



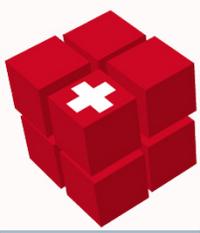
# Nanotechnologie für den Alltag



Nanopubli  
2007

## Nanotechnologie verstehen lernen

Harald F. Krug, Axel Ritter und Ernst Pletscher



*νανος* [*nanos*]  
der Zwerg

*τέχνη* [*téchne*]  
das Handwerk

*λόγος* [*logos*]  
das Wort, die Lehre

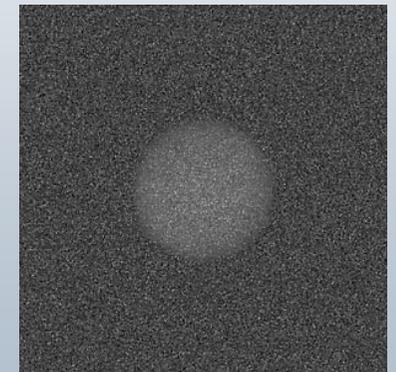
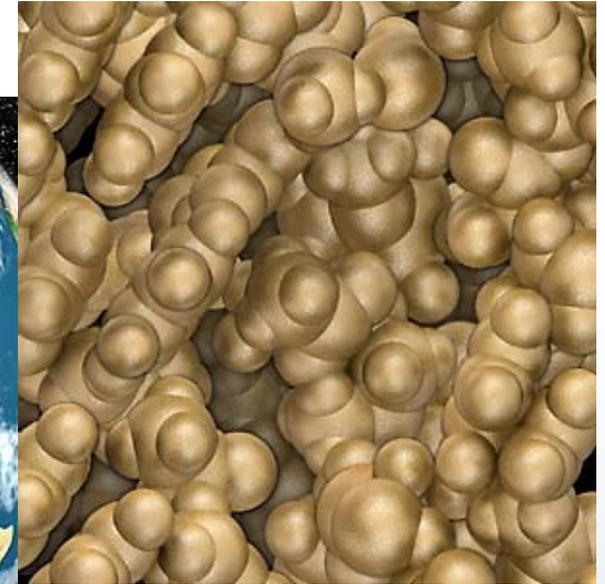
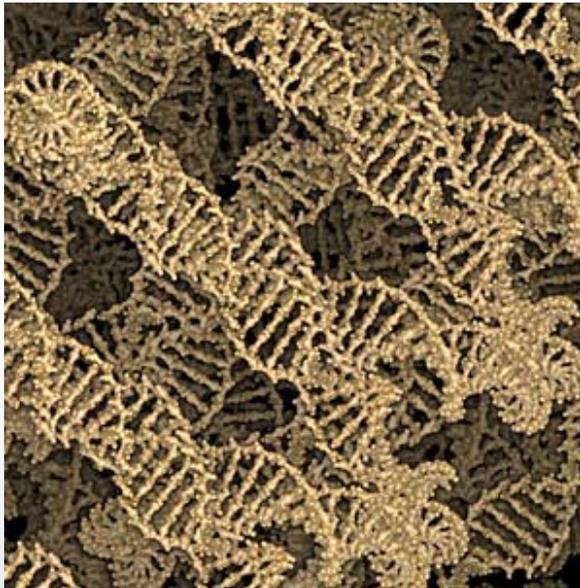
# Nanotechnology





# $10^8$ bis $10^{-10}$

10.000.000 bis 0,000 000 000 1



Nanopubli  
2007

Alle Bilder gibts auf:

<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/scienceopticsu/powersof10/>



40.000.000



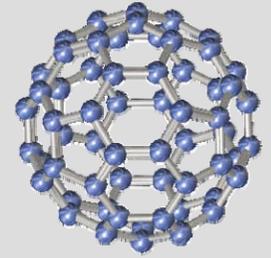
12.000 km = 1.200.000.000 cm

30 cm

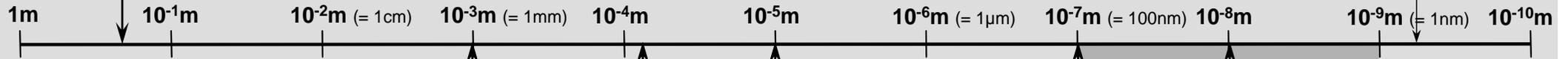


30cm

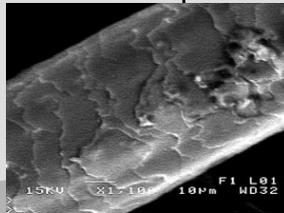
300.000.000



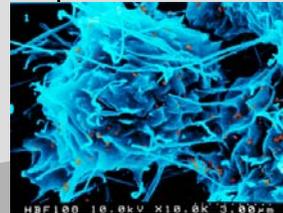
0,7nm



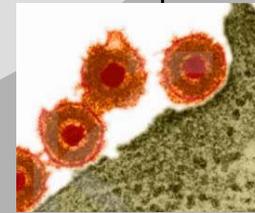
Ameise mit  
Zahnrad (1 mm)



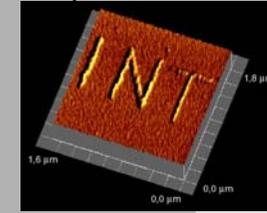
Menschliches Haar  
(80 µm)



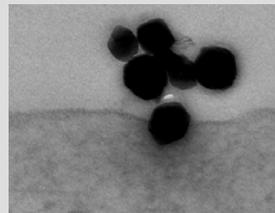
Menschliche Zelle  
(10 µm)



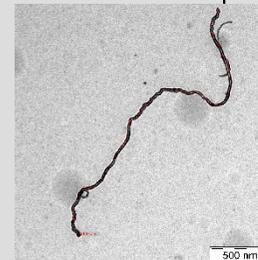
Herpes Virus  
(100 nm)



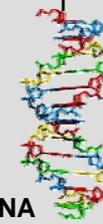
Linienbreite ca.  
10 nm



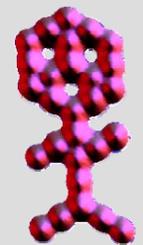
Hämatit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)  
(70 nm)



Kohlenstoff-Nanoröhrchen  
(Ø 20 nm)



