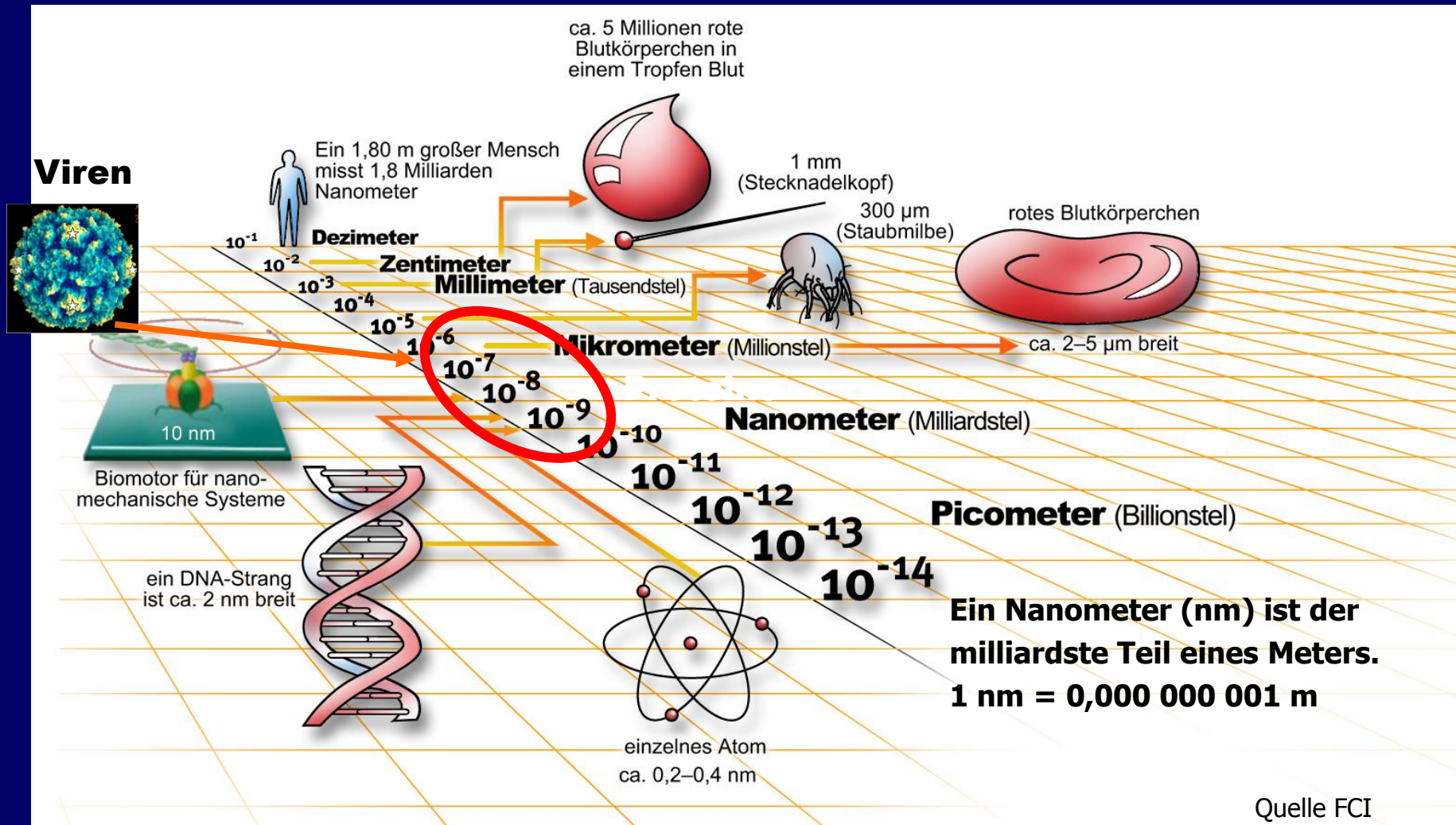
Bachelorstudiengang Nano-Science and Technology

Horst Weller
Institut für Physikalische Chemie, Universität Hamburg
Centrum für Angewandte Nanotechnologie, CAN, Hamburg
Interdisciplinäres Nanowissenschaftscentrum Hamburg (INCH)

Größenvergleich Nanotechnologie

- **Untersuchung, Herstellung und Anwendung von Strukturen unter 100 nm**



Quelle FCI

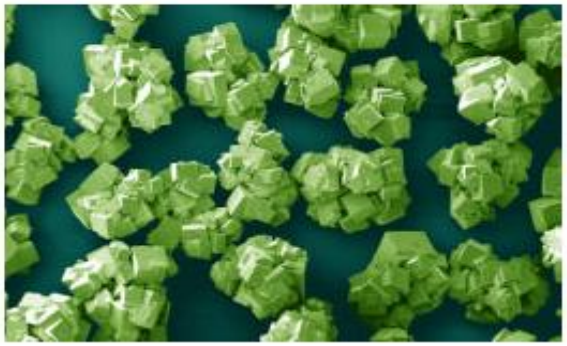
Drei wesentliche Eigenschaftsänderungen in der Nanowelt

Quantenmechanisches Verhalten

„Neue“ Technische Physik
durch Änderung von
- Farbe, Transparenz
- Härte
- Magnetismus
- elektrischer Leitfähigkeit

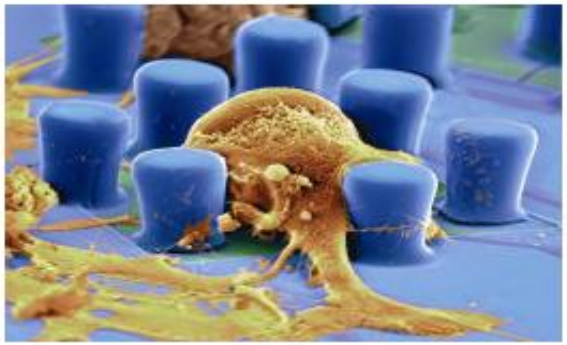
Vergrößerte Oberfläche

„Neue“ Chemieprozesse
durch Änderung von
- Schmelz- und Siedepunkt
- chemischer Reaktivität
- katalytischer Ausbeute



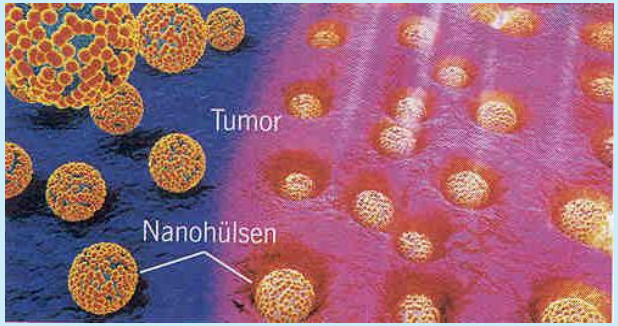
Molekulare Erkennung

„Neue“ Bioanwendungen
durch Kombination mit
- Selbstorganisation
- Reparaturfähigkeit
- Adaptionsfähigkeit
- Erkennungsfähigkeit

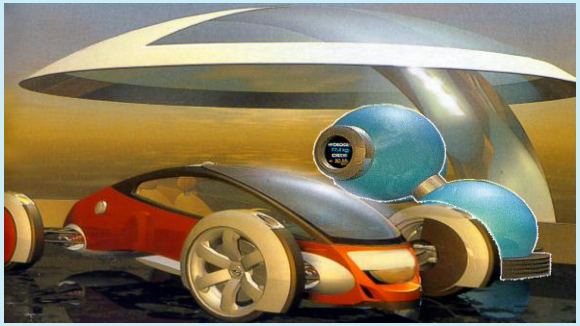


Bilder (v.l.n.r.): Institut für Physikalische Chemie - Universität Hamburg, BASF AG, Ladwigshafen, Siemens AG, München

Neue Funktionalitäten helfen Zukunftsprobleme lösen

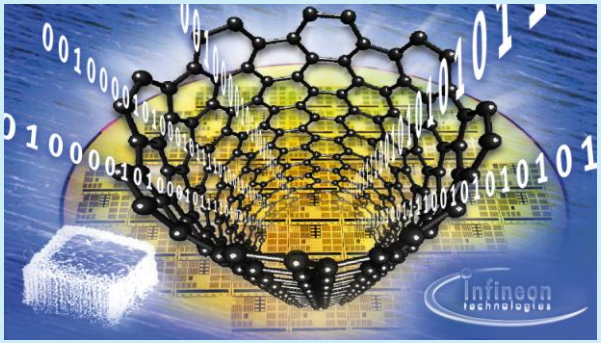


Gesundheit
Neue Therapieformen für Krebspatienten



Mobilität
Leichtbausysteme für resourcenschonende Kraftfahrzeuge

Energie
Beleuchtungssysteme mit minimalem Energieverbrauch

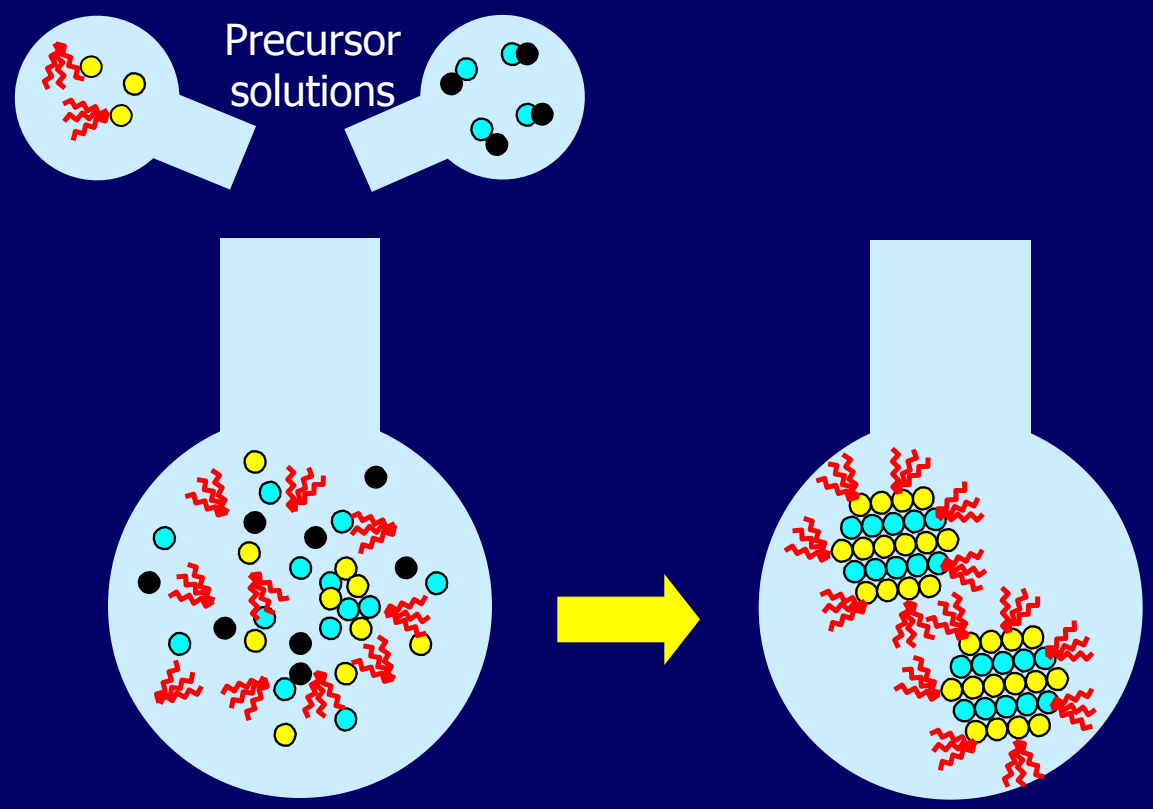


Information und Kommunikation
Leistungsfähigere Speicher und Elektronik-Bauelemente

