

Dübendorf, im August 2003

*Die Empa an der Euromat in Lausanne und der Nanofair in St. Gallen*

## **Klein – kleiner – Nanotechnologie**

***Die Empa nutzt die Plattform an den internationalen Symposien Euromat (1. bis 5.9.2003, ETH Lausanne) und Nanofair (9. bis 11.9.2003, Olma Messen St. Gallen), um ihr Wissen und ihre Fähigkeiten im Bereich der Nanotechnologie zu präsentieren. Ihr verstärktes Engagement für die Forschung im nanoskaligen Bereich hat sich schon Anfang dieses Jahres durch die Gründung der Abteilung «nanotech@surfaces» manifestiert. Neben dem Schwerpunkt Nanotechnologie ist an der Euromat u.a. auch die Restauration kultureller Bauten und Güter ein Thema.***

In jedem Forschungsstadium – von der Vision bis zum fertigen Produkt – sieht sich die Empa als zukünftiger Partner für innovative Projekte in der Nanotechnologie. Mit dieser Intention präsentiert sie sich an der Euromat und der erstmals durchgeführten Nanofair. Forschung und Entwicklung im Bereich von Milliardestelmetern werden an den Empa-Ständen mit einer umfangreichen Bildschau, Plakaten und Broschüren visualisiert. Dabei lässt die Empa tief in die grosse Welt der sich auf kleinstem Raum abspielenden Nanotechnologie blicken. Die Ziele der NanotechnologInnen der Empa sind hoch gesteckt: Mit sich selbstorganisierenden Molekülen versuchen sie beispielsweise zu zeigen, wie 1000 Mal dichter bepackte Computerprozessoren als die heutigen realisierbar sind. Auch entwickeln die NanotechnologInnen neuartige Elektronenquellen aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen für eine nächste Generation von millimeterdünnen und preisgünstigen Flachbildschirmen. Bei Textilien bearbeiten sie die oberste Nanometer-dünne Schicht so, dass eine wasserabstossende, antibakterielle und fungizide Wirkung erzielt wird. Cellulosefibrillen, normalerweise für die hohe Zugfestigkeit von Holz verantwortlich, möchten sie für den technischen Einsatz, z.B. zur Verstärkung von (Bio-) Polymeren gewinnen.

Neben den Tätigkeiten der Empa im Bereich der Nanotechnologie, werden auch zwei interessante Projekte im Bereich Restauration vorgestellt: Ein Festigungsmittel für matte Malerei, hergestellt aus Rotalgen, wie auch die Befestigung eines Kirchendachstuhls mit kohlenstofffaserverstärkten Lamellen.

### **Härtere, beständigere und verschleissfestere Beschichtungen**

Die physikalischen Anforderungen an Werkzeuge für mechanische Bearbeitung steigen stetig. Dem Verschleiss von stark beanspruchten Oberflächen begegnet die Empa mit Neuerungen aus der Nanotechnologie: speziell konzipierte Beschichtungen aus Nanokompositen, die viel härter sind und höhere Temperaturen vertragen als herkömmliche Beschichtungen. Durch ihre feine Körnung und die zusätzliche Binderphase sind Hartstoffschichten aus Nanokompositen (z.B. TiN mit Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) wesentlich härter als ihre einzelnen Bestandteile (z.B. TiN). Die höhere Härte lässt sich durch den Vergleich «trockener und feuchter Sand» veranschaulichen. In feuchtem Sand ist das Gleiten der Sandkörner erschwert, die Oberfläche bietet mehr Widerstand gegen Verformung und ist darum härter.

### **Dichter bepackte Computerprozessoren**

Mehr als das 1000fache als auf einem heutigen Pentium-4-Prozessor soll in Zukunft die Dichte der Transistoren betragen. Die Nanotechnologen an der Empa versuchen diese Vision durch den Zusammenbau geeigneter Moleküle zu elektronischen Bauelementen zu verwirklichen. Bislang ist es ihnen in einzelnen Fällen gelungen zu zeigen, dass eine derartige Technologie grundsätzlich möglich ist. Um diese enorme Dichte zu realisieren, wird der Ansatz der molekularen Selbstorganisation verfolgt. Das bedeutet: elektronische Schaltkreise bauen sich aus einer Vielzahl von Molekülen unter geeigneten Bedingungen spontan zusammen. In ihrer neuen Abteilung fahndet die Empa nach geeigneten Bausteinen für die «molekulare Elektronik».