DNA  
Breite ca. 2 nm

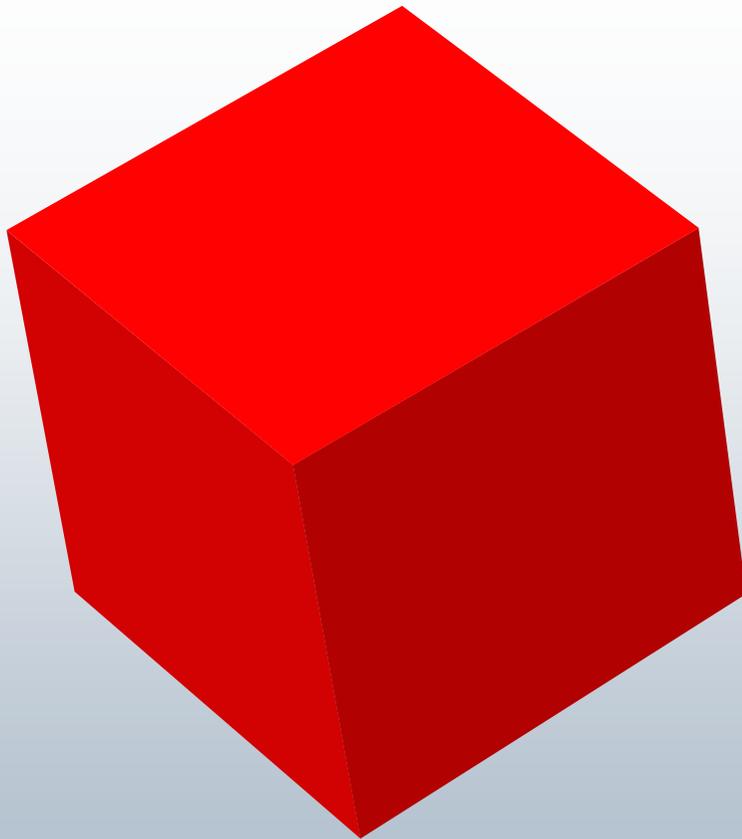


Atom-Mann aus CO<sub>2</sub>  
jede Kugel 0,5 nm  
(IBM)



# Warum ist Kleinheit etwas besonderes?

## ■ Einfaches Beispiel: Die Oberfläche



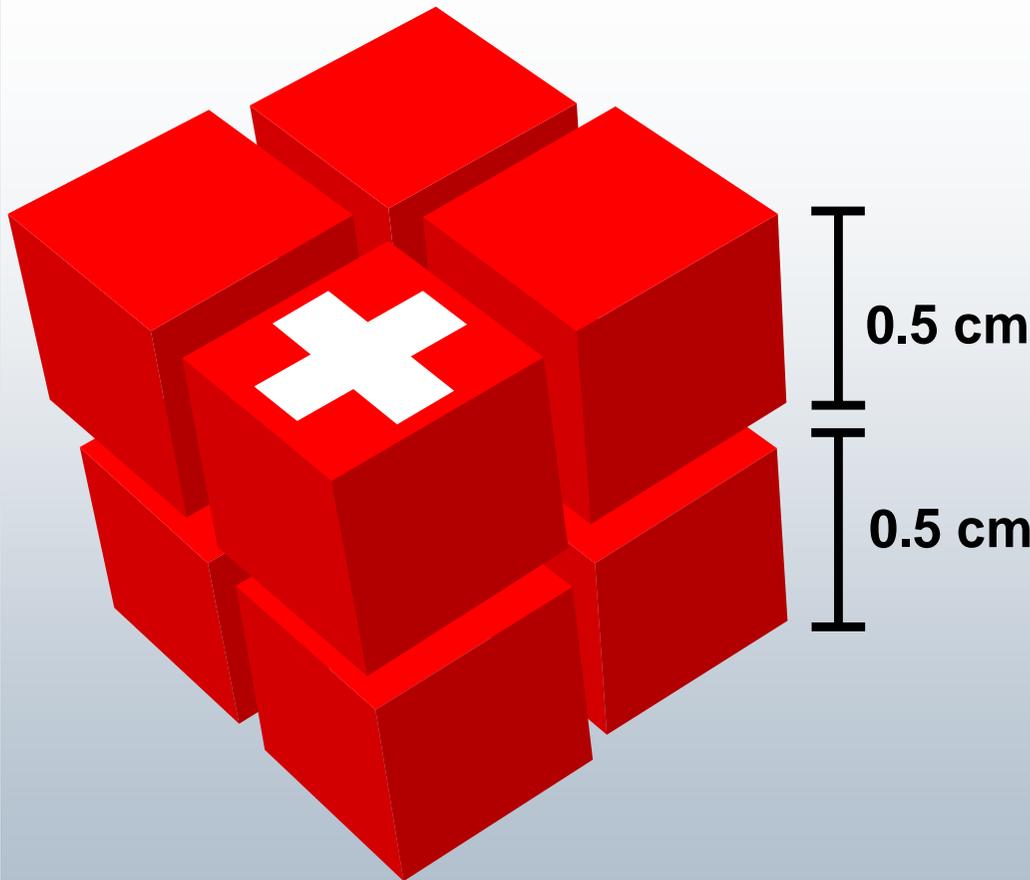
1 cm

- Eine Seite = 1 cm<sup>2</sup> gross
- 1 Würfel = 6 Seiten
- Fläche = 6 cm<sup>2</sup>