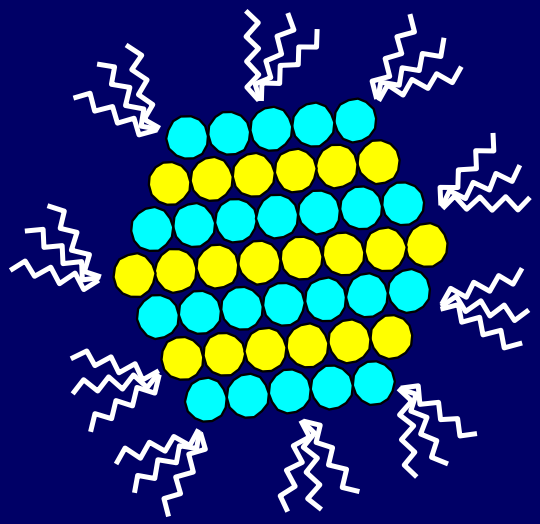
Nanoparticle Synthesis

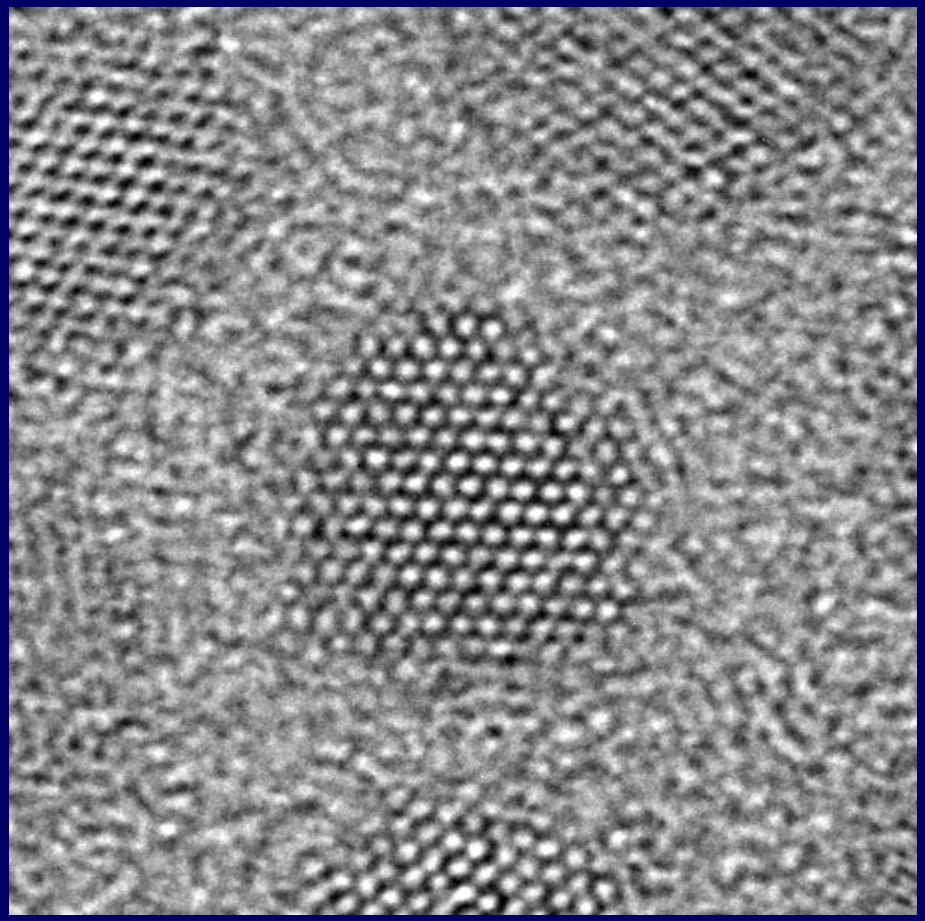
A) Vapour Deposition (PVD / CVD)
B) Sol-Gel Technique
C) Wet-Chemistry

- Large variety of materials available
- Nanoparticles can be handled like „normal" chemicals



