



NANOPUBLI

11. bis 13. September 2007

Eine Sonderschau im Rahmen der NanoEurope in St.Gallen

## Nanotechnologie für den Alltag

Ausstellung mit Experimenten, Filmvorführungen und Showeinlagen zum Thema Nanotechnologie, der Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts

[www.nanopubli.ch](http://www.nanopubli.ch)

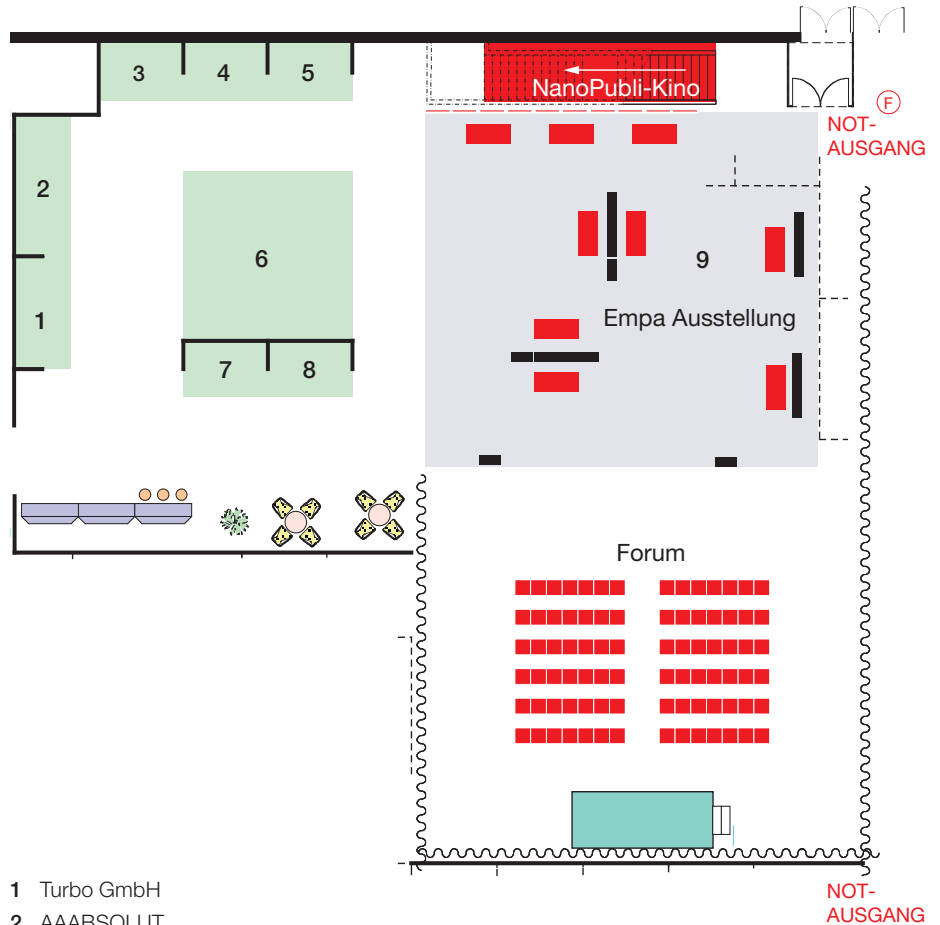


Materials Science & Technology



fair & conference

# Aussteller NanoPubli 2007



- 1 Turbo GmbH
- 2 AAABSOLUT
- 3 3D AG
- 4 venturelab  
c/o IFJ Institut für Jungunternehmen
- 5 Die Innovationsgesellschaft mbH
- 6 BAG, BAFU, TA-SWISS
- 7 Weisbrod-Zürrer AG
- 8 NanoSys GmbH
- 9 Empa Ausstellung

**Forum:** Showeinlagen und Vorträge zum Thema. Weitere Informationen dazu siehe «Referate NanoPubli 2007».

**NanoPubli-Kino:** Filmvorführungen

# Willkommen an der NanoPubli 2007

Es ist fast schon Tradition: Bereits zum dritten Mal öffnet die NanoPubli – eine Sonderschau zum Thema Nanotechnologie – vom 11. bis 13. September 2007 auf dem Olma-Messegelände in St. Gallen für die breite Öffentlichkeit ihre Pforten. Die Forschungsinstitution Empa und die NanoEurope heissen Sie herzlich willkommen.

Nanotechnologie und Nanoprodukte werden die Welt erobern. So sehen es viele in Wissenschaft und Industrie. Aber was ist bereits heute alles möglich? Genau diese Frage wollen wir an der NanoPubli beantworten und der Bevölkerung mit Nanoprodukten und Experimenten zeigen, was im Markt schon Wirklichkeit ist und wohin es gehen könnte. Unser Ziel ist es, die KonsumentInnen möglichst früh in die Diskussion über «Nano» einzubeziehen und sie transparent über diese faszinierende und zukunftsweisende Technologie zu informieren.

Wir wünschen Ihnen bei den spritzigen Showeinlagen, den informativen Filmvorführungen, der abwechslungsreichen Ausstellung sowie den bunten Experimenten zum Mitmachen viel Spass!

Markus Rüedi  
Departement Materialien und Systeme  
zum Schutz und Wohlbefinden des menschlichen Körpers



Materials Science & Technology

# Referate NanoPubli 2007

Zeit	ReferentIn	Thema	Dauer
<b>Dienstag, 11. September 2007</b>			
09.30 Uhr	Prof. Harald Krug, Dr. Axel Ritter und Ernst Pletscher, Empa	Nanotechnologie für den Alltag, Nanotechnologie verstehen lernen	30 Min.
10.00 Uhr	Dominic Luethi, 3D AG	Nanotechnologie als optisches Sicherheitsmerkmal (Hologramm)	10 Min.
11.30 Uhr	Prof. Harald Krug, Dr. Axel Ritter und Ernst Pletscher, Empa	Nanotechnologie für den Alltag, Nanotechnologie verstehen lernen	30 Min.
13.30 Uhr	Susanne Brenner, TA-SWISS	Nanotechnologie: Folgen abschätzen und debattieren	10 Min.
13.40 Uhr	Prof. Harald Krug, Dr. Axel Ritter und Ernst Pletscher, Empa	Nanotechnologie für den Alltag, Nanotechnologie verstehen lernen	30 Min.
15.00 Uhr	PD Dr. Beatrice Conde-Petit, ETH	Nanotechnologie bei Lebensmitteln anschliessend Fragerunde	20 Min.
16.00 Uhr	Prof. Harald Krug, Dr. Axel Ritter und Ernst Pletscher, Empa	Nanotechnologie für den Alltag, Nanotechnologie verstehen lernen	30 Min.
<b>Mittwoch, 12. September 2007</b>			
09.30 Uhr	Prof. Harald Krug, Dr. Axel Ritter und Ernst Pletscher, Empa	Nanotechnologie für den Alltag, Nanotechnologie verstehen lernen	30 Min.
10.00 Uhr	Dominic Luethi, 3D AG	Nanotechnologie als optisches Sicherheitsmerkmal (Hologramm)	10 Min.
11.30 Uhr	Prof. Harald Krug, Dr. Axel Ritter und Ernst Pletscher, Empa	Nanotechnologie für den Alltag, Nanotechnologie verstehen lernen	30 Min.
13.30 Uhr	Prof. Georg Karlaganis, BAFU	Aktionsplan Nanomaterialien Schweiz	30 Min.
14.00 Uhr	Prof. Harald Krug, Dr. Axel Ritter und Ernst Pletscher, Empa	Nanotechnologie für den Alltag, Nanotechnologie verstehen lernen	30 Min.
15.00 Uhr	Prof. Harald Krug, Dr. Axel Ritter und Ernst Pletscher, Empa	Nanotechnologie für den Alltag, Nanotechnologie verstehen lernen	30 Min.
16.00 Uhr	Prof. Rudi Feurstein, Rektor Fachhochschule Voralberg  Empa-Geschäftsleitung	Diplomübergabe Mikro-Nanotechnologie-Weiterbildungsstudiengang Verleihung der ersten Mastergrade  Laudatio	1h 30 Min.
<b>Donnerstag, 13. September 2007</b>			
09.30 Uhr	Prof. Harald Krug, Dr. Axel Ritter und Ernst Pletscher, Empa	Nanotechnologie für den Alltag, Nanotechnologie verstehen lernen	30 Min.
10.00 Uhr	Dominic Luethi, 3D AG	Nanotechnologie als optisches Sicherheitsmerkmal (Hologramm)	10 Min.
11.30 Uhr	Prof. Harald Krug, Dr. Axel Ritter und Ernst Pletscher, Empa	Nanotechnologie für den Alltag, Nanotechnologie verstehen lernen	30 Min.
13.30 Uhr	Dr. Sergio Bellucci, TA-Suisse	Resultate des publifocus «Nanotechnologien und ihre Bedeutung für Gesundheit und Umwelt»	20 Min.
14.00 Uhr	Prof. Harald Krug, Dr. Axel Ritter und Ernst Pletscher, Empa	Nanotechnologie für den Alltag, Nanotechnologie verstehen lernen	30 Min.
14.30 Uhr	Dominic Luethi, 3D AG	Nanotechnologie als optisches Sicherheitsmerkmal (Hologramm)	10 Min.
15.30 Uhr	Prof. Harald Krug, Dr. Axel Ritter und Ernst Pletscher, Empa	Nanotechnologie für den Alltag, Nanotechnologie verstehen lernen	30 Min.