# Warum ist Kleinheit etwas besonderes?

## ■ Einfaches Beispiel: Die Oberfläche

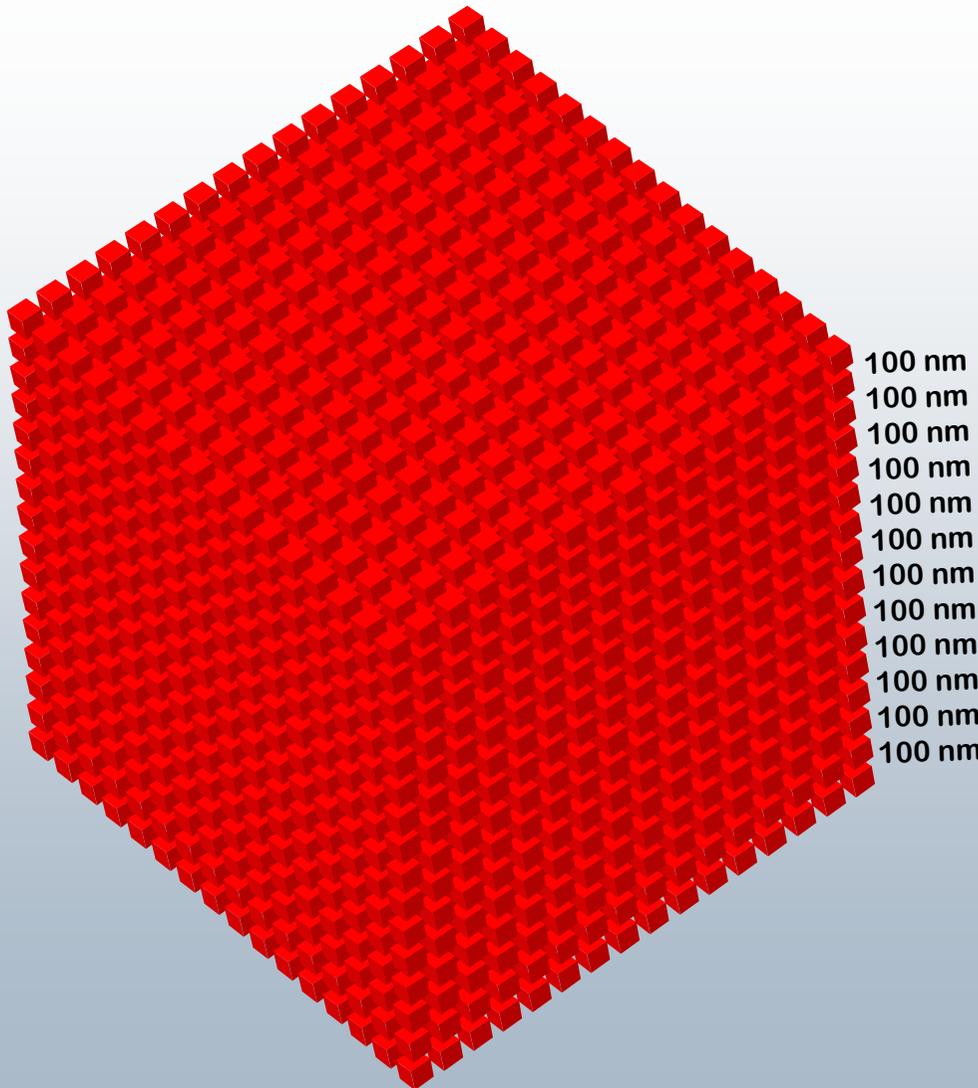


- Eine Seite =  $0.25 \text{ cm}^2$  gross
- 8 Würfel = 48 Seiten
- Fläche =  $12 \text{ cm}^2$