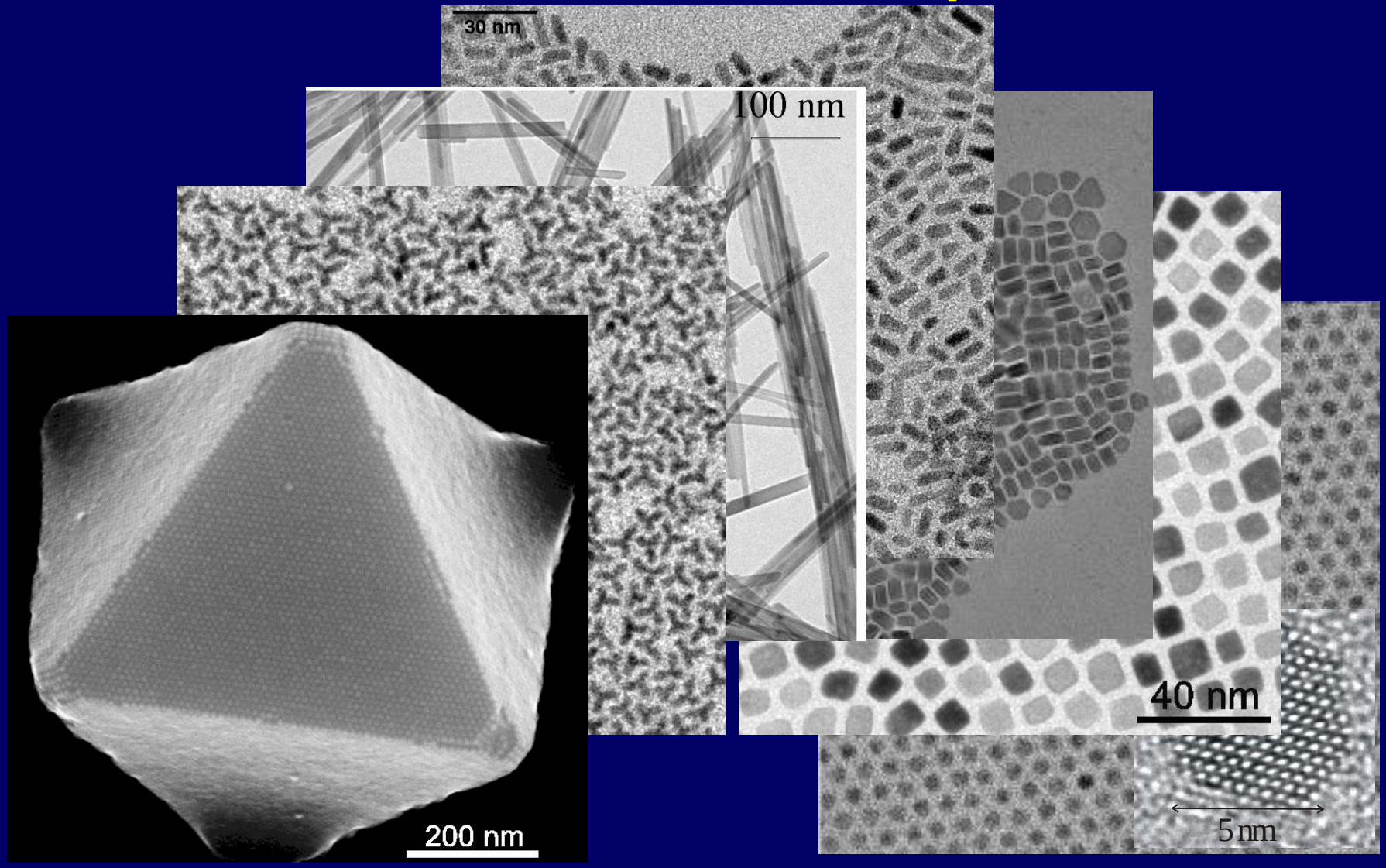
Electron microscopy

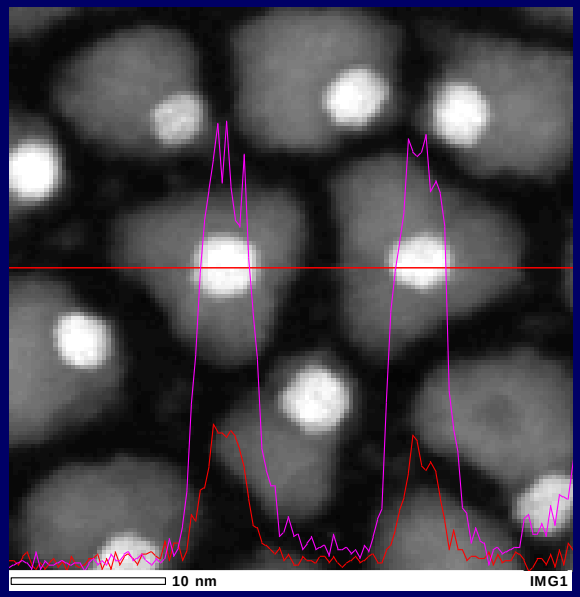


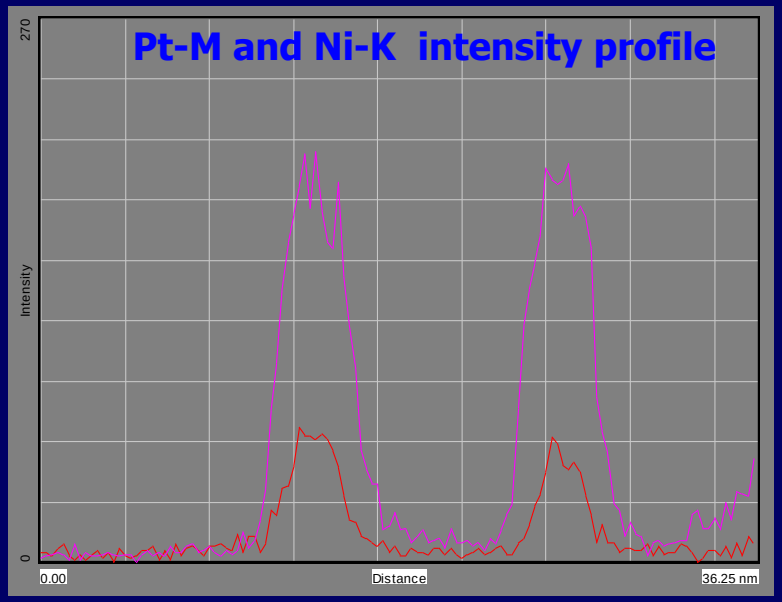


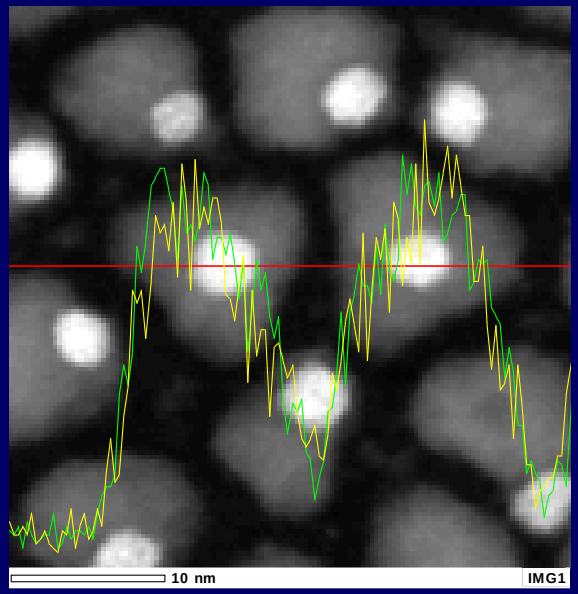
5 nm

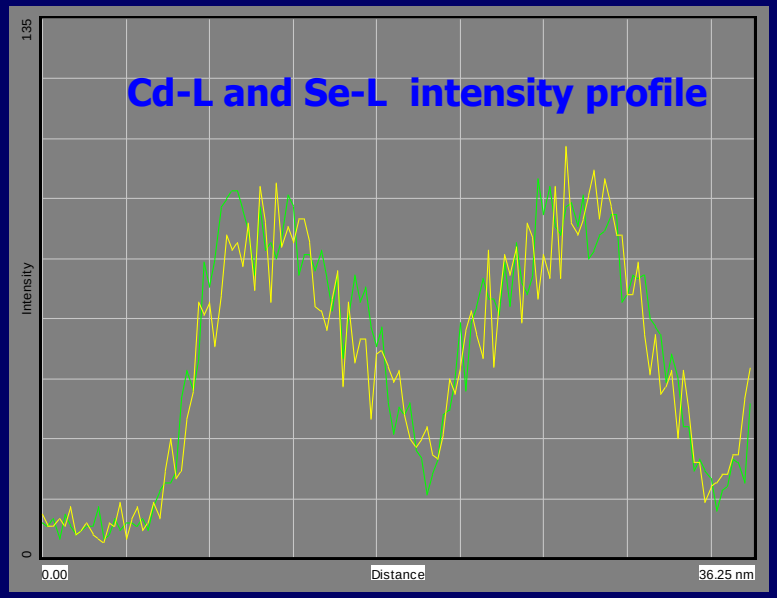
Nanomaterials: Nanoparticles




10 nm
IMG1


Pt-M and Ni-K intensity profile
270
Intensity
0
0.00
Distance
36.25 nm


10 nm
IMG1


Cd-L and Se-L intensity profile
135
Intensity
0
0.00
Distance
36.25 nm

Drei wesentliche Eigenschaftsänderungen in der Nanowelt

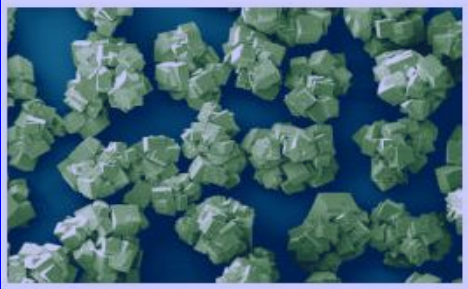
Reise in den Nanokosmos I: Wissenschaftlich-technische Grundlagen

Quantenmechanisches Verhalten

„Neue" Technische Physik
durch Änderung von
- Farbe, Transparenz
- Härte
- Magnetismus
- elektrischer Leitfähigkeit

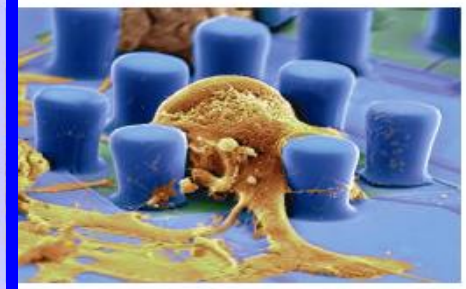
Vergrößerte Oberfläche

„Neue" Chemieprozesse
durch Änderung von
- Schmelz- und Siedepunkt
- chemischer Reaktivität
- katalytischer Ausbeute



Molekulare Erkennung

„Neue" Bioanwendungen
durch Kombination mit
- Selbstorganisation
- Reparaturfähigkeit
- Adaptionsfähigkeit
- Erkennungsfähigkeit

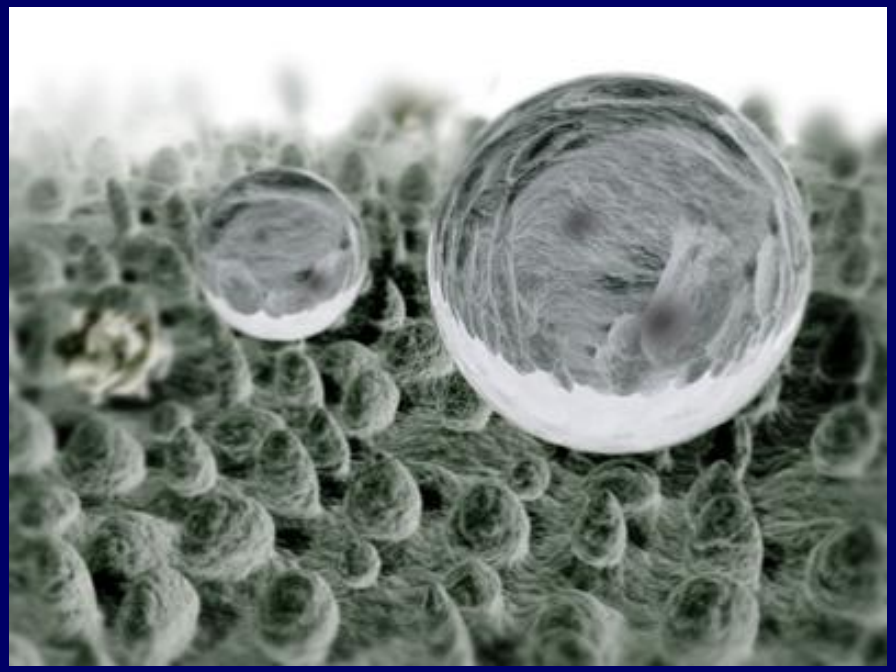


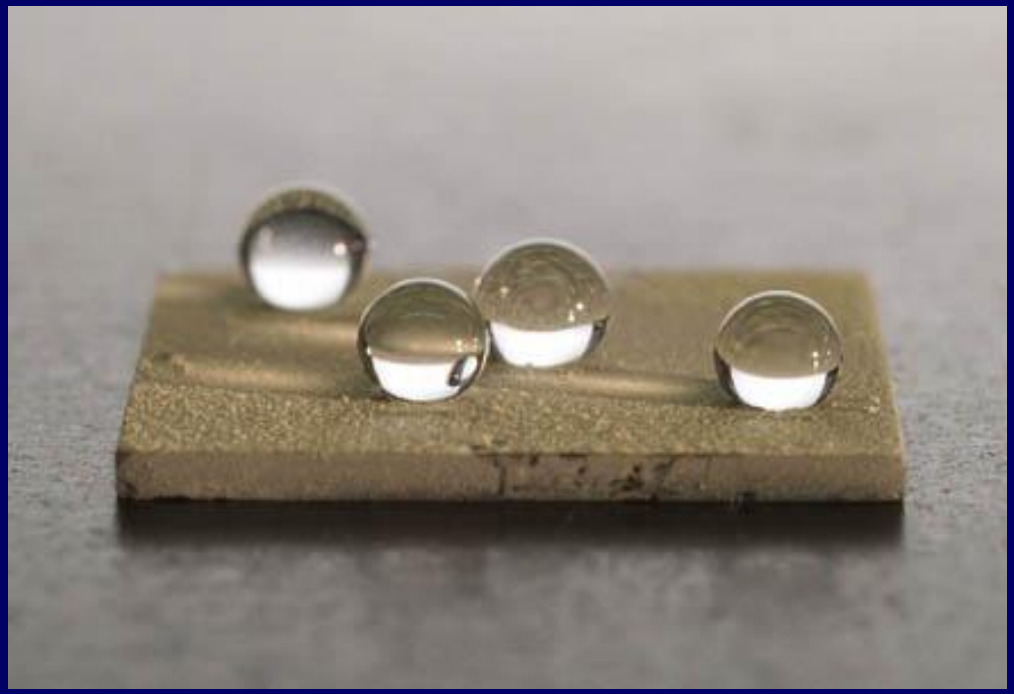
Bilder (v.l.n.r.): Institut für Physikalische Chemie - Universität Hamburg, BASF AG, Ludwigshafen, Siemens AG, München