# Sponsoren NanoPubli 2007

---

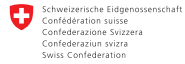
## Rubinsponsoren:



[www.kgf.ch](http://www.kgf.ch)

---

## Saphironsponsoren:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
Swiss Confederation

Bundesamt für Umwelt BAFU  
Office fédéral de l'environnement OFEV  
Ufficio federale dell'ambiente UFAM  
Uffizi federal d'ambient UFAM  
Federal Office for the Environment FOEN



[www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch)

[www.ncb.ch](http://www.ncb.ch)

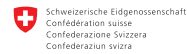
[www.swisstextiles.ch](http://www.swisstextiles.ch)

Givaudan Schweiz AG

[www.givaudan.com](http://www.givaudan.com)

---

## Smaragdsponsoren:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI  
Bundesamt für Gesundheit BAG

[www.clariant.com](http://www.clariant.com)

[www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)

---

## Weitere Sponsoren:



[www.bischoff-textil.com](http://www.bischoff-textil.com)



[www.schoeller-textiles.com](http://www.schoeller-textiles.com)



[www.ta-swiss.ch](http://www.ta-swiss.ch)

---

## Medienpartner:





Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
Swiss Confederation

**Bundesamt für Umwelt BAFU**

Bundesamt für Umwelt BAFU  
CH-3003 Bern  
Telefon: +41 31 322 93 11  
[www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch)

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU

Das BAFU ist das Kompetenzzentrum des Bundes für Umwelt. Es trägt dazu bei, die natürlichen Ressourcen für Gesellschaft und Wirtschaft langfristig zu erhalten und zu nutzen. Das BAFU fördert innovative Umwelttechnologien und sorgt dafür, dass die Risiken neuer Technologien frühzeitig erkannt werden. Es erarbeitet Vorschläge für Massnahmen, die eine sichere Nutzung dieser Technologien sicherstellen. Dabei beurteilt es die Auswirkungen verschiedener neuer Produkte auf die Umwelt und Gesundheit und identifiziert mögliche kritische Anwendungen.

Das BAFU unterstützt ebenfalls den Dialog zwischen Verwaltung, Wissenschaft, Wirtschaft und Öffentlichkeit, damit innovative Lösungen beim Risikomanagement gefunden und neue Ansätze in der Umwelttechnologie realisiert werden.

Informationen über die laufenden und geplanten Arbeiten im Bereich der Nanotechnologie finden Sie unter: [www.umwelt-schweiz.ch/nanotechnologie](http://www.umwelt-schweiz.ch/nanotechnologie)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI  
**Bundesamt für Gesundheit BAG**

Bundesamt für Gesundheit BAG  
CH-3003 Bern  
Telefon: +41 31 322 21 11  
[www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)

Eidgenössisches Departement des Inneren

Bundesamt für Gesundheit BAG

Als verantwortliche Behörde für die öffentliche Gesundheit und den Verbraucherschutz gehört es zu den Aufgaben des BAG, Risiken neuer Technologien frühzeitig zu erkennen und erforderliche Massnahmen zum Schutz der Gesundheit einzuleiten. Durch eine gezielte und offene Kommunikation werden Bevölkerung und Industrie für Gefahren dieser neuer Technologien sensibilisiert, und es wird so auf einen verantwortungsvollen Umgang hingewirkt.

Informationen zu Aktivitäten im Bereich Nanotechnologie finden Sie unter:  
[www.bag.admin.ch/nanotechnologie](http://www.bag.admin.ch/nanotechnologie)

---



AAABSOLUT NANO  
Kalchackerstrasse 9  
CH-3047 Bremgarten/BE  
Telefon: +41 31 318 38 38  
[www.aaabsolut.ch](http://www.aaabsolut.ch)

AAABSOLUT wurde 1994 vom heutigen CEO Patrick M. Ansorg gegründet.

AAABSOLUT besitzt Markenvertretungen für die Schweiz und Europa wie Psion-Industrial, Nastech, JRM, Kernpower etc. Neben dem Handel mit medizinischen Geräten und Apparaturen konzentriert sich AAABSOLUT seit 1996 auf Oberflächenbeschichtungen für die unterschiedlichsten Anwendungen. Jahrelange Entwicklung und Forschung integrieren ein gewaltiges Know-how innerhalb der AAABSOLUT-Gruppe. AAABSOLUT gehört weltweit zu den ersten Firmen, die sich mit der Forschung und dem Vertrieb von auf Nanotechnologie basierenden Oberflächenversiegelungen beschäftigt hat.

Mit AAABSOLUT NANO bieten wir Ihnen die gesamte Bandbreite von Nano-Versiegelungsprodukten vom privaten bis zum professionellen Einsatz.

Unsere Produkte sind für alle Oberflächen geeignet, egal ob Stahl, Beton, Stein, Holz, Leder, Textilien, Glas, Terracotta etc. Für unsere Kunden und Partnerfirmen finden wir bedürfnisorientierte Lösungen. Sprechen Sie mit uns.



Atheco AG  
Rossbodenstrasse 15  
CH-7007 Chur  
Telefon: +41 81 250 12 24  
[www.atheco.ch](http://www.atheco.ch)

Die im Jahr 1999 gegründete Atheco AG befasst sich mit innovativen Bautenschutzlösungen unter Berücksichtigung der neuesten Erkenntnissen und Produktentwicklungen aus der Nanotechnologie.

Neuentwickelte Nanotech-Produkte bieten mit ihren neuartigen Eigenschaften einen hohen Nutzen bei häufig auftretenden Problemstellungen. Vielfach lassen sich auch Eigenschaften bestehender und bewährter Produkte mit Nanotechnologie gezielt verbessern.

Wir beraten und bieten Lösungen hauptsächlich bei folgenden Bautenschutzproblemen: Schimmelpilzbefall, schlechtes Raumklima, Algen- und Moosbefall an Fassaden, Nässe- und Feuchteschutz von Holz, Naturstein, Beton usw., Sanierungsmassnahmen bei aufsteigender Feuchte in Mauerwerken und vieles mehr.

Bei der Ausführung können wir in der ganzen Deutschschweiz auf ein gutes Netz an Verarbeitungsbetrieben zurückgreifen. So gewinnen wir bei den vielfältigsten Problemen sehr viel Einsatzerfahrung, die wiederum unseren Kunden zu Gute kommt.