# Warum ist Kleinheit etwas besonderes?

## ■ Einfaches Beispiel: Die Oberfläche



• Eine Seite =  $1 \times 10^{-10} \text{ cm}^2$  gross

•  $1 \times 10^{15}$  Würfel =  $6 \times 10^{15}$  Seiten

• Fläche =  $6 \times 10^5 \text{ cm}^2$

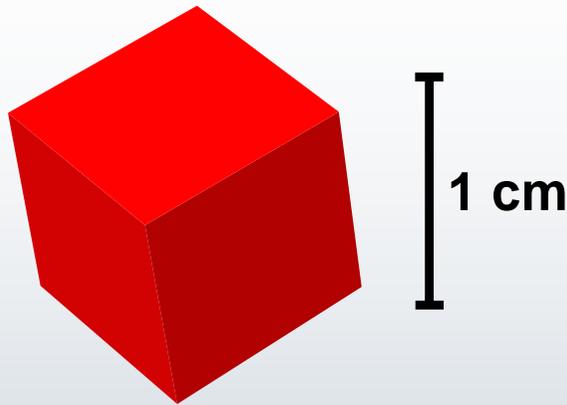
oder

•  $600'000 \text{ cm}^2 = 60 \text{ m}^2$

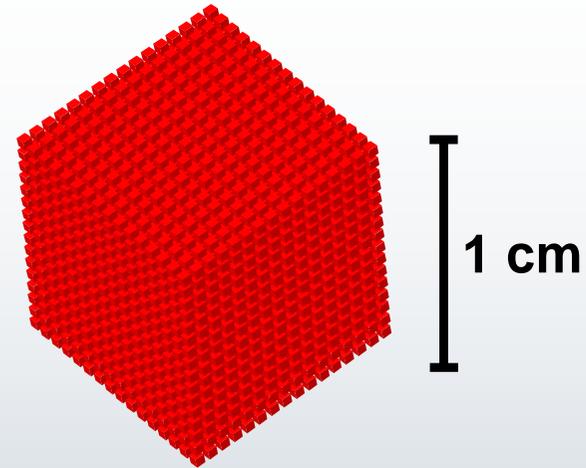


# Warum ist Kleinheit etwas besonderes?

- Der direkte Vergleich verdeutlicht es



1 Würfel =  $6 \text{ cm}^2$   
 $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ g}$  (Dichte 1)

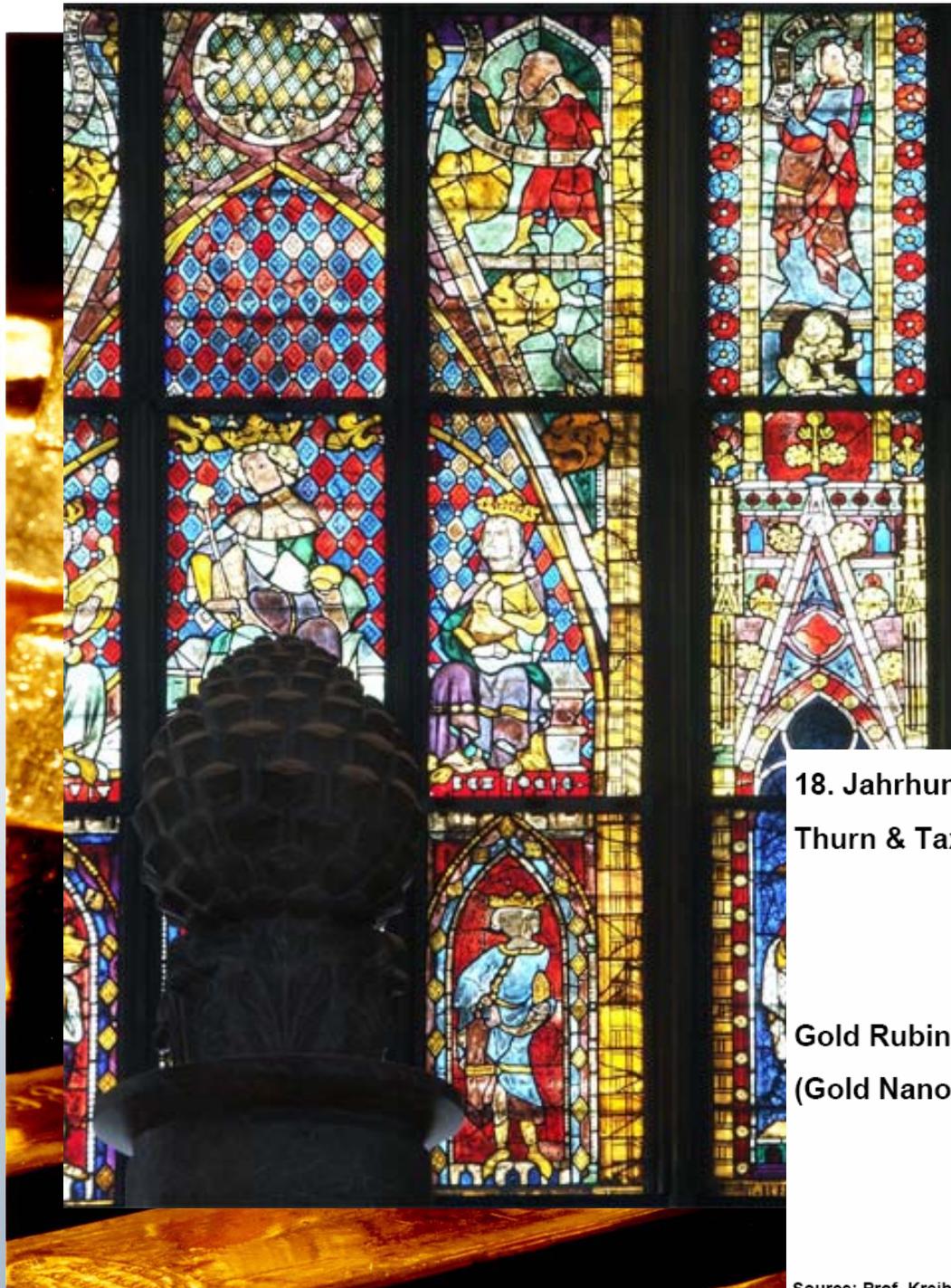


$1 \times 10^{15}$  Würfel =  $600'000 \text{ cm}^2$   
 $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ g}$  (Dichte 1)

100'000 x mehr Oberfläche  
bei gleicher Masse!!!



Nanopubli  
2007



Nanogold wird  
schon seit dem  
Mittelalter  
verwendet

18. Jahrhundert  
Thurn & Taxis

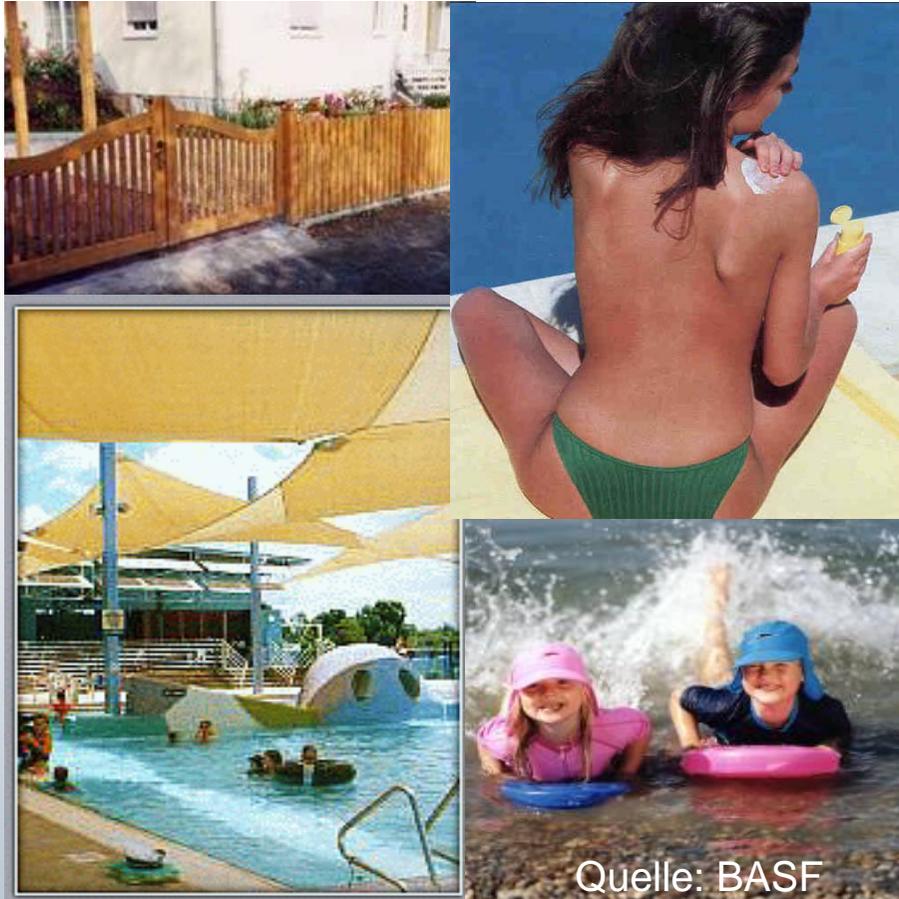
Gold Rubin Glas  
(Gold Nano Cluster)