VDI Technologiezentrum

EINE INITIATIVE VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

Der Lotus Effekt

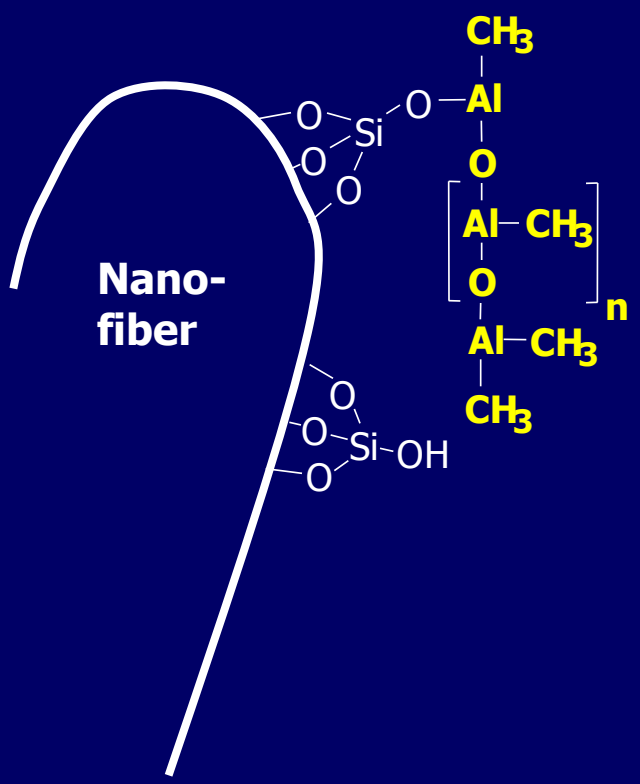


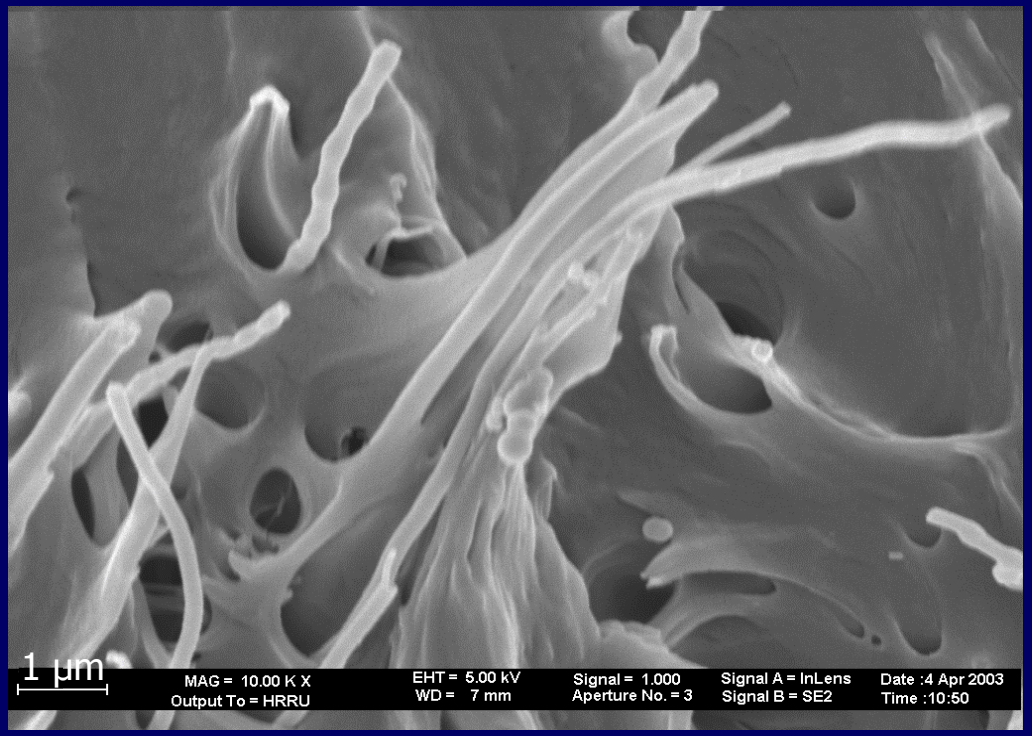


In-situ Polymerization of Propylene

oligomers with anchor groups (like bioencapsulation)

Or binding the polymerization catalyst to the surface of nanofillers





First in-situ polymerization of olefines on carbon nanofibers worldwide

Courtesy of Prof Kaminsky, University of Hamburg

Neue Konzepte mit Nanotechnologie

Drei wesentliche Eigenschaftsänderungen in der Nanowelt

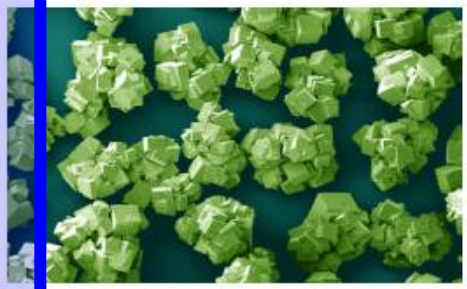
Reise in den Nanokosmos I: Wissenschaftlich-technische Grundlagen

Quantenmechanisches Verhalten

„Neue" Technische Physik
durch Änderung von
- Farbe, Transparenz
- Härte
- Magnetismus
- elektrischer Leitfähigkeit

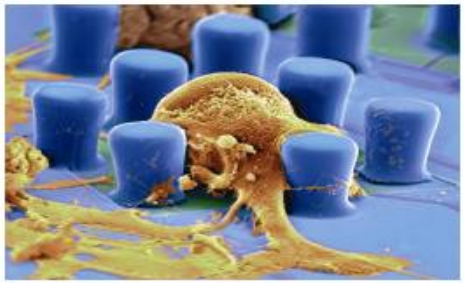
Vergrößerte Oberfläche

„Neue" Chemieprozesse
durch Änderung von
- Schmelz- und Siedepunkt
- chemischer Reaktivität
- katalytischer Ausbeute



Molekulare Erkennung

„Neue" Bioanwendungen
durch Kombination mit
- Selbstorganisation
- Reparaturfähigkeit
- Adaptionsfähigkeit
- Erkennungsfähigkeit



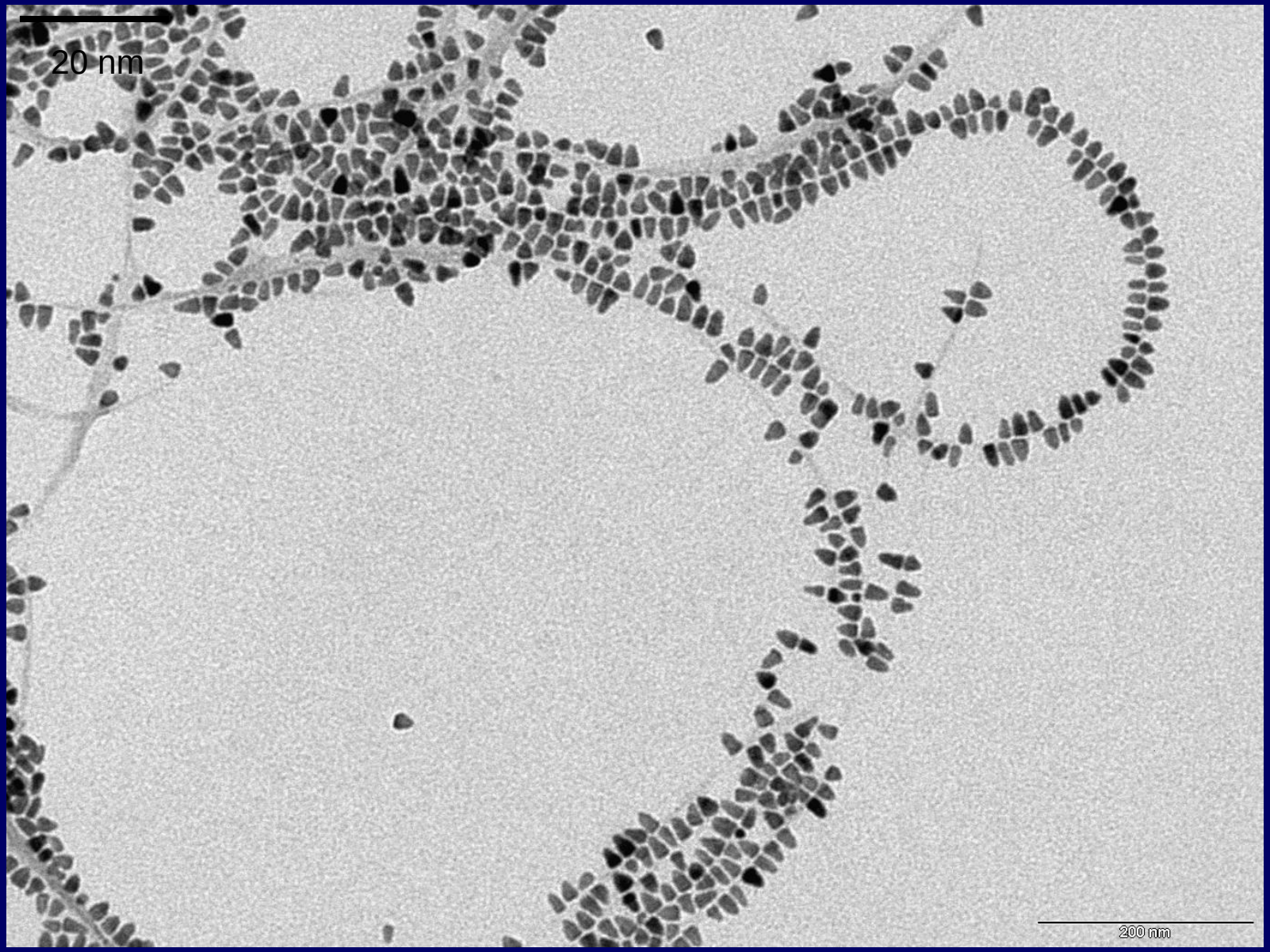
Bilder (v.l.n.r.): Institut für Physikalische Chemie - Universität Hamburg, BASF AG, Ladwigshafen, Siemens AG, München

VDI Technologiezentrum

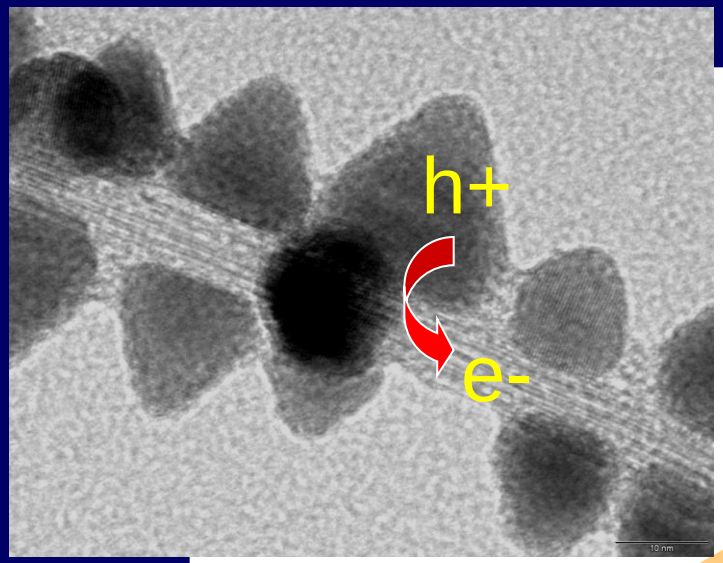
EINE INITIATIVE VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