---





nano  
europe

fair & conference

# NanoEurope 2008

6. Messe & Konferenz, St.Gallen/Schweiz  
16.–18. September 2008

**Messe** – Die NanoEurope ist die etablierte europäische Praxis- und Wissensmesse zur Anwendung der Nanotechnologie.

**Konferenzen** – Für Technologietransfer und Regulierung der Nanotechnologie.



TEXTILES



MEDICAL DEVICES



PACKAGING



PLASTICS



SOLAR TECHNOLOGY



NANOREGULATION

**Kontakt** | NanoEurope | Olma Messen St.Gallen | Schweiz  
[www.nanoeurope.com](http://www.nanoeurope.com) | [info@nanoeurope.com](mailto:info@nanoeurope.com)

Platin Sponsoren:

CREDIT SUISSE

**DYESOL**  
eye solar cell technology





HOLOGRAPHIC SOLUTIONS

3D AG

Lättichstrasse 4a

CH-6340 Baar

Telefon: +41 41 768 25 25

www.3dag.ch

Die 3D AG wurde 1989 von Holografie-Spezialisten gegründet. Heute beschäftigt das Unternehmen mit eigenem Produktionsstandort in Baar (ZG) 15 Mitarbeitende. Im Bereich der optischen Sicherheitsmerkmale nimmt die 3D AG weltweit eine führende Stellung ein. Die 3D AG produziert Hologramme für Banknoten, für den Produkt- und Markenschutz sowie für Promotions- und Verpackungslösungen.

Als international tätiges und unabhängiges Unternehmen bietet die 3D AG ihren Kunden höchste Prozesssicherheit, Qualität und modernste Technologien, um von der Grafikberatung bis zum fertig konfektionierten Endprodukt (z.B. selbstklebende Hologramm-Etiketten) alles aus einer Hand anzubieten.

Ferner offeriert die 3D AG auf dem Gebiet der Nano- und Mikrotechnologie Dienstleistungen im Bereich hochpräziser Abformungen, beispielsweise Nano- und Mikroreplikation mit Hilfe von Galvanotechnik, Hot-Embossing oder UV-Casting.



Die Innovationsgesellschaft mbH

Lerchenfeldstrasse 5

CH-9014 St. Gallen

Telefon: +41 71 274 74 17

www.innovationsgesellschaft.ch

Chancen nutzen, Risiken managen.

Die Innovationsgesellschaft mbH ist ein international tätiges Nanotechnologie-Beratungsunternehmen mit Sitz in St. Gallen. Wir unterstützen internationale Unternehmen, NGOs und Behörden bei der erfolgreichen Entwicklung und sicheren Nutzung der Nanotechnologie in Produkten und Prozessen.

Unsere Schwerpunkte:

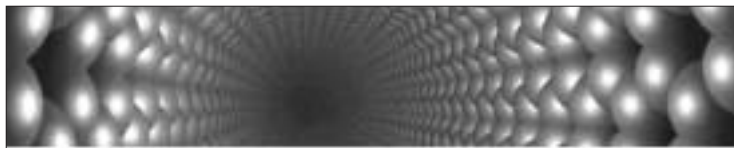
Innovationsmanagement: Chancen erkennen – Innovationen umzusetzen – Produkte entwickeln

Risiko-Management: Wir haben mit CENARIOS das weltweit erste zertifizierbare Risikomanagementsystem für die Nanotechnologie entwickelt, welches durch TÜV SÜD zertifiziert wird.

Kommunikation/PR: Wir entwickeln Konzepte hinsichtlich für Kommunikation, Marketing und das Stakeholder-Management im High-Tech-Bereich.

Die Innovationsgesellschaft unterstützt die Schweizerischen Bundesämter BAG, BAFU und SECO bei der Entwicklung des «Aktionsplans Nanotechnologie».

---



## Neue Möglichkeiten – neue Fragen

### Nanotechnologie in Umwelt und Gesundheit

Die Bundesämter für Umwelt und Gesundheit engagieren sich für eine objektive Beurteilung der Risiken und die aktive Nutzung von Chancen.

[www.umwelt-schweiz.ch/nanotechnologie](http://www.umwelt-schweiz.ch/nanotechnologie)  
[www.bag.admin.ch/nanotechnologie](http://www.bag.admin.ch/nanotechnologie)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Bundesamt für Gesundheit BAG



Seminar- und Messeorganisation  
[www.symposia-swiss.ch](http://www.symposia-swiss.ch)



Nano-Cluster  
Bodensee

### Das Kompetenznetzwerk in der Region

Plattform zur Entwicklung und Anwendung der Nanotechnologie:

- Vermittlung geeigneter Projektpartner
- Unterstützung in Kooperationsprojekten
- Erstellung von Projektanträgen im Bereich Nanotechnologie
- Informationsveranstaltungen und Seminare

Arbeitsgruppen und Kooperationsprojekte in den Themenbereichen:

- Textile Anwendungen
- Metallische Oberflächen
- Polymere Komposite



Nano-Cluster Bodensee

Lerchenfeldstrasse 5  
CH-9014 St.Gallen  
Tel. +41 (0)71 274 73 81  
[www.ncb.ch](http://www.ncb.ch)





venture kick  
c/o IFJ Institut für Jungunternehmen  
Kirchlistrasse 1  
CH-9010 St. Gallen  
Telefon: +41 71 242 98 68  
[www.venturekick.ch](http://www.venturekick.ch)

### Dank venture kick 130'000 Franken Startkapital

Forscherinnen und Forscher von Schweizer Hochschulen können dank venture kick bis 130'000 Franken Startkapital für die Lancierung eines Start-up-Projektes erhalten. Die neue Initiative fördert die konkrete Umsetzung von Geschäftsideen in Erfolg versprechende Innovationen. Die Bewerberinnen und Bewerber müssen sich in einem dreistufigen Verfahren qualifizieren. Dank diesem Verfahren entwickeln sie ihre unternehmerischen Fähigkeiten, von der Geschäftsidee über den Business-Plan zur Markteinführung.

Für die Aufbauphase stehen die GEBERT RÜF STIFTUNG und die Ernst Göhner Stiftung hinter venture kick.

[www.venturekick.ch](http://www.venturekick.ch)



NanoSys GmbH  
Hinterdorf 31  
CH-9427 Wolfhalden  
Telefon: +41 71 890 09 75  
[www.nanosys.ch](http://www.nanosys.ch)

Die NanoSys GmbH wurde im Jahr 2001 von drei Partnern mit starkem wissenschaftlichem, industriellem und finanziellem Background gegründet. Unterstützt wird die NanoSys GmbH von Beratern mit überragendem Wissen in verschiedenen technischen und nicht-technischen Bereichen. Die NanoSys GmbH ist Pionier im Feld der Formulierung und Anwendung von nanoskaligen chemischen Schichten für verschiedenste Substrate und Funktionen; sei es die Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit, die Hydrophobierung von rohen, lasierten, gewachsen, geölten und gestrichenen Hölzern, die hydrophobierende Behandlung von Sandstein, Ziegeln, Beton und Glas, die Verbesserung der Haftung von Farben auf allen Arten von Kunststoffen, die Erzeugung von Anti-Haft-Eigenschaften und und und...

Wir sind darauf spezialisiert, unsere Produkte Ihren Wünschen anzupassen. Gerne sind wir bereit, mit Ihnen zusammen Lösungen zu erarbeiten. Um zu erfahren, wie wir Ihren Job einfacher und erfolgreicher machen können, senden Sie uns doch ein Fax oder ein E-Mail.



TA-SWISS  
Zentrum für Technologiefolgeabschätzung  
Birkenweg 61  
CH-3003 Bern  
Telefon: +41 31 322 99 63  
[www.ta-swiss.ch](http://www.ta-swiss.ch)

Der Auftrag von TA-SWISS ist, EntscheidungsträgerInnen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft fundierte Grundlagen zu Chancen und Risiken neuer Technologien zu liefern. Um diesen Auftrag zu erfüllen, lässt TA-SWISS durch interdisziplinäre Expertenteams Studien erarbeiten und führt partizipative Verfahren mit Bürgerinnen und Bürgern durch.

Seit mehreren Jahren beschäftigt sich TA-SWISS mit Nanotechnologien. 2001 bis 2003 wurde die Studie «Nanotechnologie in der Medizin» durchgeführt, 2006 der publifocus «Nanotechnologien und ihre Bedeutung für Gesundheit und Umwelt». Die neueste TA-SWISS-Studie beschäftigt sich mit «Nanotechnologien im Bereich Lebensmittel». Sie wird voraussichtlich 2008 erscheinen.