### **Millimeterdünne Flachbildschirme zu Discountpreisen**

Millimeterdünn, grösser und kostengünstiger sollen die neuen Feldemissionsflachbildschirme werden. Dabei sollen die vielversprechenden Kohlenstoff-Nanoröhrchen (KNR) zum ersten Mal für eine bedeutende industrielle Entwicklung genutzt werden. Werden die KNR als Elektronenemitter «gezüchtet», besteht der wesentliche Unterschied des Feldemissionsflachbildschirms zum herkömmlichen Kathodenstrahlbildschirm darin, dass jedes Pixel seine eigene, einzeladressierbare Elektronenquelle besitzt, welche direkt hinter ihm positioniert ist. Diese Anordnung erlaubt es, einen nur wenige Millimeter dicken Bildschirm zu realisieren, der aber die gleiche hervorragende Bildqualität des üblichen Kathodenstrahlmonitors besitzt. Nicht nur die Qualität, sondern auch die Wirtschaftlichkeit ist beim Feldemissionsbildschirm gewährleistet. Dank der KNR lassen sich im Gegensatz zu herkömmlichen Metallmikrospitzen die Elektronenquellen für Bildschirme sehr einfach herstellen. Neben der grundlegenden Erforschung der physikalischen Eigenschaften von Kohlenstoff-Nanostrukturen arbeitet die Empa in weiteren

anwendungsorientierten Projekten an der Entwicklung von Feldemissionsquellen für Hochfrequenz- und Röntgenröhren.

### **Mit Multifunktionstextilien den Puls messen**

Werden spezielle Sensor-integrierte Textilien auf der Haut getragen, könnte z.B. eine Körperfunktion wie der Herzrhythmus ohne weitere Hilfsmittel bestimmt werden. Textilien werden dank der Nanotechnologie multifunktional. Sie können so in sich die unterschiedlichsten attraktiven Eigenschaften vereinen: Sie sind wasserabstossend, antibakteriell und fungizid, können als Sensoren oder als adaptive Systeme eingesetzt werden, sind hitzebeständig und mechanisch belastbar, um nur einige Beispiele anzuführen. Im Rahmen ihrer praxisbezogenen Forschung wendet die Empa spezifische chemische und physikalische Oberflächenbehandlungen an und verleiht Textilien mit Hilfe der Plasmatechnik, die eine gezielte Veränderung der äussersten Schicht herbeiführt, völlig neue Beschaffenheiten.

### **Nanoskalige Phänomene erfordern neuartige Präzisionswerkzeuge**

Die Technologien der makroskopischen Welt lassen sich nicht automatisch an mikro- und nanoskalige Phänomene adaptieren. Herkömmliche Werkzeuge und Analyseverfahren genügen nicht. Allein schon das Manipulieren der Proben erfordert hochspezialisierte, feinere Technologien. Wer sich in der Nanowelt sicher bewegen will, braucht dazu neuartige Präzisionswerkzeuge, wie z.B. Mikroroboter. Im EU-Projekt ROBOSEM entwickelt die Empa zusammen mit Partnern aus Frankreich, Deutschland und der Schweiz einen Mikroroboter, der miniaturisierte Proben auf einer neuartigen Plattform im Rasterelektronenmikroskop zu handhaben weiss.