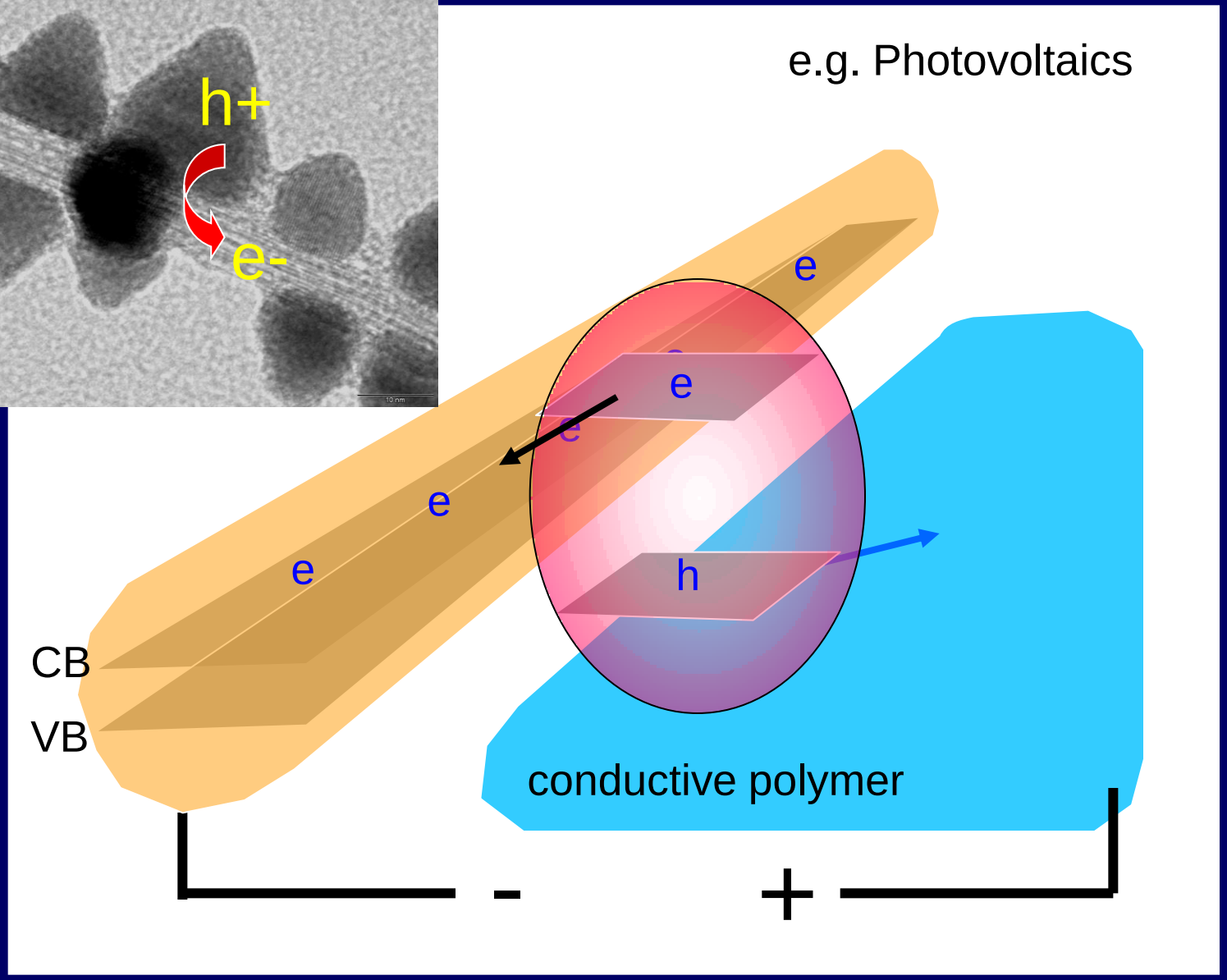
CANdots:

CdSe @ Carbon Nanotubes (CNT)



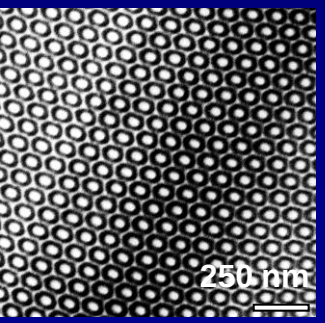
Optoelectronics with CdSe CNT Composites

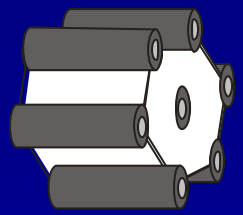


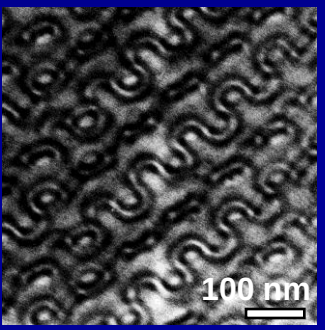


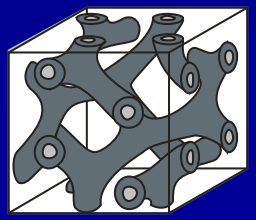
Nanostructures for Fuel Cells

Block copolymer membranes with tailored channel morphology

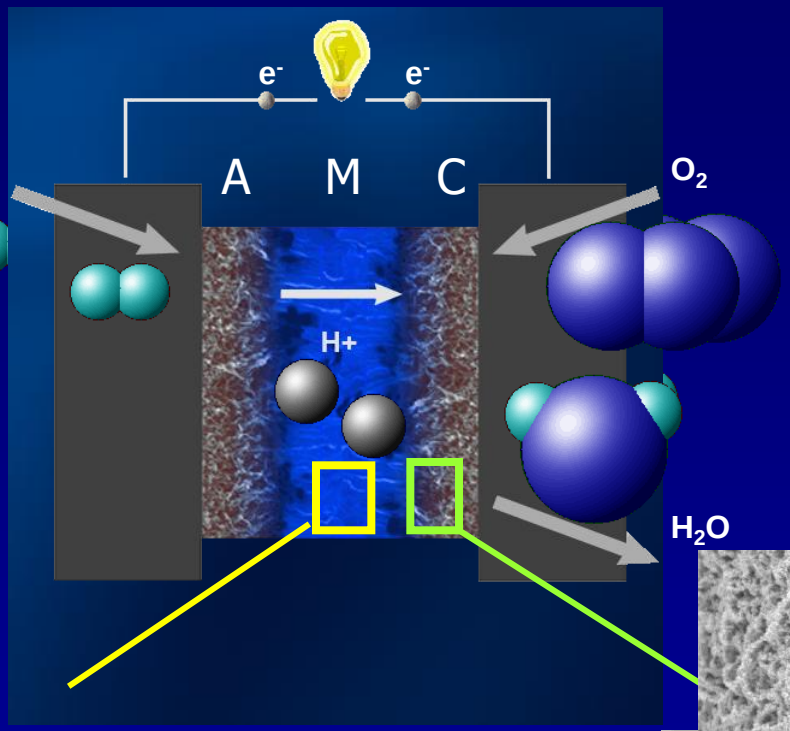




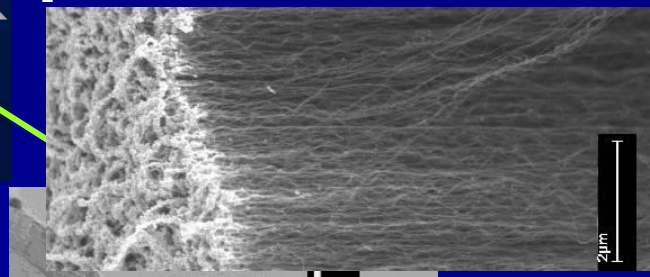


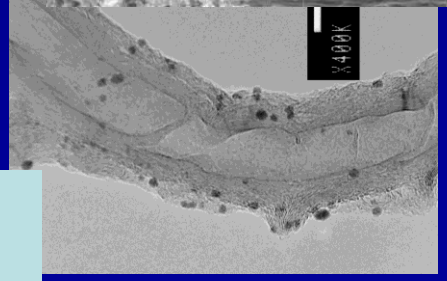


Courtesy of Profs Abetz and Nunes, GKSS Geesthacht



Carbon Nanotubes (CNT)/polymer composites for electrodes





CNT + Pt catalyst

Courtesy of Prof Schulte, TUHH Hamburg

Drei wesentliche Eigenschaftsänderungen in der Nanowelt

Reise in den Nanokosmos I: Wissenschaftlich-technische Grundlagen

Quantenmechanisches Verhalten

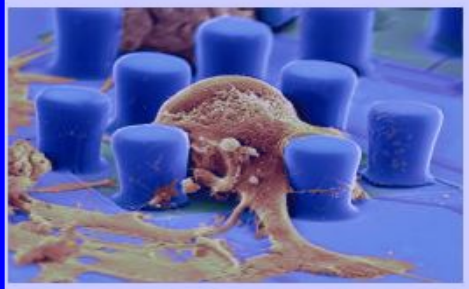
„Neue" Technische Physik
durch Änderung von
- Farbe, Transparenz
- Härte
- Magnetismus
- elektrischer Leitfähigkeit

Vergrößerte Oberfläche

„Neue" Chemieprozesse
durch Änderung von
- Schmelz- und Siedepunkt
- chemischer Reaktivität
- katalytischer Ausbeute

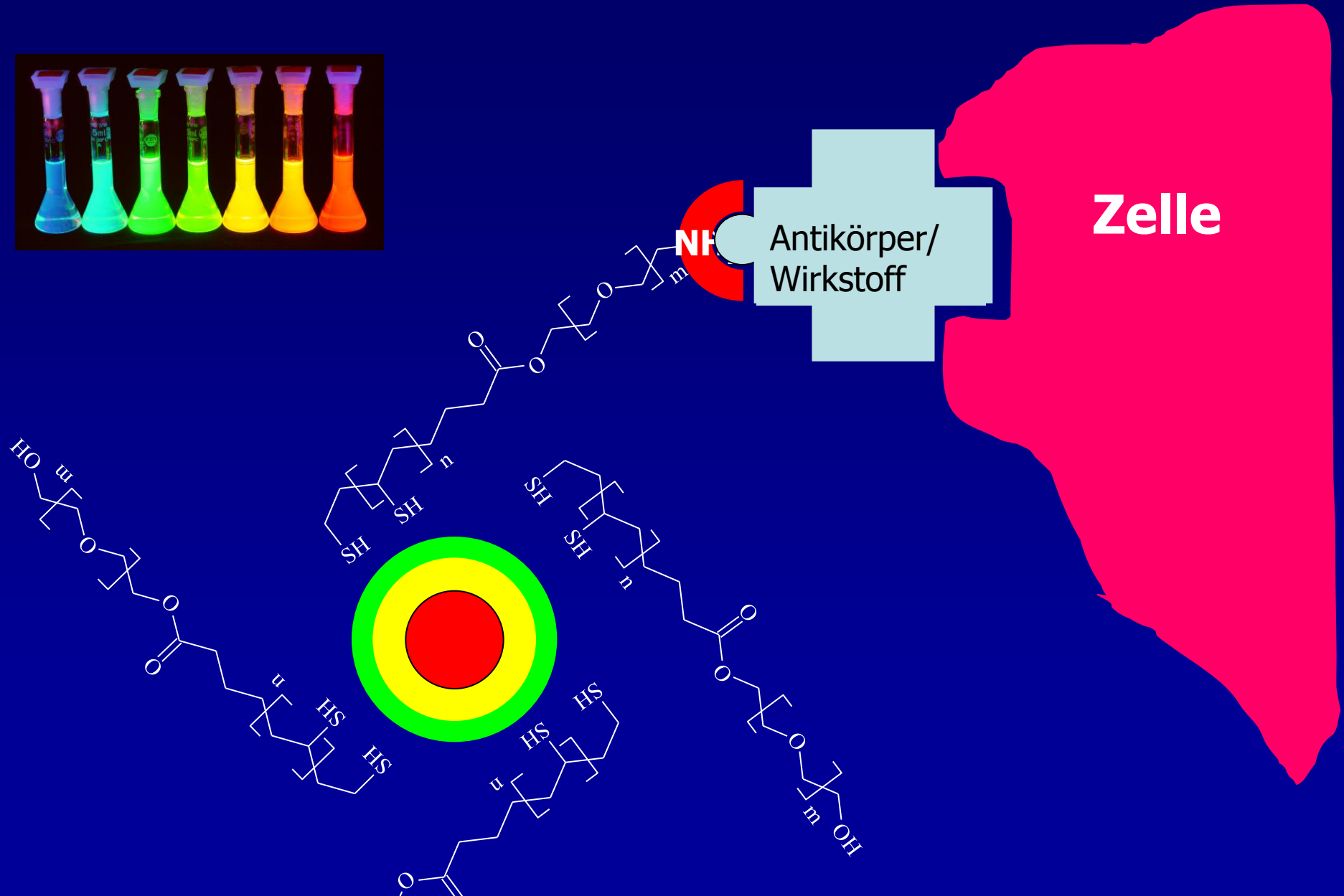
Molekulare Erkennung

„Neue" Bioanwendungen
durch Kombination mit
- Selbstorganisation
- Reparaturfähigkeit
- Adaptionsfähigkeit
- Erkennungsfähigkeit