TURBO KLEBSTOFFTECHNIK GmbH  
Nuetenwil  
CH-9602 Bazenhaid  
Telefon: +41 71 931 47 10  
[www.turbo-kleber.ch](http://www.turbo-kleber.ch)  
[www.turbo-nano.ch](http://www.turbo-nano.ch)

TURBO® – der NANO- und KLEBSTOFF-Spezialist!

Die geschützte Eigenmarke TURBO® produziert und vertreibt seit 1992 ihre Produkte auf dem Schweizer Markt.

Wir sind in zwei strategischen Geschäftsfeldern aktiv:

- Nano-Technologie / Oberflächenbehandlung
- Klebstofftechnik / Befestigungstechnik

Unser bedeutendes Unternehmensziel ist es im Umwelt- und Verbraucherschutz eine führende Position einzunehmen. Unsere Produktpalette findet universelle Anwendung bei KonsumentInnen sowie in der Industrie.

Die zu hundert Prozent in der Schweiz produzierten NANO-Produkte werden laufend weiterentwickelt, dadurch können innovative Lösungen angeboten werden.

TURBO® – der Garant für CH-Qualität!

---

# weisbrod

Weisbrod-Zürrer AG  
Jakob-Zürrer-Strasse  
CH-8915 Hausen a. A.  
Telefon: +41 44 764 82 00  
[www.weisbrod.ch](http://www.weisbrod.ch)

Die 1825 gegründete Seidenweberei stellt auch heute noch edle Stoffe für Heimtextilien, Damenoberbekleidung und Krawatten her. Die mittlerweile sechste Generation der Familie in der Unternehmensführungs hat die hohe Design-Kompetenz mit verschiedenen technischen Projekten ergänzt. In Zusammenarbeit mit der Empa in St. Gallen wurde eine Ausrüstung für Stoffe entwickelt, welche unwaschbare Stoffe – zum Beispiel Krawattenstoffe – extrem Öl und Schmutz abweisend macht. Die eingetragene «Funktionalität» durfte dabei den schimmernden Charakter der Seide nicht beeinträchtigen. Das neue Produkt, das Eleganz und Funktionalität optimal verbindet, kam im Frühjahr 2006 unter dem Namen Cocoontec auf den Markt

---

# Nano@Empa

Bereits heute sind zahlreiche Produkte auf dem Markt, welche es ohne Nanotechnologie kaum geben würde: sich selbst reinigende Fensterscheiben, die den Schmutz auflösen, Bohrköpfe, welche dank «Nanoüberzug» noch härter sind, Bakterienfilter zur Trinkwasseraufbereitung, «intelligente» Textilfasern, die Schweißgeruch verhindern, sowie superleichte und trotzdem äusserst stabile Fahrradgestelle. Aus immer mehr Alltagsprodukten sind Nanoteilchen nicht mehr wegzudenken: Manche Sonnencremes enthalten winzige Titandioxidteilchen als UV-Schutz, Zusatzstoffe in Nanogrösse helfen Ketchup, flüssig zu bleiben, und in Autoreifen sorgen Nanokohlenstoffpartikel für bessere Haftung auf der Strasse.

In den Labors der Empa beschäftigen sich WissenschaftlerInnen schon seit vielen Jahren mit den elementaren Bausteinen der Materie. Atome und Moleküle werden wie Legosteine verschoben und wieder neu zusammengesetzt. Für die Bauarbeiten in der Nanowelt braucht es neuartige Mikroskope und Werkzeuge. Mit ihnen lassen sich winzige Drähte, hauchdünne Röhren etwa aus Kohlenstoff, neuartige Oberflächenbeschichtungen sowie feinstes Pulver herstellen und die Eigenschaften genau ausloten, im Idealfall sogar auf einen bestimmten Verwendungszweck hin «massschneidern».

Setzen Hersteller Materialien ein, die aus nur wenige Nanometer grossen Bausteinen bestehen, dann machen sie sich neuartige Materialeigenschaften zunutze. Das veränderte physikalische, chemische oder biologische Verhalten der Nanomaterialien kann möglicherweise aber auch Risiken mit sich bringen. Wird beispielsweise vom Gesundheitsrisiko durch lungengängige Partikel gesprochen, so betrifft dies frei in unserer Umgebungsluft vorkommende Nanopartikel. In Produkten gebundene Partikel – etwa magnetische Nanopartikel in den Datenspeichern unserer Computer – oder Nanopartikel, die sich zu grösseren «Mikropartikeln» zusammengeklumpt haben, gelten dagegen als unbedenklich.

Als eines von wenigen Forschungsinstituten befasst sich die Empa zusammen mit verschiedenen Partnerinstitutionen nicht nur mit den technologischen und wirtschaftlichen Chancen der Nanotechnologie, sondern auch mit möglichen Risiken. Empa-ForscherInnen untersuchen, wie Nanopartikel menschliche und tierische Zellen beeinflussen und wie sich die winzigen Teilchen auf die Umwelt auswirken. Ausserdem spielt die Empa eine wichtige Rolle in der Technologiefolgen-Abschätzung der künftigen «Nanoindustrie». Um die Sicherheit der eigenen Mitarbeitenden in den Labors zu gewährleisten, hat die Empa strenge Regelungen im Umgang mit Nanomaterialien eingeführt.

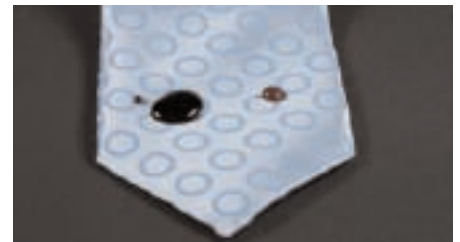
[www.empa.ch](http://www.empa.ch)  
[www.empa.ch/portal](http://www.empa.ch/portal)  
[www.empa-akademie.ch](http://www.empa-akademie.ch)



*In Autoreifen sorgen Kohlenstoffteilchen für bessere Haftung auf der Strasse.*



*Eine Schicht aus Nanokristallen macht Bohrer härter als Diamant.*



*Dank spezieller Nanohülle perlt Rotwein oder Salatsauce von edler Seide ab.*



*Silberdurchwirkte Textilien hemmen Keimwachstum und Geruchsentwicklung.*



Materials Science & Technology

# Was ist Nanotechnologie?

Ein Nanometer verhält sich zu einem Meter wie der Durchmesser einer Bleistiftmine zur Strecke Zürich–Flensburg.



## Nanotechnologie und Nanowissenschaften

«Nano» kommt vom griechischen Nánnos und bedeutet «Zwerg». Ein Nanometer ist ein Milliardstel Meter ( $10^{-9}$  m). Die Nanowissenschaft erforscht kleinste Teilchen. Chemiker, Physikerinnen, Biologen, Medizinerinnen und Materialwissenschaftler ergründen diese junge multidisziplinäre Wissenschaft. Dabei stossen sie in Dimensionen vor, in denen Atome und Moleküle das Mass der Dinge sind. Um sich solche Dimensionen besser vorzustellen, helfen Vergleiche: ein Nanometer verhält sich zu einem Meter wie beispielsweise der Durchmesser einer Bleistiftmine zur Luftlinie Zürich – Flensburg (ca. 1000 km). Oder wie der Durchmesser einer Haselnuss zum Durchmesser der Erde. Fast unvorstellbar klein also.

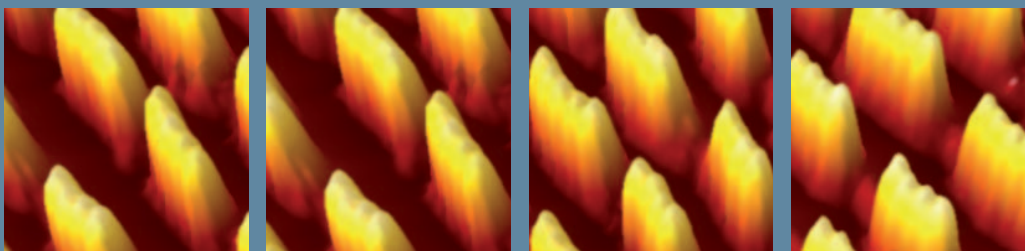
## Wie werden die kleinsten Dimensionen erforscht?