### **Natürliche Verstärkung mit Cellulosefibrillen**

Nanoskalige Cellulosefibrillen in der Zellwand sind für die hohe Zugfestigkeit von Holz verantwortlich. Gelingt es der Empa, im Rahmen einer Top-Nano-21-Feasibility-Studie diese Fibrillen oder Fibrillenbündel aus dem industriell hergestellten Massenprodukt Zellstoff zu isolieren, könnten hochfeste und zudem biologisch basierte Ausgangsstoffe für einen technischen Einsatz gewonnen werden. Mit ihren hervorragenden Eigenschaften bezüglich Festigkeit und Saugkraft bieten sich die transparenten Fibrillen bestens für den Einsatz z.B. in Anstrichstoffen an. Sie können helfen, deren Dispergierverhalten und Langzeitbeständigkeit massgeblich zu optimieren. Weitere Einsatzgebiete von Cellulosefibrillen verstärkt mit (Bio-) Polymeren könnten sich in den Bereichen Medizin, Lebensmitteltechnologie und Gartenbau ergeben, in denen eine

biologische Abbaubarkeit bei gleichzeitig hohen Anforderungen an mechanische Festigkeit und gegebenenfalls visuelle Transparenz gefordert wird.

### **Höhere Dämmwerte mit Vakuum**

Gute Wärmedämmung interessiert ArchitektInnen, MieterInnen und HausbesitzerInnen. Die Wirkung herkömmlicher Dämmstoffe lässt sich um Faktor 5 verbessern, wenn die Luft aus dem Dämmstoff entfernt wird, d.h. wenn das dämmende Material im Vakuum eingeschlossen wird. Die Empa betrachtet hochisolierende nanoporöse Dämmstoffe, eingeschlossen in evakuierte, hauchdünne aluminiumbedampfte Kunststofffolien, als eine sehr gute Lösung und arbeitet zusammen mit der Industrie an der umweltfreundlichen Umsetzung. Die Durchlässigkeit der Folien, deren Alterung die Empa in Versuchen künstlich erzwingt, erforscht sie unter unterschiedlichsten Raumbedingungen (Temperatur, relative Feuchte). Bei den Vakuumisoliationsprodukten genügt es nicht, nur die Umhüllung zu erforschen; entscheidend ist das Material, mit dem die Vakuumpaneele gefüllt werden. Auch bei diesen Überlegungen kommen heutzutage Nanodimensionen ins Spiel. Empas gemeinsames Projekt mit internationalen Partnern aus Industrie und Forschung (IEA, Annex 39) zeigt, dass sich Platten aus pyrogener Kieselsäure (SiO<sub>2</sub>), deren Herstellverfahren eine renommierte Chemiefirma (ZAE Bayern) entwickelt hat, sehr gut eignen.

### **Ewiges Leben für die Malerei**

Funori, ein in Japan aus Rotalgen hergestellter Kleb- und Beschichtungsstoff, soll sich besonders gut zur Konsolidierung von matter Malerei eignen. In verschiedenen Techniken ausgeführt, findet wir matte Malerei in allen Epochen und Kulturen. Bei matter Malerei handelt es sich um schwach gebundene Materialsichten, die sehr empfindlich auf mechanische Belastung und Alterung reagieren. Meist spricht die matte Malerei auch empfindlich auf herkömmliche Konsolidierungsmittel an, die das Erscheinungsbild des Objektes beeinträchtigen und seinen ursprünglichen Ausdruck verändern. In umfassender Forschungsarbeit wurde Funori von der Empa in Zusammenarbeit mit dem Institut für Denkmalpflege der ETH Zürich und dem Zentrum für Konservierung des Schweizerischen Landesmuseums technologisch untersucht. Um schliesslich die Qualität des Naturprodukts Funori noch zu steigern, hat die Empa ein stark verbessertes Reinigungsverfahren entwickelt und mit JunFunori einen neuen (registrierten) Standard für solche Algenprodukte gesetzt. Dieses wurde an ausgewählten Objekten erfolgreich getestet. Denkbar ist neben einer grosstechnischen Produktion des Kleb- und Beschichtungsstoffes auch der Einsatz in anderen Bereichen, wie zum Beispiel in der Pharmazie, Kosmetik und Medizin.