Source: Prof. Kreibitz RWTH Aachen



# Nanomaterialien schützen vor UV-Strahlung



**Titandioxid und Zinkoxid absorbieren die UV-Strahlung**

**Sie schützen vor Hautkrebs**

- Eingebaut in Textilfasern
- In Sonnencremes

**Sie schützen vor rascher Zersetzung von Gütern**

- Polymeren
- Holz

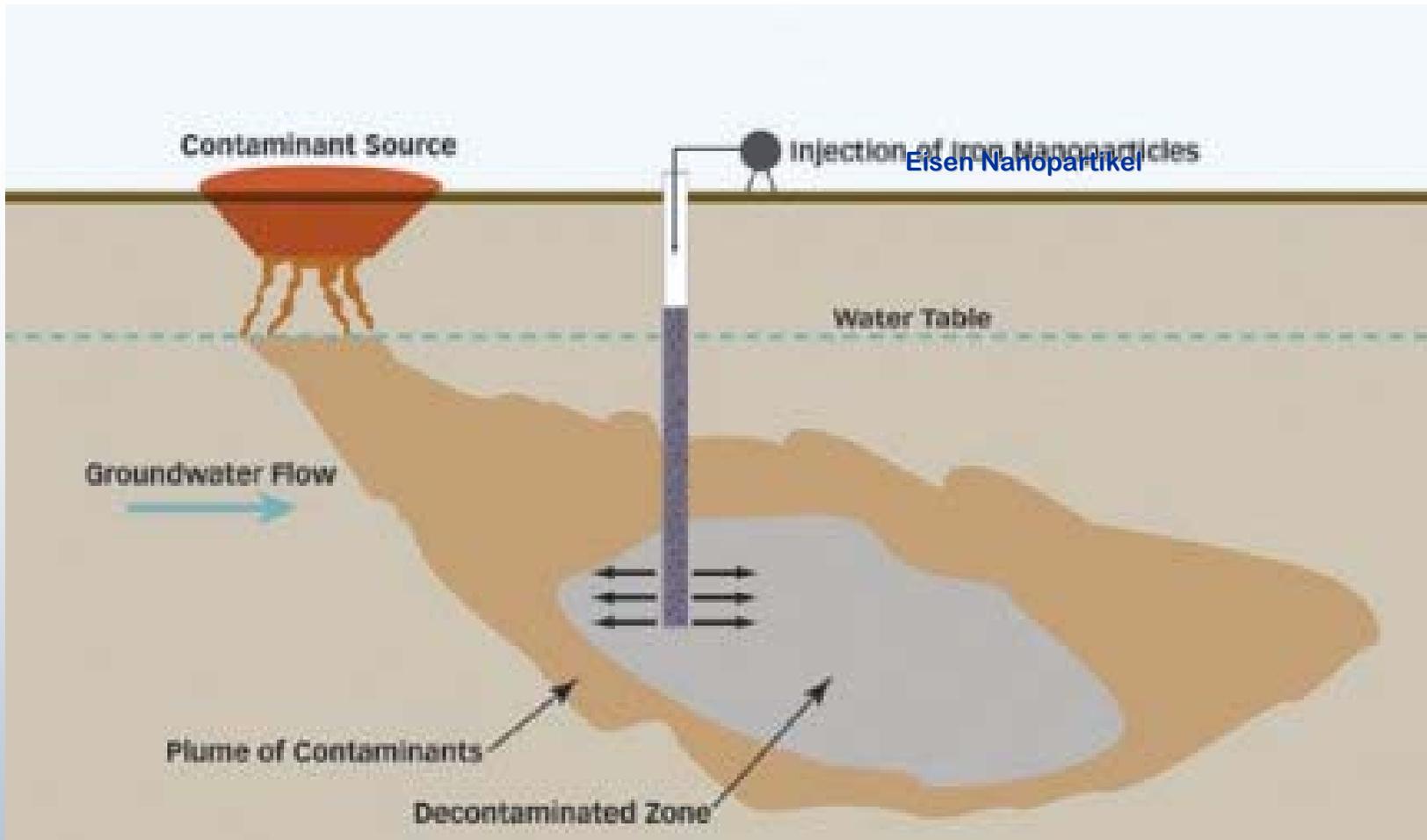
→ **Ressourcenschonung**

Nanopubli  
2007

Quelle: M. Pridöhl, DECHEMA AK



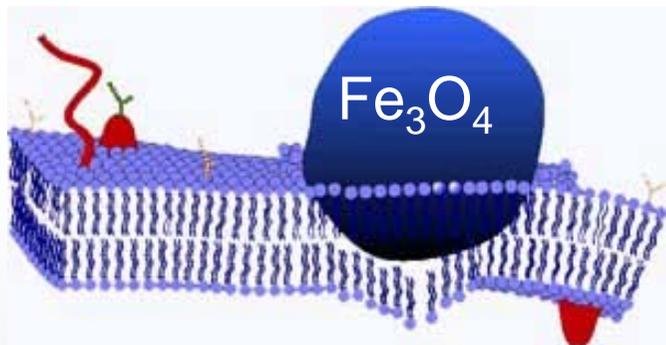
# Neue katalytische Eigenschaften



Nanopubli  
2007



# Nanomaterialien ermöglichen Therapie inoperabler Gehirntumore



Quelle: [www.nanochem.de](http://www.nanochem.de),  
Dr. Jordan, Charité Berlin



Nanopubli  
2007

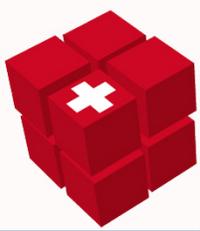
Weitere Infos unter:  
<http://www.magforce.de/>

Krebszelle



Zellen nach Aufnahme  
modifizierter  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -Partikel

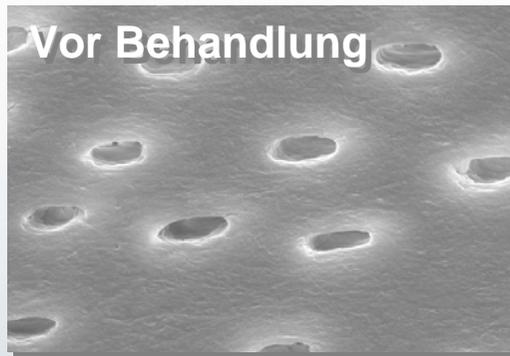
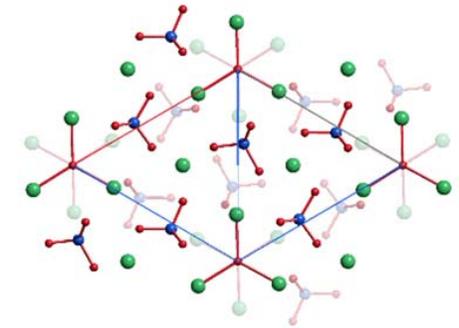
Quelle: M. Pridöhl, DECHEMA AK



