstärkten Kunststoff her. Der Probestück wird dann abgerieben, alle entstehenden Staubpartikel mit einer Spezialkonstruktion aufgefangen.

Schliesslich wird der Abrieb mit Säure behandelt. Dadurch lösen sich alle Blei-Ionen aus den frei liegenden CNT, denn nur die herausstehenden CNT kommen mit der Säure in Kontakt. Nanotubes, die vollständig von Kunststoff umschlossen sind, geben keine Blei-Ionen ab. Erstmals ist es so möglich, den CNT-Abrieb genau zu quantifizieren: Die Menge der im Versuch gemessenen Blei-Ionen ist proportional zur Zahl der herausstehenden CNT. Das Ergebnis: 0,004 Gewichtsprozent des Abriebstaubs besteht aus freistehenden CNT. Das ist sehr wenig, aber immerhin ein messbarer Anteil.

Im Elektronenmikroskop verifizierten die Forscher anschliessend die Staubpartikel und dokumentierten die freien oder teilweise herausstehenden CNT. Schliesslich testeten sie den Abriebstaub an verschiedenen Zellkulturen. Ergebnis: Der CNT-Abrieb ist nicht akut cytotoxisch. Dies erklären die Forscher mit der geringen Menge der frei stehenden CNT in den Staubpartikeln. Der Zusammenhang zwischen der Toxizität und den Oberflächeneigenschaften des Abriebstaubs ist damit erstmals hergestellt. Allfällige gesundheitliche Langzeitschäden sind jedoch noch nicht untersucht und können nicht ausgeschlossen werden.

In einem nächsten Schritt möchten die Forscher den Mechanismen auf die Spur kommen, die die Nanofasern freilegen. Sie wollen verschiedene Materialmixturen vergleichen und den Abrieb bei erhöhten Temperaturen erforschen. //



Shuttle-Service durch die Plazenta

Noch vor wenigen Jahrzehnten galt die Plazenta als unüberwindliche Barriere zwischen Mutter und Kind. Seitdem das Schlafmittel Contergan Missbildungen verursacht hat, wissen wir es besser. Auch Nikotin, Heroin und diverse Umweltgifte dringen bis zum Fötus durch. Gilt das auch für Nanopartikel?

Die Plazenta ist ein komplexes Organ, das für den Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxid zwischen Mutter und Kind und für den Transport von Nährstoffen und körperlichen Abbauprodukten zuständig ist – zugleich hält es den mütterlichen Blutkreislauf getrennt von dem des ungeborenen Kindes.

Wer die Funktionsweise der menschlichen Plazenta untersuchen will, kann nur bedingt Daten aus Tierversuchen nutzen. Denn die Plazenta funktioniert in jeder Säugtierspezies sehr unterschiedlich. Ein Ausweg ist die Forschung am Modell *ex vivo*, also an Plazenten, die nach einem Kaiserschnitt von den Müttern zu Forschungszwecken gespendet werden. Die Organe können mittels Nährlösungen mehrere Stunden lang intakt bleiben und den Transport von Substanzen durchs Gewebe dokumentieren. Die Untersuchungsmethode *ex vivo* wurde erstmals in den frühen 1970er-Jahren angewandt und seither kontinuierlich weiterentwickelt.

Peter Wick und sein Team untersuchen zusammen mit Ärztinnen und Ärzten des Universitätsspitals Zürich und des Kantonsospitals St. Gallen, ob beispielsweise winzige Polystyrol-Partikel die Plazenta passieren können. Ergebnis: Partikel von 80 Nanome-

tern Durchmesser passieren die Barriere und wären vom mütterlichen Blutkreislauf zum Fötus gewandert. 500-Nanometer-Partikel bleiben dagegen hängen. Das Forscherteam hat herausgefunden, dass es sich beim Austausch der Nanopartikel nicht um eine passive Diffusion handelt. Das heisst, die Partikel sickern nicht einfach durch das Gewebe, sondern werden durch einen bislang noch nicht völlig geklärten Mechanismus aktiv durch die Plazenta transportiert. Ein beträchtlicher Teil der Partikel sammelt sich dabei in so genannten Syncytium, der ersten zellulären Barrierschicht, an.