Die Nanotechnologie befasst sich mit der Herstellung und Nutzung von Teilchen, Strukturen und Werkzeugen im Nanometermassstab. Dabei gilt es, deren Aufbau, Grösse und Eigenschaften zu beherrschen. Möglich wird dies durch entsprechende Werkzeuge wie das 1981 erfundene Rastertunnelmikroskop. Mit ihm lassen sich Materie und Vorgänge in atomarer und molekularer Grössenordnung beobachten, messen und kontrollieren.

## Aus winzigen Bauteilen erwachsen

Die Nanotechnologie ermöglicht neue Wege, kleinste Bauteile zu verändern. Vorbild ist die belebte Umwelt. In der Natur bauen sich einzelne Atome von selbst auf zu Aminosäuren, Proteinen, Zellen und schliesslich zu ganzen Organismen. Der Traum der Forschenden ist es, nach dem Prinzip «bottom-up» (engl., etwa «von unten nach oben») aus kleinsten Bauteilen grössere Einheiten herzustellen – im Gegensatz zum Ansatz «top-down» (engl., etwa «von oben nach unten»), bei dem grosse Strukturen immer mehr verkleinert werden. Ziel ist, Effekte der Selbstorganisation auszunutzen, so dass sich Strukturen und Teilchen unter bestimmten Vorgaben selbstständig bilden.





*Eine winzige  
Zange ergreift ein  
Wolframkarbid-  
Pulverkorn.*



*Für den Bau eines  
neuartigen Atomkraft-  
mikroskops arbeiten  
PhysikerInnen und  
IngenieurInnen an der  
Empa eng zusammen.*

# Welche Nanoprodukte gibt es heute?

## Dünne, harte Nano-Oberflächen

Viele Anwendungen der Nanotechnologie finden sich im Bereich der Oberflächengestaltung. Dünne, harte Schutzschichten aus Keramik verlängern die Lebensdauer von vielen Gegenständen. Sie verhindern, dass diese vorzeitig mechanisch verschleissen oder von ätzenden Flüssigkeiten und Gasen zersetzt werden. Um die Härte von Schutzschichten zu erhöhen, nutzen Empa-ForscherInnen Effekte im Nanometerbereich: kleinste Körner lassen sich nicht mehr verformen, sie müssen «nur» noch geeignet miteinander verbunden werden, um bei einer Belastung das Abgleiten gegeneinander zu vermeiden. StrandläuferInnen und -läufer kennen dieses Verhalten aus der Makrowelt: Treten sie auf einen Strandabschnitt, der eben von Wellen überspült wurde, sinken sie weniger ein als auf trockenem Sand. Der Grund: Nasse Körner bewegen sich viel schlechter gegeneinander als trockene, da das Bindemittel Wasser sie zusammenhält. Unsere WissenschaftlerInnen übertragen diesen Effekt auf dünne Oberflächenschichten, indem sie Nanometer grosse Hartstoffpartikel mit einem geeigneten Bindemittel verknüpfen. Damit lässt sich die Härte deutlich steigern.

## Oberflächenbehandelte Textilien

Textilien können mehr als schützen und wärmen. Wenn die Oberflächen ihrer Fasern auf Mikro- und Nanometerebene mit mechanischen, chemischen und physikalischen Methoden strukturiert werden, können sie die unterschiedlichsten Eigenschaften annehmen: Wasser abstossend und pilztötend, hitzebeständig und mechanisch belastbar sind nur einige Beispiele. Wenn Kunststoffnetze mit nanokristallinem Silber beschichtet werden, sorgen sie als Wundverbände dafür, dass Keime gezielt und schnell abgetötet werden. Und mit Nanokapseln versehene Textilien können Heilsubstanzen aufnehmen und mit zeitlicher Verzögerung in vorgegebener Dosierung wieder abgeben.

## Kohlenstoff-Nanoröhrchen (KNR) für Sport und Elektronik

Dank geringem Durchmesser und günstigem Verhältnis von Länge zu Durchmesser eignen sich die ständig billiger herzustellenden Kohlenstoff-Nanoröhrchen (KNR, engl. «Carbon Nanotubes», CNT) für vielerlei Anwendungen. Beispielsweise als Bestandteile eines Kunstharzes, der Fahrradrahmen zusätzliche Festigkeit verleiht und sie nicht schwerer macht.

Qualitativ hochstehende KNR werden hingegen besonders als Bausteine für elektronische Komponenten verwendet, etwa als Elektronenquellen für ultraflache Bildschirme. Bereits bei relativ geringen Spannungen entsteht ein starkes elektrisches Feld am freien Ende des Röhrchens. Elektronen, die aufgrund dieses starken Feldes aus der Spitze der Nanotubes ausgerissen werden, prallen auf die Leuchtstoffschicht des Bild-



*Plasmabeschichtungsanlage der Empa in St. Gallen.*



Mit Silber ummantelte Fasern können zu antibakteriell wirkenden medizinischen Textilien verarbeitet werden.



Sich selbst reinigende Fensterscheiben lösen Schmutz auf – dank Nanobeschichtung.



Struktur eines Kohlenstoff-Nanoröhrchens (Bild: NCCR Nanoscale Science)

schirms und regen sie punktförmig zum Leuchten an. Jeder einzelne Bildpunkt (Pixel) besitzt somit – im Gegensatz zu konventionellen Bildschirmen – eine eigene Elektronenquelle, die zu überragender Farbqualität und Helligkeit beiträgt.

## Nanopulver

Nanopulver ist das heute am weitesten verbreitete Produkt der Nanotechnologie. Keramisches Pulver wie Sand besteht aus Millimeter oder Mikrometer grossen Partikeln. Für viele Anwendungen ist es zu grobkörnig und damit chemisch zu wenig reaktiv. Damit die Teilchen schneller reagieren und gezielt wirken, müssen sie wesentlich kleiner sein, das heisst Dimensionen im Nanometermassstab aufweisen. Titandioxidteilchen können besonders aktiv sein und lassen sich gezielt für die Photokatalyse einsetzen: Unter UV-Licht zersetzen sie organischen Schmutz. Ideal, um Wände in Spitälern steril zu halten oder Glasfassaden von Wolkenkratzern selbstreinigende Eigenschaften zu verleihen. Solche Feinstpartikel lassen sich am besten über Atome oder Moleküle in geeigneten Prozessen herstellen. Die Empa kontrolliert in ihren Labors den Zusammenprall und das Verschmelzen von gasförmigen Ausgangsstoffen, damit Nanopartikel mit gewünschten Eigenschaften (Grösse, Form, Struktur und Zusammensetzung) entstehen. Nanopulver wird in hochfesten Zahnfüllungen, abriebfesten Reifen oder bioaktiven Keramikimplantaten für Hüftersatzgelenke eingesetzt. Und es lässt sich als Zusatzstoff in Sprays verwenden, insbesondere in der Oberflächentechnik.

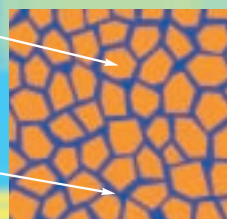
### Makrokomposit



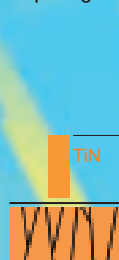
Körner  
Feldsteine, 20 cm  
TiN, 10 nm

Binder  
Mörtel, 1 cm  
Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, 0.5 nm

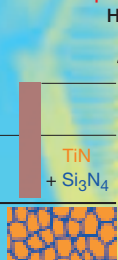
### Nanokomposit



### Einphasig



### Nanokomposit



Härte

### Vergleich mit Sand:



Sand mit Wasser als Bindemittel



Trockener Sand



# Welche Technologien gibt es in der Nanowelt?

## Feinste Pulver aus der Flamme

Es gibt zwei grundlegend verschiedene Wege, Nanopartikel bzw. Nanopulver herzustellen: Entweder wird ein Festkörper immer weiter zerkleinert und zu Pulver gemahlen oder aber die einzelnen Pulverteilchen werden durch Zusammenfügen von Atomen und Molekülen aufgebaut. In Plasmabrennern wird der zweite Weg beschritten: In Flammen, die über 8000 Grad Celsius heiss sind, werden beliebige Ausgangsstoffe zum Verdampfen gebracht. Sinken die Temperaturen wieder ab, kondensieren die Stoffe und bilden meist kristalline, wohl definierte Nanopartikel. Um zu verhindern, dass gleich wieder grössere Strukturen wachsen, werden sie möglichst schnell abgeschreckt. Nanopartikel ballen sich aufgrund ihrer Anziehungskräfte während Herstellung und Verarbeitung zusammen und bilden so das sichtbare Pulver. Weil das Zusammenballen eine optimale Wirkung jedoch verhindert, ist es das Ziel der Empa-ForscherInnen, die Nanopartikel getrennt voneinander als Nanokügelchen, -stäbchen oder -plättchen herzustellen und direkt weiterzuverarbeiten.