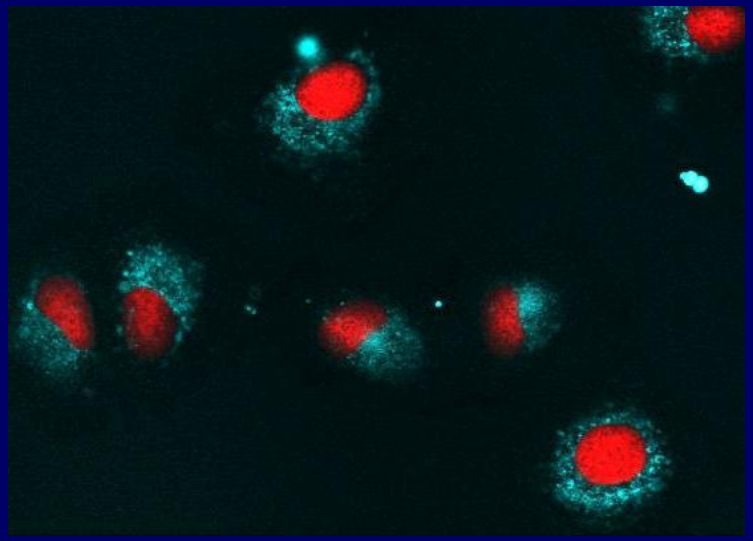
Bilder (v.l.n.r.): Institut für Physikalische Chemie - Universität Hamburg, BASF AG, Ladwigshafen, Siemens AG, München

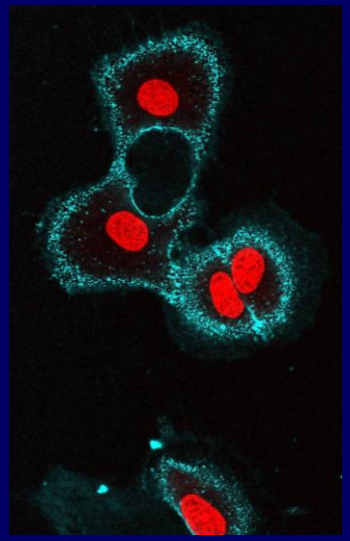
Aufbau eines Biolables

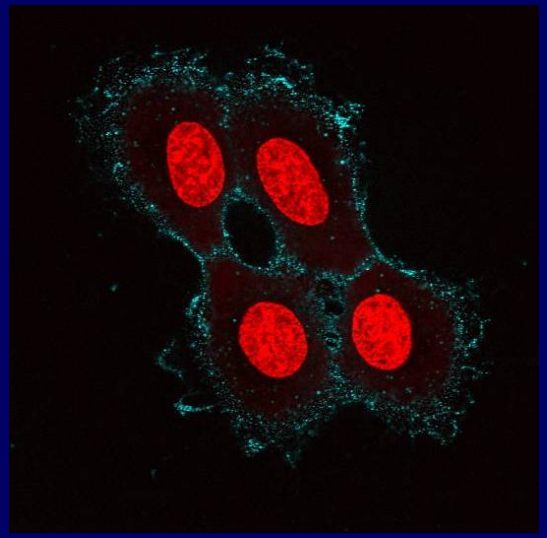


Nanopartikel und Zellen

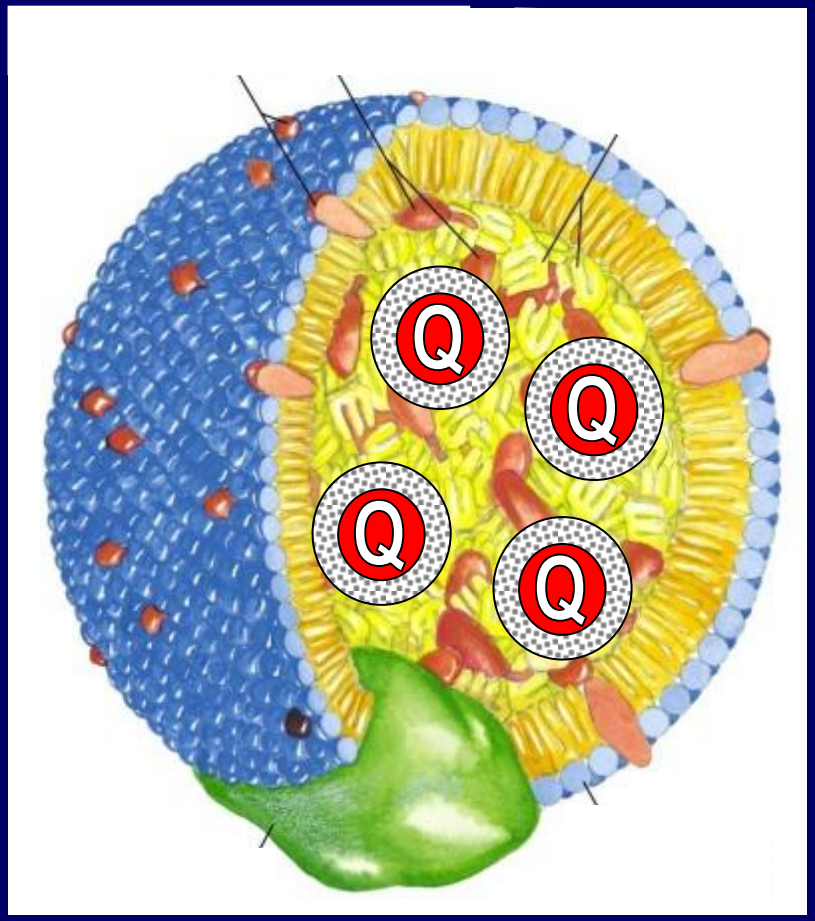
- Rot: gefärbter Zellkern von Lungenzellen
- Blau: CanDots mit verschiedenen Hüllen, lokalisiert im Zellzytosol und der Zellmembran
- Was bestimmt die Aufnahme ?
- Was bestimmt die Toxizität ?

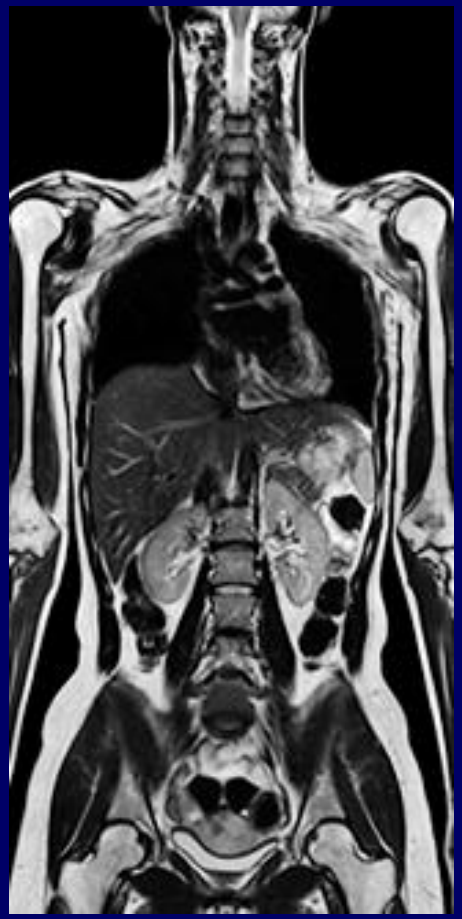






Natürliche Transportsysteme

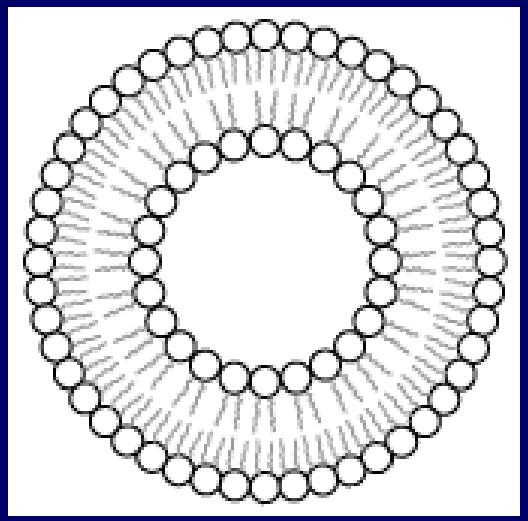




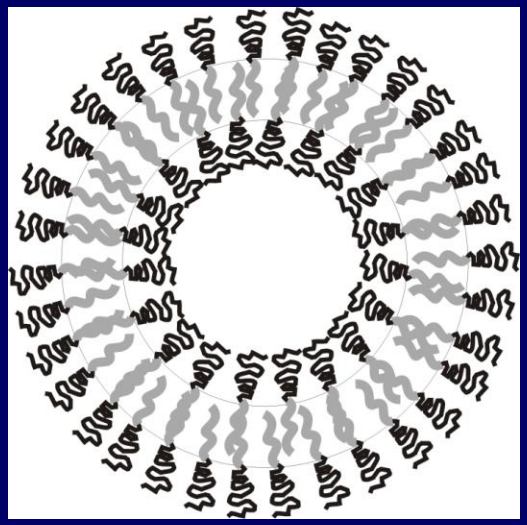
U. Beisiegel, O. Bruns, G. Adam, M. Kaul (UKE-Hamburg), U. Trömsdorf

Artificial Delevery Systems: Polymersomes

- are vesicles formed by block copolymers
- are structurally similar to lipid vesicles
- are more stable and chemically more variable than lipid vesicles