Neben Versuchen mit Polystyrol-Partikeln, die im Körper chemisch unverändert bleiben, wollen die Forscher nun auch den Transport von Metalloxid-Partikeln oder anderen chemisch aktiven Substanzen untersuchen. Ziel der Forschungen ist, nicht nur den Austauschmechanismus der menschlichen Plazenta zu verstehen, sondern die Regeln zu erkennen, um Nanopartikel in Zukunft diagnostisch oder therapeutisch zu nutzen. Im Fall einer Erkrankung der Mutter könnten Medikamente so präpariert werden, dass die Wirkstoffe nur der Schwangeren und nicht gleichzeitig auch dem ungeborenen Kind verabreicht werden. //

Die Plazenta ist keine völlig undurchlässige Barriere. Alkohol und Drogen können die Schranke zwischen den Blutkreisläufen von Mutter und Kind überwinden und Schäden am Fötus verursachen. Auch Nanopartikel einer bestimmten Grösse wandern durch die Plazenta. Andere werden aufgehalten. Könnte man diesen Effekt für Medikamente ausnutzen – und sie so verkapseln, dass nur die Mutter den Wirkstoff bekommt?



Knochenersatz aus Nanofasern

Knochenersatz-Implantate müssen aus biologisch abbaubaren Materialien bestehen, damit der Körper sie im Heilungsprozess in den eigenen Knochen einbauen und das Implantat ersetzen kann. Das Material des Implantats sollte idealerweise so steif und bruchfest sein wie echter Knochen. Können Nanofasern das ermöglichen? Und wie reagiert das Immunsystem darauf?



Durch Krankheiten oder Unfälle kann ein Stück Knochen verloren gehen. Es muss durch ein Implantat ersetzt werden, das der Körper auflösen kann. Ein solches Material gibt es bislang nicht.

Wenn bei einem Unfall oder durch Krankheit ein Teil des Knochens verlorengeht, kann das fehlende Stück durch künstliches Knochenersatzmaterial ersetzt werden. Im Körper wird die Knochensubstanz beständig auf- und abgebaut. Auf diese Weise wird unser gesamtes Skelett innerhalb von wenigen Jahren vollständig erneuert. Nur so kann der Körper wachsen, sich körperlichen Belastungen anpassen, die Knochen werden weniger schnell spröde, und Knochenbrüche heilen in der Regel gut.

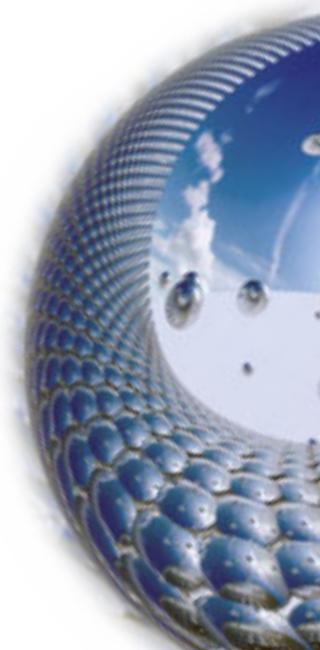
Ein Knochenersatz-Material sollte bei diesem physiologischen Auf- und Abbauprozess «mitspielen» und im Optimalfall irgendwann aufgelöst und durch körpereigenen Knochen ersetzt worden sein. In der Vergangenheit hat man bei kleineren Defekten aus dem Beckenkamm des Patienten Knochen entnommen und implantiert. Grössere Fehlstellen wurden vielfach durch Knochen ersetzt, die Leichen entnommen, sterilisiert und als Implantat eingesetzt wurden. Die Forschung sucht nach ethisch verträglicheren, synthetischen Materialien aus Keramik. Doch bislang ist bei grösseren Mengen einerseits die Festigkeit, andererseits der Abbau des Ersatzmaterials im Körper ein Problem.