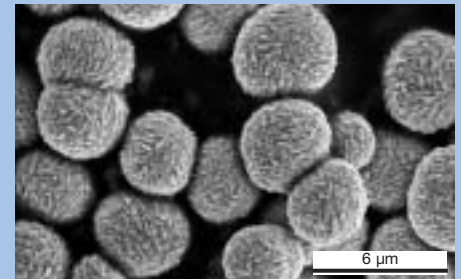
*In Flammen und im Plasma lassen sich Nanopartikel methodisch herstellen.*

## Multifunktionale Textilien – gesponnen, gewoben, profiliert und beschichtet

Plasma-, Elektro- oder Schmelzspinnen, Mikroprofilieren, Tauchbeschichten oder Weben von Bikomponentenfasern – das alles sind Methoden, um funktionale Fasern und Textilien herzustellen bzw. systematisch zu veredeln. Mit ihrer Plasma-Beschichtungsanlage bringt die Empa in St. Gallen gezielt Nanometer dicke Schichten



*«Intelligente» Textilfasern können Schweißgeruch absorbieren.*

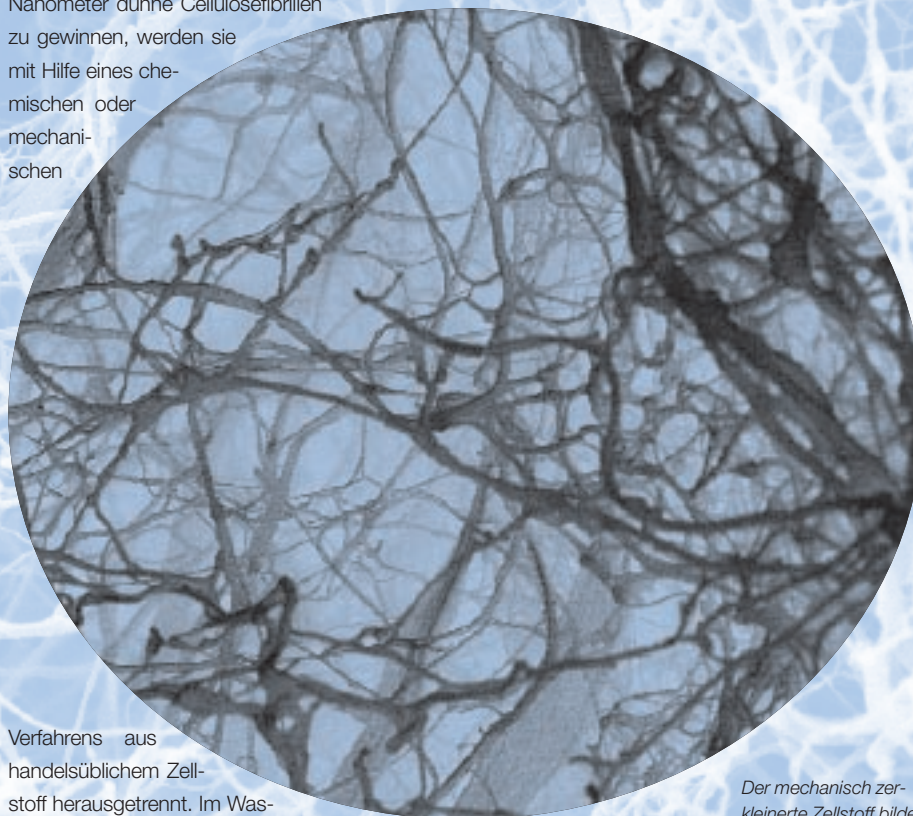


*Nanopartikel aus Silber in der äusseren Faserschicht wirken Infektionen entgegen.*

## Holz als Basis für einen Nanowerkstoff

auf Fasern auf. Silber hat sich zum Beispiel als Beschichtungsmaterial bewährt, da es leicht zu verarbeiten ist, antibakteriell und pilztötend wirkt sowie elektrisch gut leitet. Zudem werden nur geringe Mengen benötigt und der Prozess ist umweltfreundlich. Auch eine Schmelzspinnanlage ist an der Empa in St. Gallen in Betrieb: Aus zwei unterschiedlichen thermoplastischen Kunststoffen plus Zusätzen entstehen High-Tech-Fasern, die variable Querschnitte und Profile besitzen. Daraus lassen sich zum Beispiel Fasern mit photovoltaischen Eigenschaften kreieren: Sie können die Energie des Lichtes in Strom umwandeln und versorgen als «Kraftwerk» im Anzug auch unterwegs Handys oder GPS-Systeme mit Power.

Auch Holz inspiriert die Empa-Forschenden: Cellulosefibrillen, die in der Zellwand in eine Lignin-Matrix eingebettet sind, verleihen dem Holz seine hohe Zugfestigkeit - eine auch für andere Werkstoffe wünschenswerte Eigenschaft. Um Nanometer dünne Cellulosefibrillen zu gewinnen, werden sie mit Hilfe eines chemischen oder mechanischen



Verfahrens aus handelsüblichem Zellstoff herausgetrennt. Im Wasser und unter Hochdruck werden die Fibrillen gleichmässig verfeinert und für die anschliessende Mischung und Ankopplung an Polymere chemisch modifiziert. Die Einsatzmöglichkeiten der Cellulose-Nanokomposite reichen von besseren Klebstoffen bis zu biokompatiblen Kunststoffen.

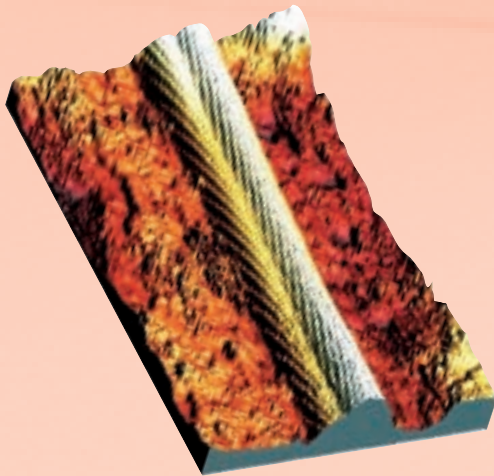
*Der mechanisch zerkleinerte Zellstoff bildet feine Netzstrukturen. Die einzelnen Fibrillenfäden haben einen Durchmesser von ca. 20 Nanometer.*

2 µm



# Wie wird Nano erforscht?

In der Nanowelt herrschen andere Gesetze, als wir sie aus dem herkömmlichen Physikunterricht kennen. Eine erste Herausforderung besteht darin, andersartige physikalische Grundsätze kennen und verstehen zu lernen. Eine weitere Knacknuss: In den kleinsten Dimensionen sind wir «blind». Das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges beträgt 0,2 Millimeter. Der Mensch kann also gerade noch Punkte erkennen, die einen Abstand von 0,2 Millimeter voneinander haben. Wenn der Abstand kleiner wird, braucht er optische Hilfen: Lupen oder Mikroskope.