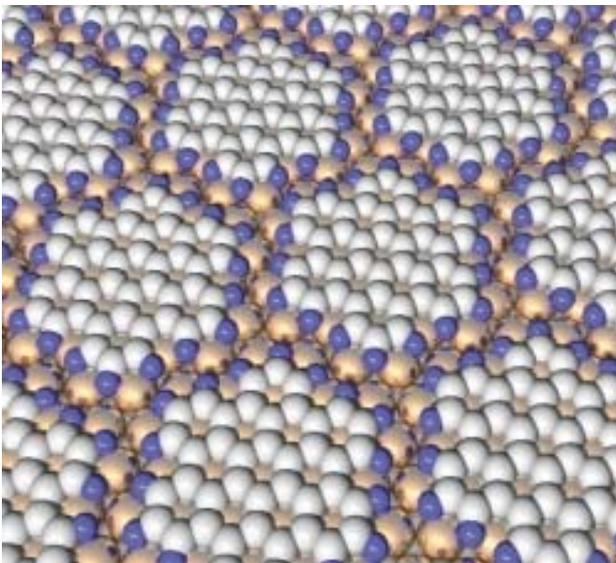
<http://www.empa.ch/nanotechnologie>

Für weitere Informationen:

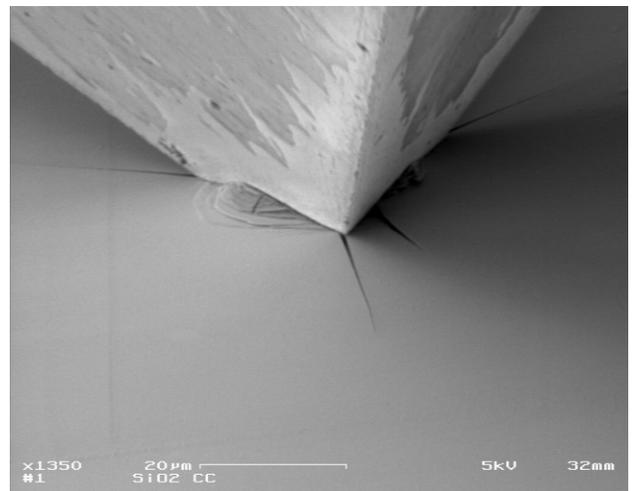
Walter J. Muster, Leiter Departement «Moderne Materialien, ihre Oberflächen und Grenzflächen»,  
Tel. 01 823 41 20, E-mail: [walter.muster@empa.ch](mailto:walter.muster@empa.ch)

Für Bilder und den elektronischen Text:

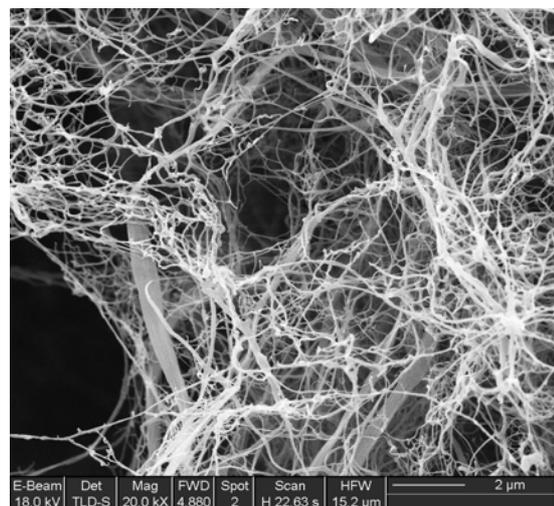
Robert Helmy, Abt. Kommunikation/Marketing, Tel. 01 823 45 92, E-mail [robert.helmy@empa.ch](mailto:robert.helmy@empa.ch)



Molekulare Selbstorganisation, am Beispiel von Hexabenzocoronenen auf Kupfer (Computermodellierung)



In der Nanowerkstatt: Materialproben werden mit einer Diamantpyramide bei kontinuierlicher Messung von Kraft und Eindringtiefe eingedrückt.



Bilder erhältlich bei [robert.helmy@empa.ch](mailto:robert.helmy@empa.ch)

Netzstruktur der Cellulosefibrillen. Die Stränge besitzen Durchmesser um die 20 Nanometer und Längen von mehreren Mikrometern.