Das Team von Katharina Maniura beschäftigt sich mit den Grenzflächen zwischen synthetischen Materialien und biologischen Systemen. Gemeinsam mit der RMS Foundation und Forschern der Universität Bern untersucht das Empa-Team Nanofasern aus biologisch abbaubaren Polymeren. Solche Fasern könnten den keramischen Knochenersatz-Zementen die entscheidende Bruchfestigkeit verleihen, die ein solches Material braucht.

Im ersten Teil des Projekts wurden in Zusammenarbeit mit den Textilexperten der Empa dünne Fasern hergestellt. Die Fasern haben einen Durchmesser von nur 200 Nanometern und bestehen aus Polylactid – ein Kunststoff, der im Körper zu harmloser Milchsäure abgebaut wird. Die Fasern werden anschliessend mit keramischen Nanopartikeln vermischt und im Ultraschallbad zerkleinert. So entstehen Nanofasern, die wie kurze Heftklammern aussehen und das Knochenersatzmaterial besser zusammenhalten.

In einem nächsten Schritt werden diese Fasern Kalziumphosphaten beigemischt und zu einem Zement angerührt. Kalziumphosphat wird vom Körper ebenfalls abgebaut

und in Knochensubstanz umgewandelt. Tests an Zellkulturen und im Tierversuch sollen zeigen, dass diese bio-abbaubaren Verbundmaterialien gut verträglich sind. Ziel der Forschung ist es, Formkörper, Träger und sogar Platten und Schrauben aus biologisch abbaubarem und zugleich festem Material herzustellen. Solch ein Implantat müsste dann nach dem Einbau nicht mehr entnommen werden – das erspart eine zweite Operation. //



Auf Kurs zur Energiewende



Als neuer Abteilungsleiter startete Corsin Battaglia vor knapp einem Jahr an der Empa. «Materials for Energy Conversion» heisst sein Labor seither. Themen wie Batterien, erneuerbare Brennstoffe, Fotovoltaik und Thermoelektrik fordern ein breites Know-how und einige Erfahrung. Diese sammelte Battaglia nicht nur an verschiedenen Universitäten weltweit, sondern auch durch seine Hobbys, der Musik und dem Segeln. Denn all dies hat mehr mit Forschungsarbeit gemein, als man vermutet.

TEXT: Cornelia Zogg / BILDER: privat

Es gibt im Energiebereich etliche sprichwörtlich heisse Themen», sagt Corsin Battaglia. Mit dem heissesten, nämlich Energie sowohl umzuwandeln als auch (in geeigneter Form) zu speichern, setzt sich seine Abteilung «Materials for Energy Conversion» auseinander. Das Thema gewinnt immer mehr an Bedeutung, sei es bei der Entwicklung neuer, leistungsstärkerer Batterien, erneuerbarer Treib- und Brennstoffe oder bei Fragen zu Fotovoltaik und Thermoelektrik.

Doch wozu Energie, die bereits zur Verfügung steht, in eine andere Form umwandeln? Ganz einfach: Nicht alle Formen der Energie ermöglichen eine Energieversorgung rund um die Uhr. Strom aus Fotovoltaikanlagen etwa ist abhängig vom Wetter und lässt sich auf grosser Skala nur schwer längerfristig speichern. Somit entsteht im Sommer ein Überschuss, im Winter drohen Engpässe beziehungsweise man muss auf nicht-erneuerbare Energiequellen zurückgreifen, zum Beispiel fossile Brennstoffe oder Atomkraft. Deshalb arbeitet Battaglias Team bereits intensiv an neuen Batterien, die elektrische Energie kosteneffizient speichern können, sowie an Technologien, mit denen Strom direkt in erneuerbare Brennstoffe – die sich dann praktisch unbegrenzt speichern lassen – umgewandelt werden kann.