# Nano für Gesundheit und Wohlbefinden

## Zahnbehandlung mit Nanomaterialien

Hydroxylapatit  
 $\text{Ca}_5[\text{OH}](\text{PO}_4)_3$



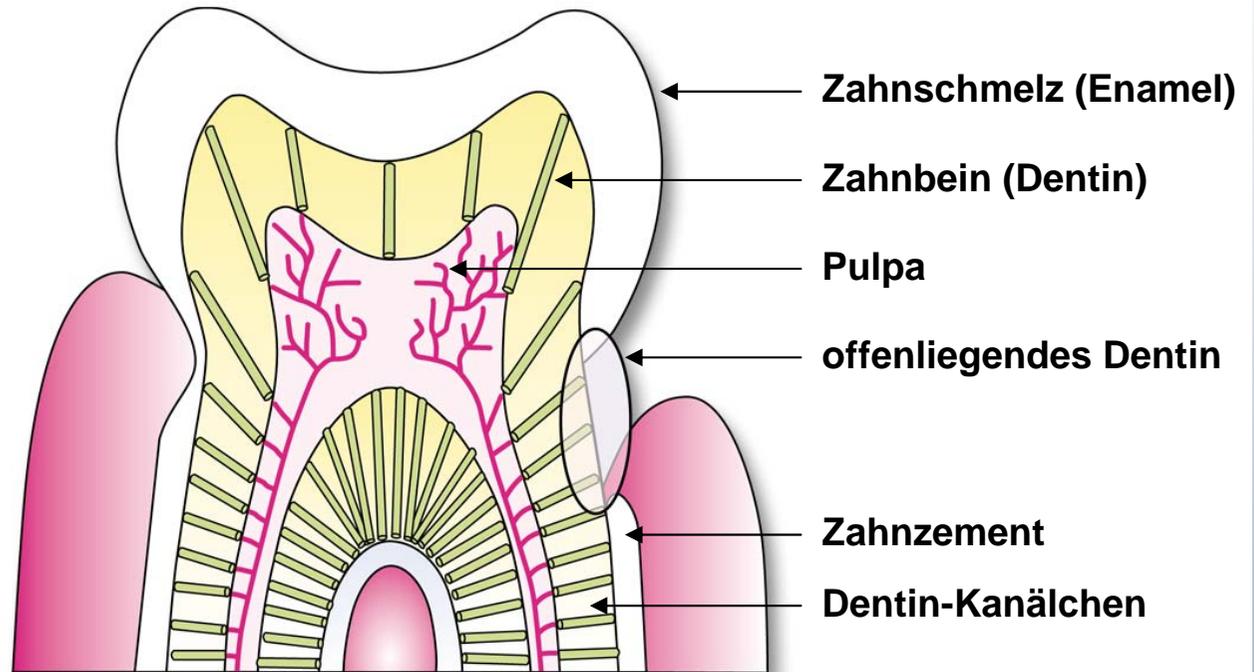
Vor Behandlung  
Dentinkanälchen unter dem Elektronenmikroskop