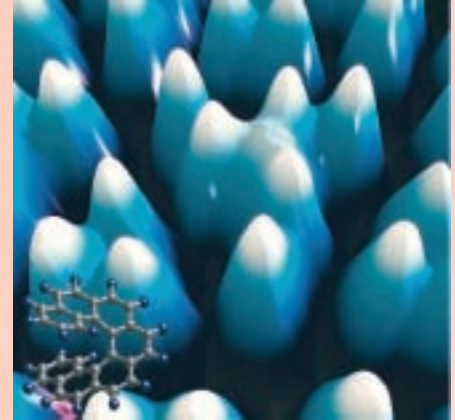
Rastertunnelmikroskop-Aufnahme zweier Kohlenstoff-Nanoröhrchen (KNR), Durchmesser ca. 1 Nanometer mit unterschiedlichem Drehsinn.

## Mikroskope für die Nanowelt

Optische Mikroskope haben eine Auflösung um die 0,2 Mikrometer, Rasterelektronenmikroskope um die 2 Nanometer. Weil der Durchmesser von Atomen bei ca. 0,1 Nanometer liegt, sind sie nicht mehr zu erkennen. Sie bleiben für uns im Dunkeln. Was machen wir, wenn wir in der Dunkelheit nichts mehr sehen und uns orientieren müssen? Wir ertasten unsere Umgebung. Dieses Prinzip macht sich das Rastertunnelmikroskop (RTM, engl. Scanning Tunneling Microscope, STM) zu nutze, um Oberflächen in atomarer Auflösung abzubilden.

Im Rastertunnelmikroskop wird ein winziger Federbalken oder Cantilever mit einer elektrisch leitenden Siliziumspitze an eine Metallprobe herangeführt. Nähern sich die beiden einander bis auf einen Abstand von weniger als 2,0 Nanometer, doch ohne sich zu berühren, beginnt ein so genannter Tunnelstrom zu fließen. Bei konstantem Strom schiebt nun ein hoch präzises Mechaniksystem die Spitze Linie für Linie über die Oberfläche. Der Federbalken erkennt und «erfährt» so die Atome. Die Höhenbewegung der Spitze wird von einem Computer aufgezeichnet und zu einem 3D-Abbild der Oberfläche zusammengesetzt. Für die Erfindung dieses neuen Mikroskop-Prinzips erhielten Heinrich Rohrer und Gerd Binnig 1986 den Physik-Nobelpreis.

Auch bei der Weiterentwicklung des Rastertunnelmikroskops, dem Rasterkraftmikroskop (RKM, engl. Atomic Force Microscope, AFM, oder Scanning Force Microscope, SFM), spielt wiederum



Blick durchs Rastersondenmikroskop: Windradförmige Selbstanordnung helikaler Moleküle auf einer Kupferoberfläche.

eine Spitze die Hauptrolle. Während das Rastertunnelmikroskop den Tunnelstrom misst, zeichnet das Rasterkraftmikroskop die Kraft auf, die wirkt, wenn die Spitze über «Berge und Täler» der Probe streicht. Die Proben müssen dazu nicht leitfähig sein.

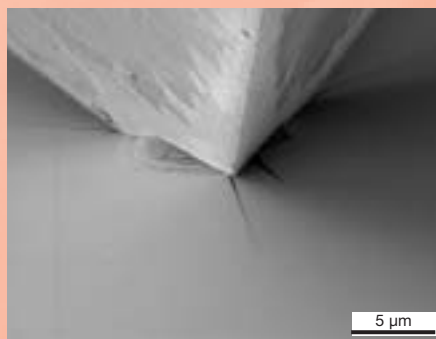
Sowohl Rastertunnel- als auch Rasterkraftmikroskop können nicht nur Oberflächen vermessen, sondern auch als Werkzeuge arbeiten und beispielsweise molekulare Veränderungen im Nanometermassstab herbeiführen. Auf dem Markt sind heute bereits zahlreiche kommerzielle Geräte erhältlich. Trotzdem gibt es immer wieder neue, spannende Weiterentwicklungen.



Hochempfindlicher, ultrakleiner Federbalken (Quelle: B. Hoogenboom, Uni Basel).



Physikerinnen und Maschineningenieure an der Empa entwerfen und bauen zur Zeit ein Kraftmikroskop namens UHV-LTFSM, das im Ultrahochvakuum (UHV) und bei tiefen Temperaturen («low temperature» LT) arbeitet – nur wenige Grad über dem absoluten Nullpunkt. In diesem Gerät lassen sich ultrakleine Cantilever einsetzen, die zehn Mal kleiner und zehn Mal empfindlicher sind als die heute gebräuchlichen. Damit müsste es möglich werden, einzelne Moleküle in ihrer Konfiguration zu untersuchen und für die Grundlagenforschung entscheidende Experimente durchzuführen.



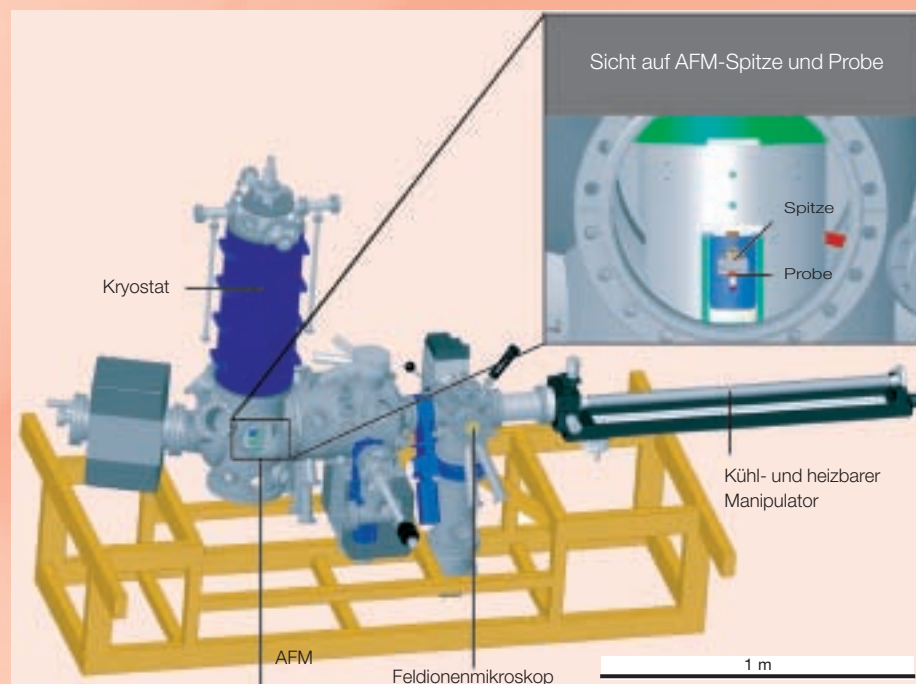
*Eine winzige Diamantpyramide als Werkzeug eingesetzt hinterlässt Spuren auf einer Glasoberfläche.*

## Miniatuur-Werkstatt im Rasterelektronenmikroskop (REM)

Um in der Nanowelt etwas aufzubauen, braucht es neuartige Werkzeuge. Wer beispielsweise dünnste Beschichtungen einsetzen will, muss deren mechanische Eigenschaften sehr genau kennen. Herkömmliche makroskopische Zug- und Biegeversuche funktionieren nicht mehr, gängige Werkzeuge und Analyseverfahren werden hinfällig. Allein schon für das Hin- und Herschieben einer Probe benötigen die WissenschaftlerInnen feinste Manipulationstechniken und ungewohnte Präzisionswerkzeuge.

Bei der Härtemessung beispielsweise wird die Oberfläche mit einer Diamantpyramide eingedrückt. Im Rasterelektronenmikroskop betrachten die Forscherinnen und Forscher beim miniaturisierten Härteversuch in Echtzeit, wie sich das Material im Submikrometerbereich deformiert. Gleichzeitig messen sie die aufgebrachte Kraft und die Eindringtiefe. Dies liefert wertvolle Informationen zum Verständnis der Materialeigenschaften.

Der Elektronenstrahl des REM arbeitet aber nicht nur als «Beobachter», als «Handlanger» eingesetzt, lassen sich mit ihm auch kleine Strukturen kreieren. Er kann metallhaltige Moleküle, die sich auf einer Oberfläche abgelagert haben, derart aufbrechen, dass nur noch die Metallatome selber haften bleiben. Indem der Elektronenstrahl oder der Probenstisch exakt positioniert wird, lassen sich so beliebige zwei- oder dreidimensionale Strukturen gestalten.