Die Suche nach dem Gral

Aber auch in umgekehrter Richtung liegt noch einiges drin; eine kaum genutzte Energiequelle ist etwa Abwärme, die in grossen Mengen bei vielen industriellen Prozessen, in den immer zahlreicheren Rechenzentren, aber auch bei Automotoren anfällt. Abwärme kann durch «thermoelektrische Wandler» wieder in elektrische Energie umgewandelt werden. «Strom ist die wertvollste Energieform und praktisch überall einsetzbar», so Battaglia. Die weniger wertvolle Abwärme effizient wieder in Strom umzuwandeln, wäre der heilige Gral der Energieforschung. Erste Versuche, ihn zu finden, laufen bereits.

Doch es geht Battaglia nicht nur um rein akademische Materialforschung. Er möchte seine Resultate vielmehr in die Praxis umsetzen, um damit die Brücke zwischen Forschung und Industrie zu schlagen. Im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE) untersuchen die Empa-Forschenden derzeit das Potenzial der Thermoelektrik und verschiedener Konkurrenzprozesse zur Abwärmenutzung – auch in Hinblick auf eine (möglichst rasche) Markteinführung. Erfolgreich im Markt angekommen ist bereits die Fotovoltaik. Ein Fallbeispiel, anhand dessen man einiges lernen könne, so Battaglia: «Wie kommt eine Technologie auf den Markt? Wie funktioniert das Upscaling? Was muss eine neue Technologie erfüllen, um überhaupt am Markt bestehen zu können? Diese Fragen sind auch für all unsere anderen Themenbereiche enorm wichtig.»

Start von null an

Den Sinn für die Praxis hat er sich schon früh angeeignet, unter anderem an der «University of California» in Berkeley, USA. Vieles aus Kalifornien hat er mit in die Schweiz gebracht. Zum Beispiel eine gewisse Risikobereitschaft. «In der Schweiz fragt man sich immer noch ein bisschen mehr als anderswo, ob es tatsächlich funktionieren kann und ob sich das lohnt, und es folgt Assessment auf Assessment», erklärt er mit einem Augenzwinkern. Dafür überlebten die Schweizer Start-ups dann auch häufiger (und länger) als in den USA.

Corsin Battaglia
verwandelt Energie.

Das Talent, zu improvisieren und sich selbst zu helfen, lebte er in Berkeley aus von allem Anfang an. Battaglia: «Ich kam an meinem ersten Tag ins Labor und fand dort genau vier Utensilien vor: Mikroskopiergläser, Alufolie, Klebeband und Rasierklingen. Mehr gab es nicht.» Aber damit kann man schon eine Menge anstellen, vor allem, wenn man wie Battaglia leidenschaftlicher Segler ist. Auch auf See fehle ab und an das passende Werkzeug – zum Beispiel als mitten auf der San Francisco Bay sein Ruder durch eine starke Windböe abrisst. Er wusste sich also auch im Labor zu helfen und bastelte die benötigten Geräte in Eigenregie. «Hier in der Schweiz ist das anders», sagt er. «Wenn man als Forscher etwas braucht, wird es einem vom Institut bereitgestellt.»

Mit der Zeit wuchs sein Netzwerk in Berkeley. Speziell am neu geschaffenen «Joint Center for Artificial Photosynthesis» des «Lawrence Berkeley National Laboratory» wurden seine Kompetenzen in Oberflächenphysik und Fotovoltaik geschätzt. «Jede Woche kam eine Palette mit neuem Equipment, und das Center hatte nicht genügend Mitarbeiter, um alles aufzubauen. Da bot ich meine Hilfe an, und so kam ich durch die Hintertür an die Geräte.»

Während sich Battaglia in Berkeley in erster Linie auf die Entwicklung von neuartigen Solarzellen konzentrierte, kamen auch interessante Nebenprojekte zustande. So verwendete er transparente leitende Schichten, die er ursprünglich für Solarzellen entwickelt hatte, zum Bau transparenter Elektronik. «So wie in «Minority Report», dem Spielberg-Film mit Tom Cruise und der berühmten Szene, bei der Cruise mit den Händen transparente Computerscreens zusammenfügt», erklärt Battaglia begeistert.