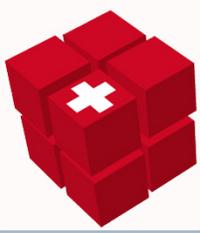
Nach Behandlung

Nanopubli  
2007

### Schema des Zahnaufbaus



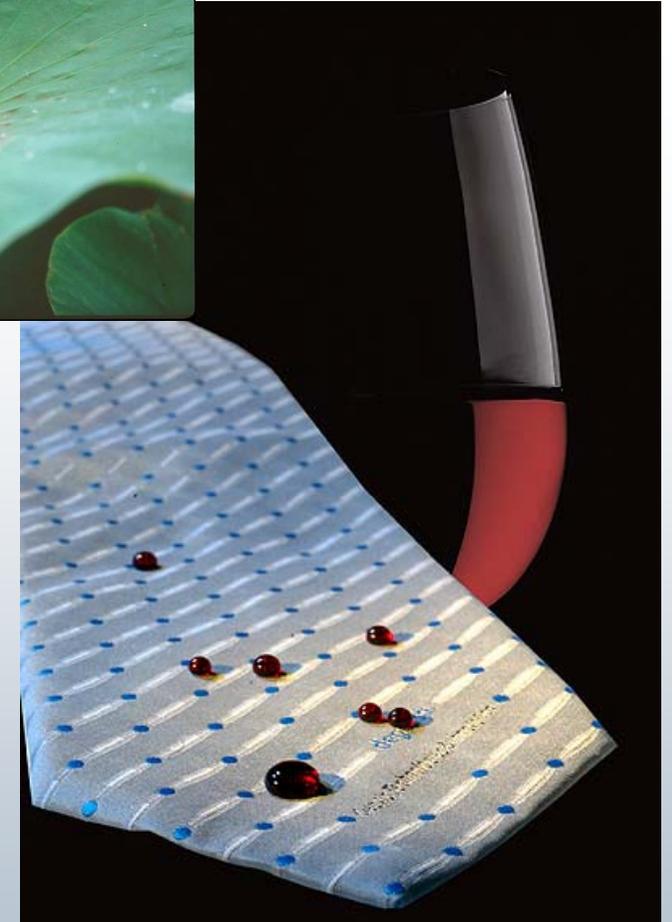
Quelle: FCI, Nanobox-DVD



# Nanomaterialien halten sauber und sorgen für Durchblick



**Nelumbo nucifera**  
(*Lotus plant*)

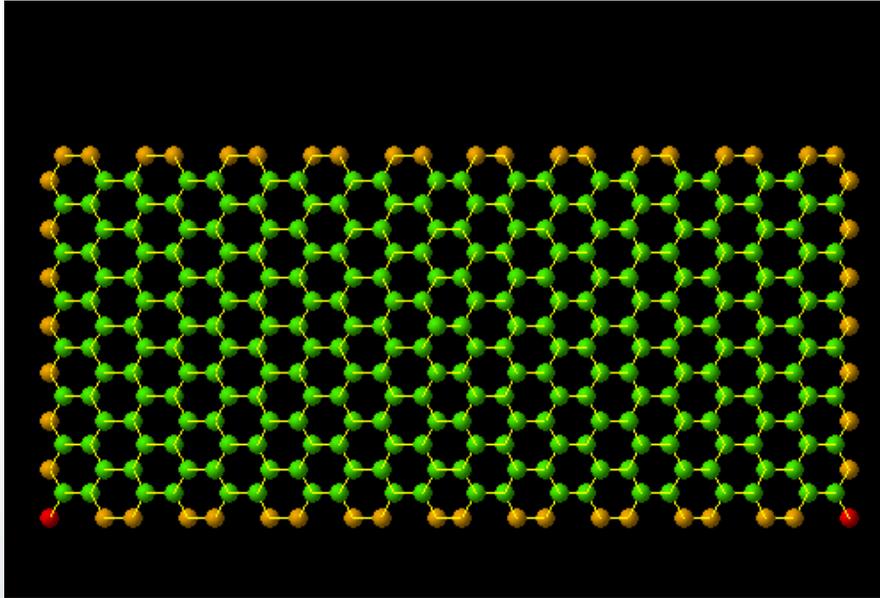


Nanopubli  
2007

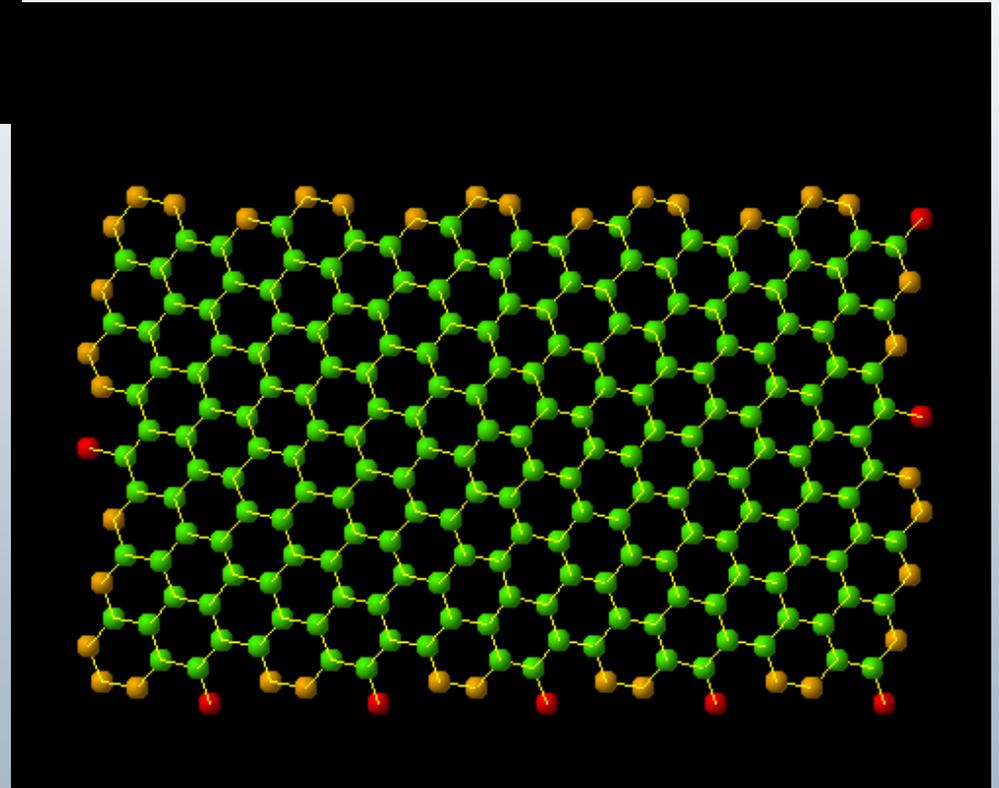
Quelle: M. Pridöhl, DECHEMA AK



# Kohlenstoffnanoröhrchen



metallisch (5,5)



halbleitend (10,0)

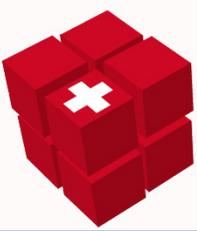
Nanopubli  
2007



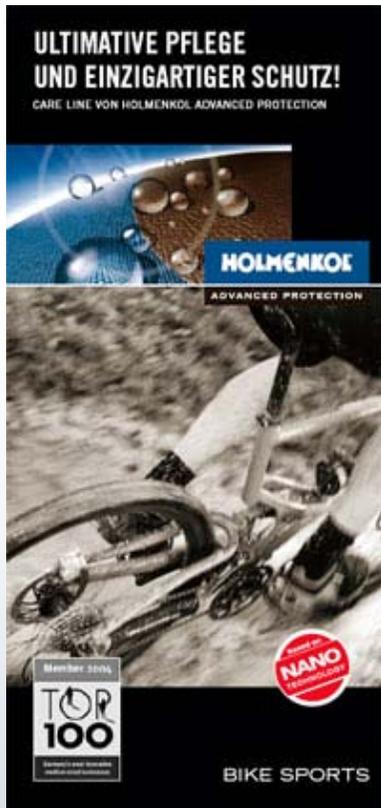
# Kohlenstoffnanoröhrchen



Nanopubli  
2007



# NT Verbraucherprodukte sind bereits auf dem Markt ...



Nanopubli 2007



- ⊖ Wasserdicht
  - ⊖ Weicher Griff
  - ⊖ Atmungsaktiv
  - ⊖ Geruchsabweisend
  - ⊖ Schmutzabweisend
- NanoTex** ist eine dauerhaft wasserdichte, atmungsaktive und schmutzabweisende, 2-lagige Textilie, basierend auf Nanotechnologie. Flüssige Substanzen perlen außen am Kleidungsstück ab, ohne die Fasern zu verschmutzen. Die Fasern werden bei der Herstellung mit dem Stoffgewebe fest verankert. Dadurch kann NanoTex – im Gegensatz zu beschichteten Materialien – seine Funktion trotz vielen Tragens oder Wuschens uneingeschränkt erfüllen.



# Ansatz zur toxikologischen Risikoabschätzung



Nanopubli  
2007

Risikokommunikation

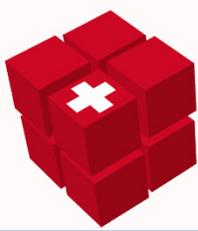


# Neue Techniken ohne Risiko?

**Wir erfanden Autos und im Straßenverkehr werden jedes Jahr mehr als 500 000 Menschen welt-weit getötet (2.3% aller Todesfälle) und 23 Mio. verletzt**

**Wir produzieren neue Substanzen (z.B. Pharmaka) und diese gelangen in unsere Flüsse und beeinträchtigen Tiere und Umwelt**

**Schlussfolgerung: neue nanoskalige Materialien werden leider auch einige nachteilige Effekte haben**



## Große Reklame für kleine Teilchen

Hoffen auf die „zweite Genesis“: Das Deutsche Museum beruft „Botschafter“ der Nanotechnologie

Diesmal wollen sie alles richtig machen, ein Image-Desaster wie zu den Anfängen der Gentechnik soll sich bei den Nanotechnologien nicht wiederholen. Damals formierte sich schnell der Widerstand bei Grünen, in Kirchenkreisen und Umweltgruppen, und die Protagonisten aus Wissenschaft und Industrie zeigten sich, vorsichtig gesprochen, nicht sonderlich geschmeidig im Umgang mit den Befürchtungen in der Bevölkerung. An dem Vertrauensverlust knabbern Forscher und Firmen noch heute.

Diesmal also setzen die Vorkämpfer

Trommel rührt wie kaum ein anderer, ist Wolfgang Heckl, Generaldirektor des Deutschen Museums und selbst Nanoforscher an der Universität München (LMU). Nun hat er zu den vielen Initiativen, die für das Image und die immense Innovationskraft der Nanotechnologien werben, eine weitere ins Leben gerufen: Ein Kreis von „Nanobotschaftern“ will die Bevölkerung über Chancen und Risiken aufklären und die „Diskussion versachlichen“. Dafür stünden sie „als authentische Wissenschaftler und verantwortungsbewusste Unternehmer“ ein, sagt Christiane Ziegler,

derem Veranstaltungen mit den Experten im „Zentrum Neue Technologien“, das das Museum derzeit aufbaut. Auch als Fürsprecher in der Wirtschafts- und Technologiepolitik sieht sich der Kreis, der die „wichtige Querschnittstechnologie“ voranbringen will.