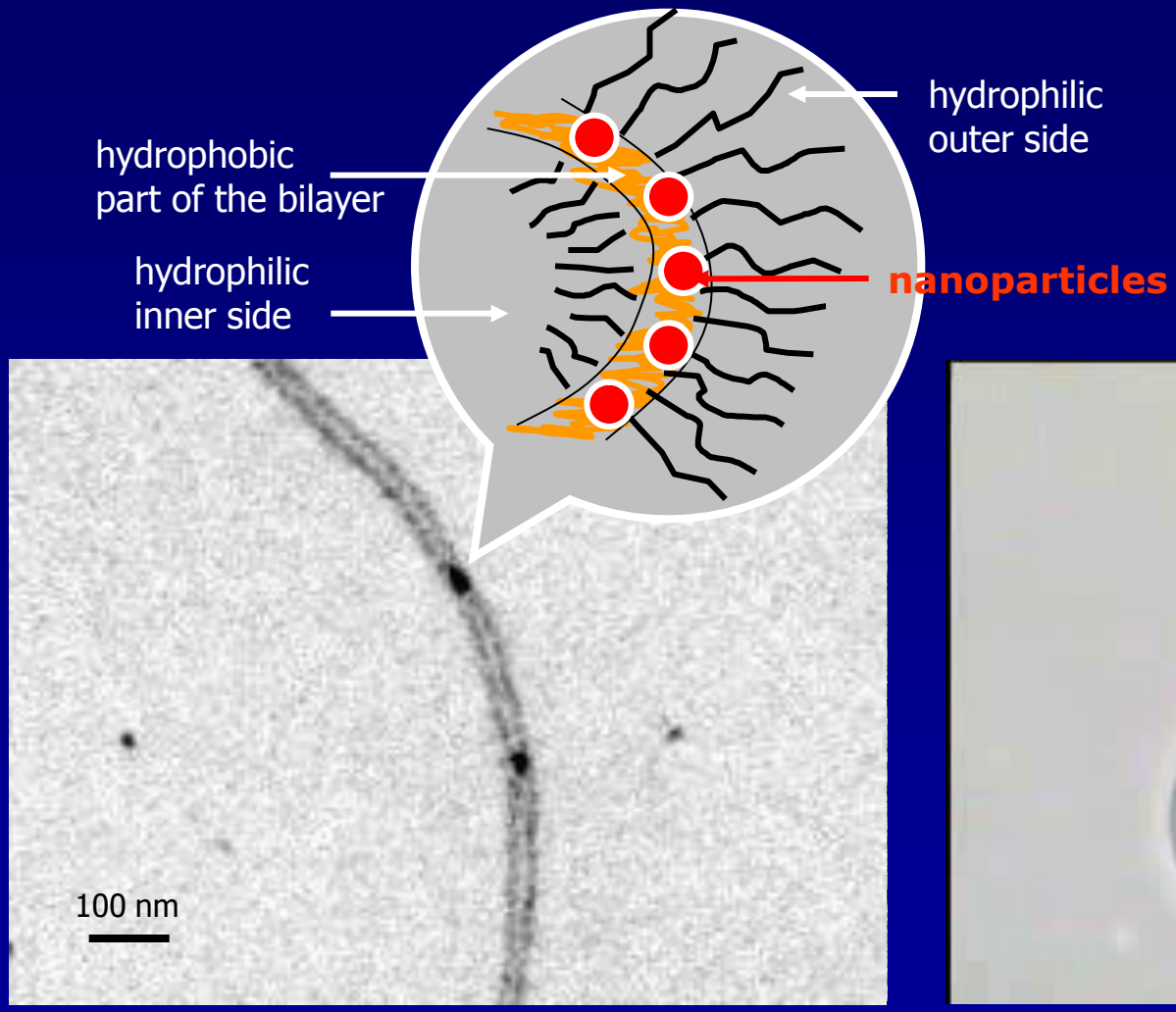


liposome



Polymersome (Prof. Förster)

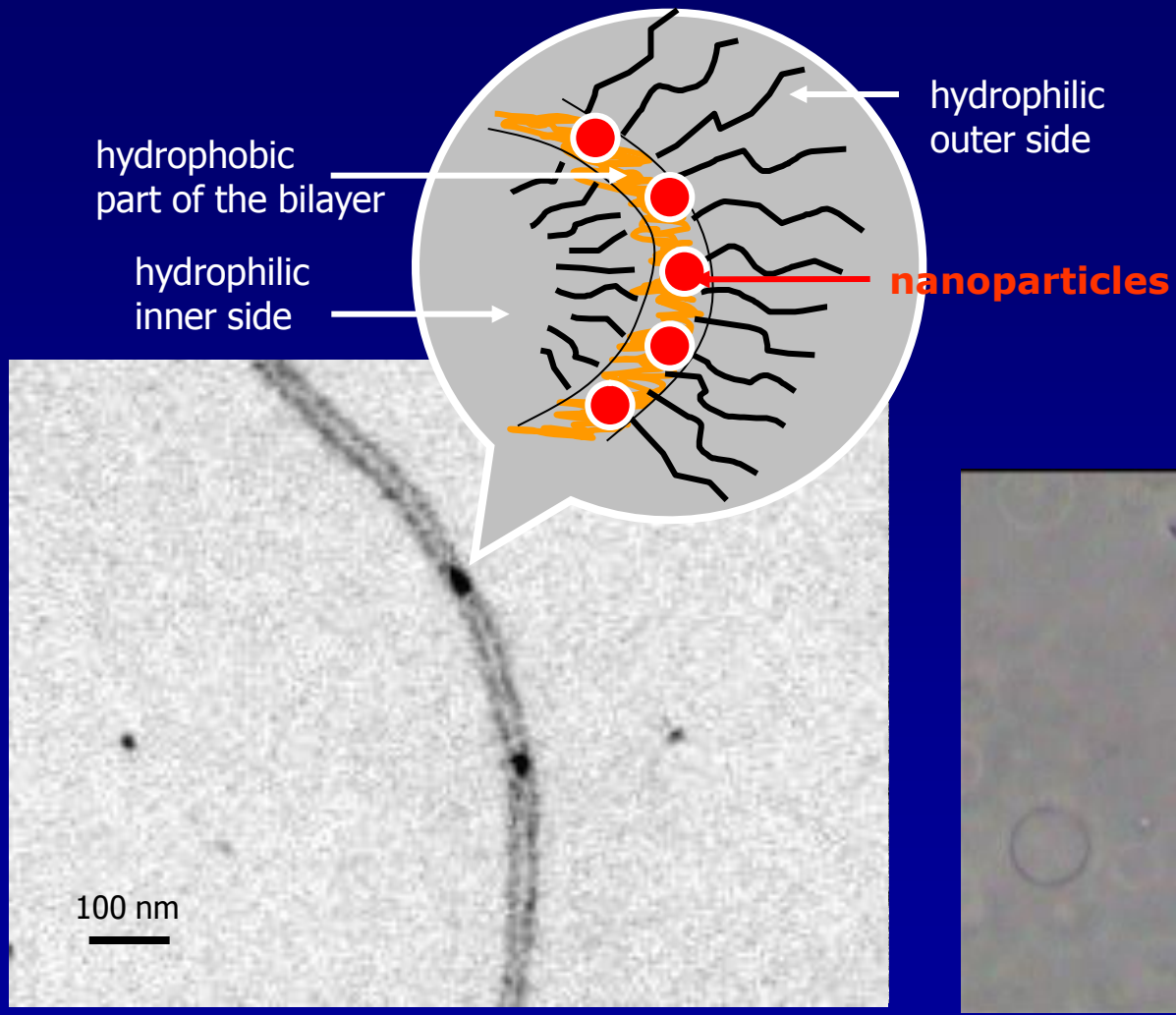
Artificial Vesicles from Polymers: Drug Delivery