Kreativität als Schlüssel zum Erfolg

Sein Weg in die Physik war allerdings nicht von Beginn an geplant. Nach seiner Matur reiste er zunächst für ein Jahr in die USA – und studierte Gitarre am «Musicians Institute» mitten in Hollywood. Sein Traum: Musiker zu werden – und erst noch davon leben zu können. Erblich vorbelastet, könnte man meinen; Battaglias Vater war ebenfalls Musiker und leitete grosse Orchester. Seine Mutter indes war weniger begeistert von den Plänen. «Ein Musiker in der Familie reicht, lern etwas Anständiges», gab sie ihrem Sohn mit auf den Weg. Über seine Leidenschaft für elektrische Gitarren gelangte Battaglia so zur Elektrizität und schliesslich zur Physik.

Ganz aufgegeben hat er die Musik aber keineswegs, im Gegenteil. Mit seiner Jazz-Band, die sich gerade mitten in der Gründung befindet, improvisiert er oft. Der Schlüssel sei dabei die Interaktion mit anderen Musikern. «Der Bassist beginnt mit einer Melodie, dann übernehme ich, dann der Schlagzeuger, und so spielt man sich gegenseitig immer wieder Ideen zu – bis etwas ganz unerwartet Neues entsteht, etwas Kreatives.»

Genauso verhalte es sich in einer guten Forschungsumgebung. Beim Brainstorming mit Kollegen aus anderen Fachbereichen entwickelten sich häufig ganz erstaunliche Ideen. Durch den Input des einen wird ein kreatives Neuron eines anderen getriggert, und es entsteht Neues.

Das sei allerdings nur möglich, so Battaglia, wenn die Beteiligten über ein breites und tiefes Wissen verfügten. Gute Musiker hätten schliesslich Jahre bis jahrzehntelang geübt. So sei es auch in der Forschung. «Jeder bringt seinen Rucksack mit, und jeder trägt etwas bei. Es ist ein enormer Vorteil der Empa, das hier genau so ein multidisziplinärer Austausch stattfinden kann.» Den fördert er auch innerhalb seiner Abteilung. Jeden Dienstag finden sich die verschiedenen Forschungsgruppen zusammen und lassen sich inspirieren von neuen Erkenntnissen und der Forschungsarbeit der Kolleginnen und Kollegen.

Eine Abteilung im Aufbruch

Als erstes aber gelte es, für seine Abteilung ein kohärentes Forschungsprogramm aufzubauen, das national und international Beachtung findet. Doch – wie an der Empa üblich – sei es ihm wichtig, Industriepartner mit ins Boot zu holen. «Das ist mir bei der Fotovoltaik bereits gelungen», sagt er zuversichtlich. «Ich hoffe, dass wir das jetzt auch bei den anderen Themen erfolgreich vorantreiben können.» Diese Brücke zwischen Industrie und Forschung werde an der Empa so gut wie kaum irgendwo geschlagen.

«Wir haben an der Empa Forschende mit unterschiedlichstem Hintergrund, Physiker, Chemiker, Materialwissenschaftler, Elektroingenieure, und ich glaube, das macht unsere Stärke aus.» Wie in der Musik können sich so neue Ansätze und kreative Ideen entwickeln. «Die Forschungsarbeit ist sehr inspirierend», sagt Battaglia. «Das ist, was ich am meisten schätze.» Also nicht nur als Solist zu glänzen, sondern ein Orchester kreativer Köpfe zu dirigieren. //



«In der Musik und der Forschung ist Interaktion der Schlüssel zum Erfolg: Man spielt sich gegenseitig immer wieder Ideen zu – bis etwas ganz unerwartet Neues entsteht, etwas Kreatives.»



Arbeitsmethoden wie beim Jazzkonzert: Corsin Battaglia im Labor (oben) und bei einem Auftritt als Bassist (unten)



...nachgefragt

«Mir gefällt der gemeinnützige Gedanke der Empa. Sie macht neue Forschungsergebnisse für alle zugänglich, nicht nur für Unternehmen, die es sich leisten können.»