Schmutzabweisende Fassadenfarben, Wärmedämmung, Anti-Haft-Beschichtung – schon eine ganze Reihe von Alltagsprodukten enthält Nanoteilchen, Zusätze mit meist speziellen Oberflächeneigenschaften. Und „Botschafter“ Andreas Jordan beispielsweise hat mit seiner Firma „MagForce“ Nanopar-

Teilchen auch sind, ihnen gemeinsam ist die Dimension, sie reicht von der Größe einzelner Atome bis hin zu einem Zehntausendstel Millimeter. Die Forschung also ist längst in Bereiche der Materie vorgedrungen, in denen sich einzelne Atome und Moleküle gezielt manipulieren lassen. Vorkämpfer wie Heckl sprechen von der „Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts“, sie werde Medizin, Materialwissenschaft und Elektrotechnik revolutionieren. Und weil die Teilchen besonders klein sind, so scheint, sind die Etiketten umso größer. Prinzipiell, so zitiert Heckl den Phy-

BMU-Pressedienst  
Berlin, 28.08.2007

Pressemeldung der Nanokommission der Bundesregierung

## Nanomaterialien im Dialog

Die Nanotechnologie gilt weltweit als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. "Die Entwicklung dieser neuen Technologie zukunftsfähig und nachhaltig zu gestalten, das ist ein wesentliches Ziel des NanoDialogs", erläutert Wolf-Michael Catenhusen, Staatssekretär a.D. Er leitet die Nanokommission der Bundesregierung, die sich seit Anfang 2007 zunächst drei Aufgaben gestellt hat:



Hamburger Abendblatt | 31.07.2007

**NANOTECHNOLOGIE** GIBT ES NEBENWIRKUNGEN?

## Winzige Helfer in Ketchup und Lack

Viele Alltagsprodukte enthalten Nanopartikel. Deren neuartige Eigenschaften machen sie so interessant, doch ist über mögliche Risiken bislang wenig bekannt. Sie werden jetzt systematisch erforscht und veröffentlicht.

Von Lars Fischer



Jeden Tag schieben Millionen Deutsche ihren Einkaufswagen zwischen Supermarktregalen hindurch. Nur die wenigsten ahnen, dass sie

NZZ Online

10. Mai 2006, Neue Zürcher Zeitung

## Wie giftig sind Nanopartikel?

### Der Ruf nach Regulierung wird lauter

H. W. Die Nanotechnologie boomt nicht nur in der Forschung: Auch die Zahl der kommerziellen Nano-Produkte wächst rasch. Im ersten öffentlichen globalen Nano-Inventar, das im März vom amerikanischen Woodrow Wilson International Center for Scholars publiziert wurde, sind zwar nur 230 solche Produkte erfasst.[1] Dazu kommen schätzungsweise aber noch über 600 Rohmaterialien und Komponenten aus dem Nano-Bereich. Getrübt wird dieser Erfolg allerdings dadurch, dass insbesondere Nanopartikel für Umwelt und Gesundheit eine Gefahr darstellen könnten.

Nanopubli  
2007



5,80€ NR. 11 NOVEMBER 2005  
WWW.TECHNOLOGYREVIEW.DE

DEUTSCHLANDS CHANCEN: Was die Experten sagen S. 26

DAS M.I.T.-MAGAZIN FÜR INNOVATION

# TECHNOLOGY

E V W  
MORGEN

**EXKLUSIV**  
Wie der VW Käfer  
wirklich entstand  
S. 78

## Die Gefahren der Boom-Technologie

# Das Nano-Risiko

DEMOGRAFIE  
Technik für die  
neuen Alten S. 44

ENERGIE  
Von Kohle zum  
Solar-Revier S. 52

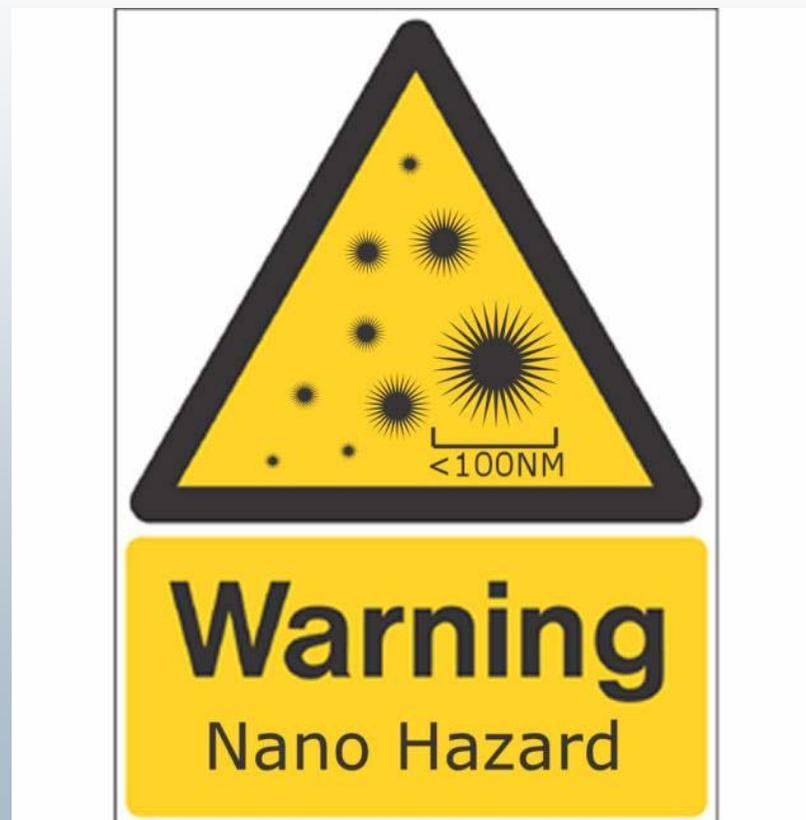
ONLINE-KARTEN  
Browsen durch  
die echte Welt S. 60

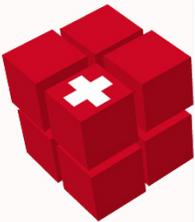
ROBOTIK  
Rennen ohne  
Menschen S. 66

OSTERREICH & OÖ  
SÜDTIROL & SÜD  
ITALIEN SPANLEN 2006

4 19615 1405804 1

Nanopubli  
2007





Ernst Pletscher

Axel Ritter



**Danke für Ihr  
Interesse**

Nanopubli  
2007

Harald F. Krug