*An der Empa werden komplexe Rasterkraftmikroskope mit diversen Zusätzen entwickelt.*

# Ist Nanotechnologie gefährlich?

## Natürliche und künstliche Nanopartikel

«Nanotechnologie ist die Zukunft und wird uns sensationelle Ergebnisse in den Materialwissenschaften und Fortschritte für die ganze Gesellschaft bringen», prophezeien die einen. «Vorsicht: Nanotechnologie ist eine neue Wissenschaft und wir wissen noch nicht, wohin uns die bejubelten Errungenschaften führen, und ob sie auch negative Auswirkungen haben können», geben die SkeptikerInnen zu bedenken. Eventuelle Risiken müssen deshalb möglichst genau abgeschätzt werden.

Bakterien stellen seit Millionen von Jahren Nanopartikel her. In Böden und in Wasser entstehen Nanopartikel durch geologische Prozesse. Auch sphärisch angeordnete Kohlenstoffatome, die ausschauen wie Fussbälle oder Röhren, können durch natürliche Prozesse gebildet werden. Nanopartikel sind in der Natur also durchaus ein bekanntes Phänomen. Künstlich hergestellte komplexe Nanopartikel mit chemisch reaktiver Oberfläche verhalten sich jedoch unter Umständen anders als natürliche Nanopartikel. Sie helfen, Medikamentenstoffe zu den Zellen zu transportieren oder Elektrizität durch nichtleitende Materialien zu führen. Sie können aber auch Atemfunktionen beeinträchtigen, Reaktionen des Immunsystems auslösen und in Zellen zu spezifischen Entzündungen führen.

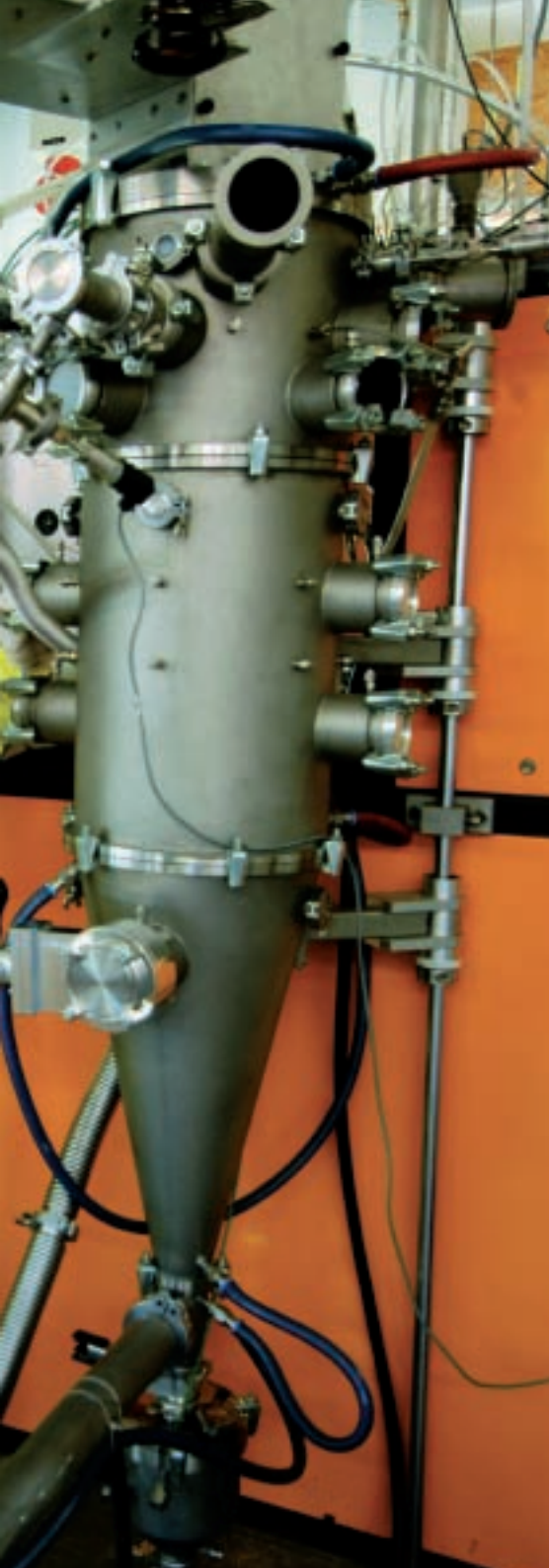
Weil die Technologie so jung ist, weiss niemand, worauf die Forschung sich konzentrieren soll: Ist die Anzahl der Partikel ausschlaggebend, welcher eine Person ausgesetzt ist? Ist es die chemische Zusammensetzung oder die Grösse? Oder ist es die Gesamtoberfläche einer Portion Nanopulver?



*Neue Regeln für den Umgang mit Nanopartikeln?*







## Nanorisk

Als materialwissenschaftliche Forschungsinstitution durchleuchtet und nutzt die Empa die Chancen der Nanotechnologie. Sie kümmert sich jedoch auch um deren Schattenseiten. So tragen Empa-ForscherInnen im Projekt «Nanorisk» bereits vorhandenes Wissen über die Risiken für Gesundheit und Umwelt zusammen. Sie benutzen Ergebnisse aus Untersuchungen über die Verteilung der Nanopartikel in der Umwelt, um das Risiko von Nanopartikeln für Mensch und Umwelt abzuschätzen und zu modellieren. Sie analysieren Studien zum Thema Nanotoxikologie. Sie fragen international anerkannte Fachleute an, die Tragweite und Bedeutung solcher Studien zu beurteilen. Und schliesslich untersuchen sie das Verhalten von Nanopartikeln in der Umwelt und die Interaktionen mit Zellen.

## Nanotoxikologie

Jede neue Technologie, die entwickelt wird, geht mit entsprechenden Risiken einher. Es liegt an der Gesellschaft zu entscheiden, wie gross die Risiken sein dürfen, und welche davon akzeptabel sind, das heisst die Vorteile einer Technologie müssen klar dominieren, um eine Akzeptanz zu erreichen. Der Nutzen der neuen Entwicklungen muss ersichtlich sein und die Sicherheit des Einzelnen, der Gesellschaft oder der Umwelt darf nicht gefährdet werden. Dazu gibt es für die Nanotechnologie eine begleitende Sicherheitsforschung: die Nanotoxikologie. Die Schwierigkeiten, die sich für die Untersuchung der neuen Nanomaterialien ergeben, sind in den Strukturen selbst begründet: Diese sind so klein, dass nur wenige Messinstrumente sie wirklich analysieren können. An alle wissenschaftlichen Disziplinen sind daher hohe Anforderungen gestellt, sowohl was die Möglichkeiten als auch die möglichen Gefährdungen angeht. An der Empa wurde in enger Zusammenarbeit von Biologinnen und Materialwissenschaftlern sowie mit ForscherInnen der ETH Zürich ein Testsystem entwickelt, das schnell und zuverlässig die biologische Wirkung der Nanopartikel erfasst und die Abschätzung einer möglichen Gefährdung zulässt. Auf der Basis solcher Testsysteme sollen in Zukunft die unterschiedlichsten Materialien getestet und bewertet werden.

*Die Empa misst der Sicherheit im Umgang mit Nanopulvern höchste Bedeutung zu (hier Pilotproduktion auf Basis der Plasmasynthese).*

Sie denken an  
Innovation.

Wir auch an  
Investment.



Investment Banking • Private Banking • Asset Management

Für das Wohl unserer Kunden betrachten wir Dinge aus einem neuen Blickwinkel. Aufbauend auf unserer Erfahrung und Kompetenz entdecken wir zukünftige Trends und helfen ihnen, neue Chancen zu realisieren. Seit 1856 ist das unsere Philosophie.  
[www.credit-suisse.com](http://www.credit-suisse.com)

**Neue Perspektiven. Für Sie.**

CREDIT SUISSE 

**Seit 1993 Hauptsponsor der Fussball-Nationalmannschaft.**