Als Konstrukteur bei der Firma Bruker BioSpin AG kennt Olivier Zogmal die Eigenschaften von Metall, Keramik und Stahl in- und auswendig. Trotzdem besucht er regelmässig Veranstaltungen an der Empa-Akademie, um sich weiterzubilden. Im letzten Jahr entdeckte er so die Lösung für ein Problem, von dem er noch gar nicht wusste, dass es eines ist.

Herr Zogmal, als Praktiker interessieren Sie sich vor allem für die Fachkurse an der Empa. Sind die ihr Geld wert?

Die Empa vermittelt eine enorme Menge an Wissen an nur einem Tag zu einem vergleichsweise günstigen Preis. Für andere Weiterbildungskurse müsste ich ein Vielfaches bezahlen. Mir gefällt der gemeinnützige Gedanke der Empa, dass sie neue Forschungsergebnisse für alle zugänglich macht und nicht nur für Personen oder Unternehmen, die es sich leisten können.

Was nehmen Sie aus den Kursen mit in Ihren Berufsalltag?

Für konkrete Probleme aus dem Beruf finde ich an den Veranstaltungen immer eine Fachperson, die mir weiterhelfen kann. Einmal kam ich sogar zu einer unerwarteten Erkenntnis, die mich sofort zum Handeln bewegen hat.

Um was ging es dabei?

Im Kurs «Die Welt der Stähle» im letzten Jahr faszinierte mich die grosse Vielfalt an Stählen, die die Empa weiterentwickelt hatte. Zu meiner Überraschung stellte ich fest, dass wir in einem unserer Produkte einen Edelstahl zum Schweißen benutzt hatten, der eigentlich gar nicht optimal dafür geeignet war. Nach der Veranstaltung haben wir den Edelstahl natürlich sofort gegen einen geeigneteren ausgetauscht.

Welche Art von Veranstaltung vermissen Sie?

Keine. Das Veranstaltungsangebot hat genau die richtige Mischung. Es gibt Fachkurse für Praktiker wie mich, Veranstaltungen für Forscher und die Industrie und auch Vorträge für die Öffentlichkeit, die einen Überblick zum aktuellen Stand der Technik geben.

Wem würden Sie die Veranstaltungen an der Empa weiterempfehlen?

Wer eine bestimmte Frage hat oder vor einem technischen Problem steht, findet an einem der Vorträge, Tagungen oder Kurse an der Empa die richtigen Fachleute und Unterstützung.

TAGUNG

11. Gasmobil-Symposium

Treibstoffwende mit Erdgas/Biogas



Empa, Dübendorf, Überlandstrasse 129
Mittwoch, 28. Oktober 2015
10.00 – 17.30 Uhr

Online-Anmeldung: www.empa.ch/gassymp

Patronat

amag

ASTAG+

energie360°

Veranstaltungen

28. Oktober 2015

11. Gasmobil-Symposium

Zielpublikum: Industrie, Wirtschaft und Verwaltung
www.empa.ch/gassymp
Empa, Dübendorf

11. November 2015

FSRM-Kurs: Metallische Gläser

Zielpublikum: Industrie und Wirtschaft
www.empa.ch/metallglas
Empa, Dübendorf

14. November 2015

FSRM-Kurs: Klebtechnik für Praktiker

Zielpublikum: Industrie und Wirtschaft
www.empa.ch/kleben2015
Empa, Dübendorf

24. November 2015

Innovationen mit Licht

Zielpublikum: Industrie, Wirtschaft und Verwaltung
www.empa.ch/Veranstaltungen
Paul Scherrer Institut, Villigen

13. Januar 2016

FSRM-Kurs: Versagen von Hightech-Komponenten

Zielpublikum: Industrie und Wirtschaft
www.empa.ch/verskomp
Empa, Dübendorf

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

Ihr Zugang zur Empa:



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