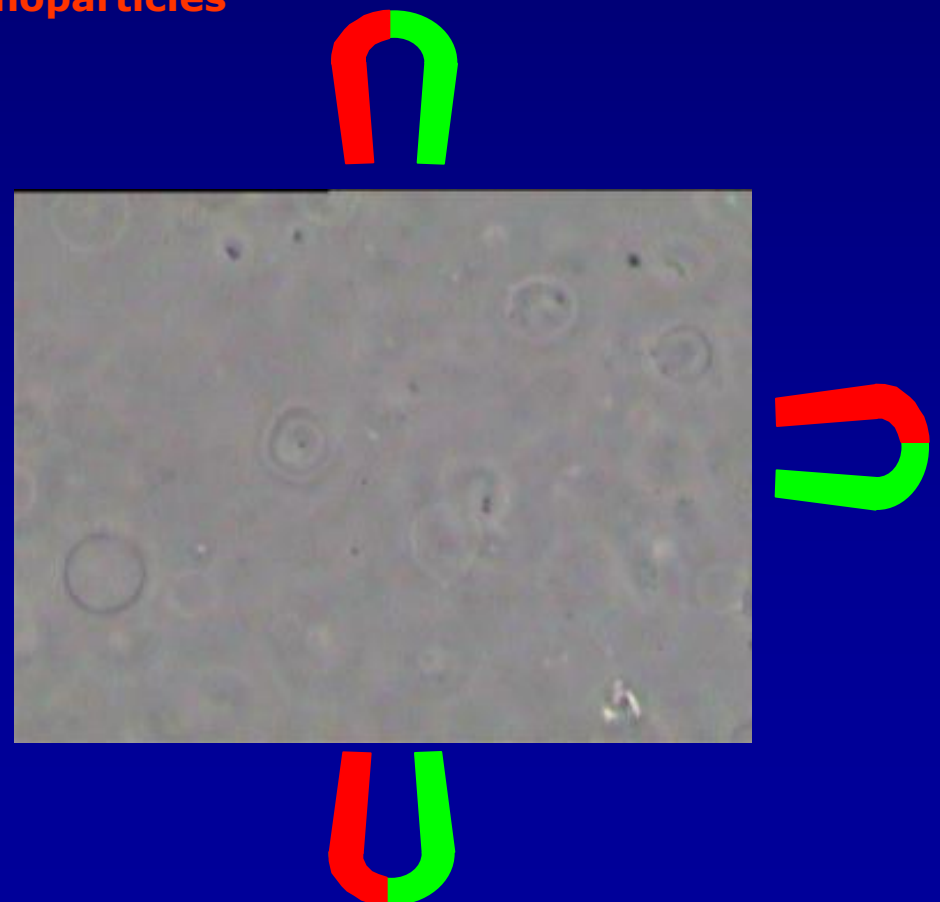


pH-trigger

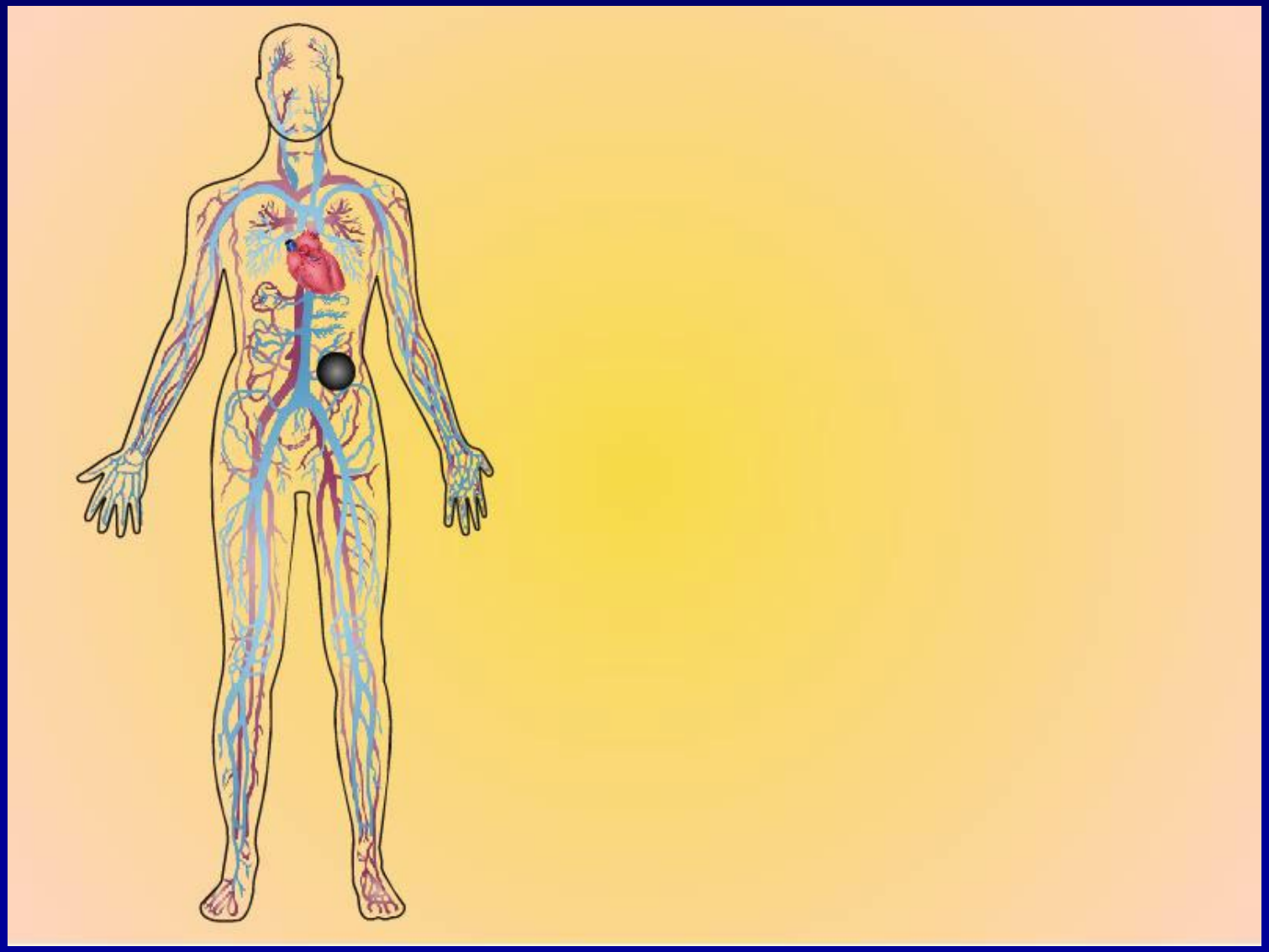
TEM by Prof. H. Hohenberg, HPI Hamburg

Artificial Vesicles from Polymers: Drug Delivery



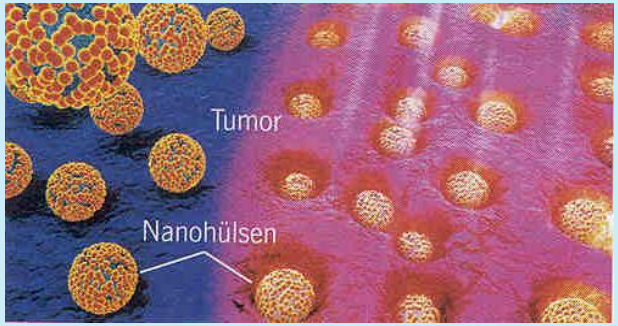


The Vision of Theranostics

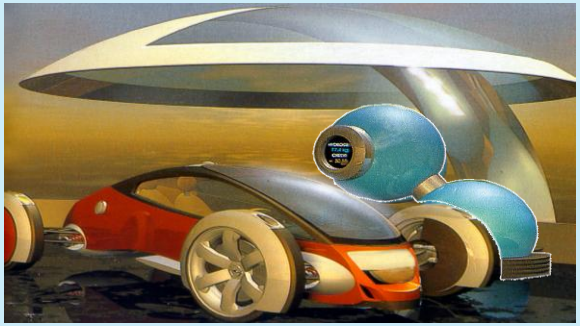


Heiko Fuchs, HanseNanoTec

Neue Funktionalitäten helfen Zukunftsprobleme lösen

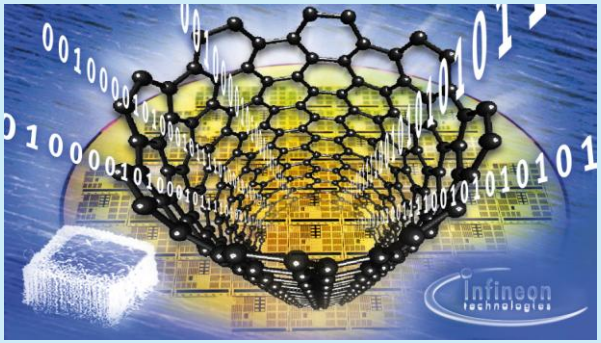


Gesundheit
Neue Therapieformen für Krebspatienten



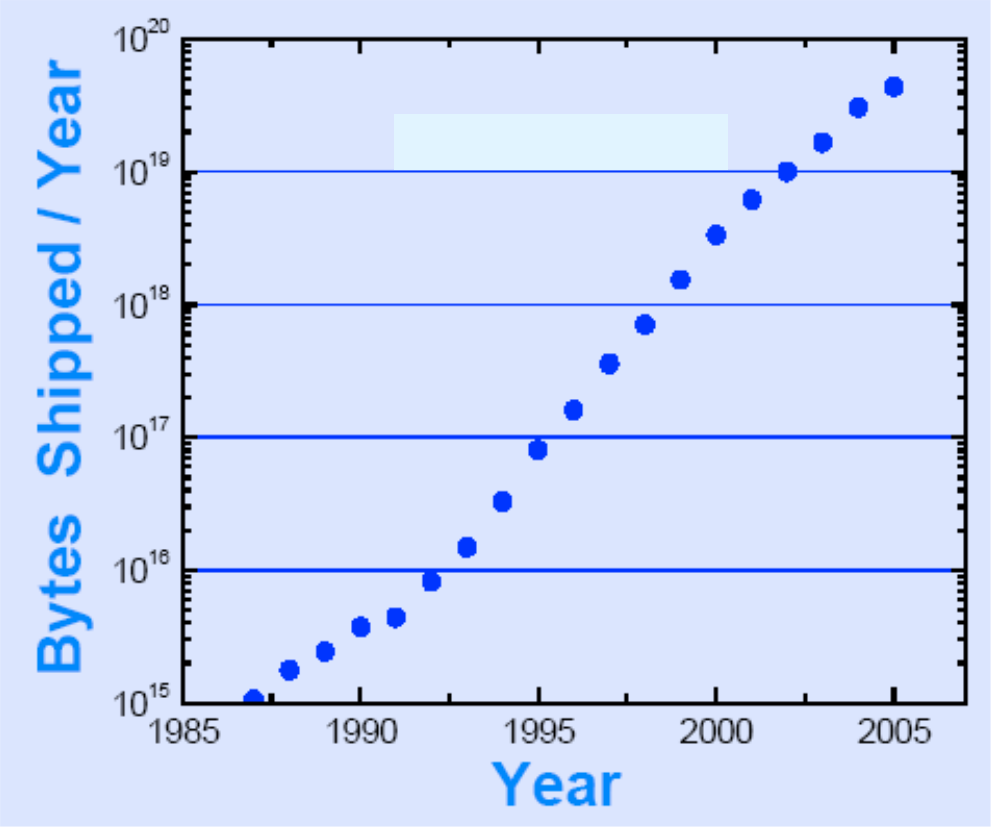
Mobilität
Leichtbausysteme für resourcenschonende Kraftfahrzeuge

Energie
Beleuchtungssysteme mit minimalem Energieverbrauch

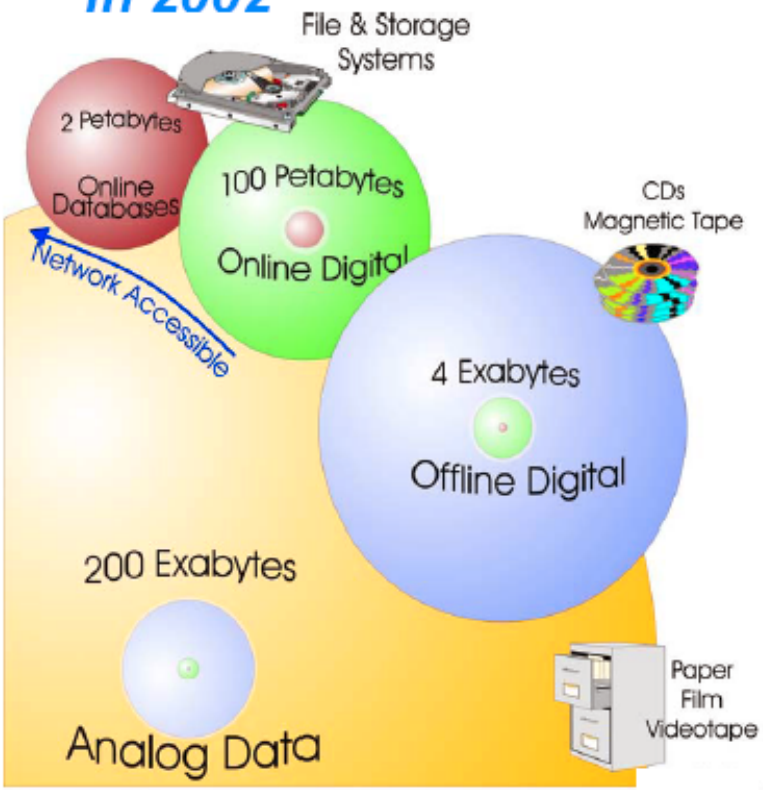


Information und Kommunikation
Leistungsfähigere Speicher und Elektronik-Bauelemente

Hard Disk Drive capacity shipped per year



←10 Exabytes in 2002



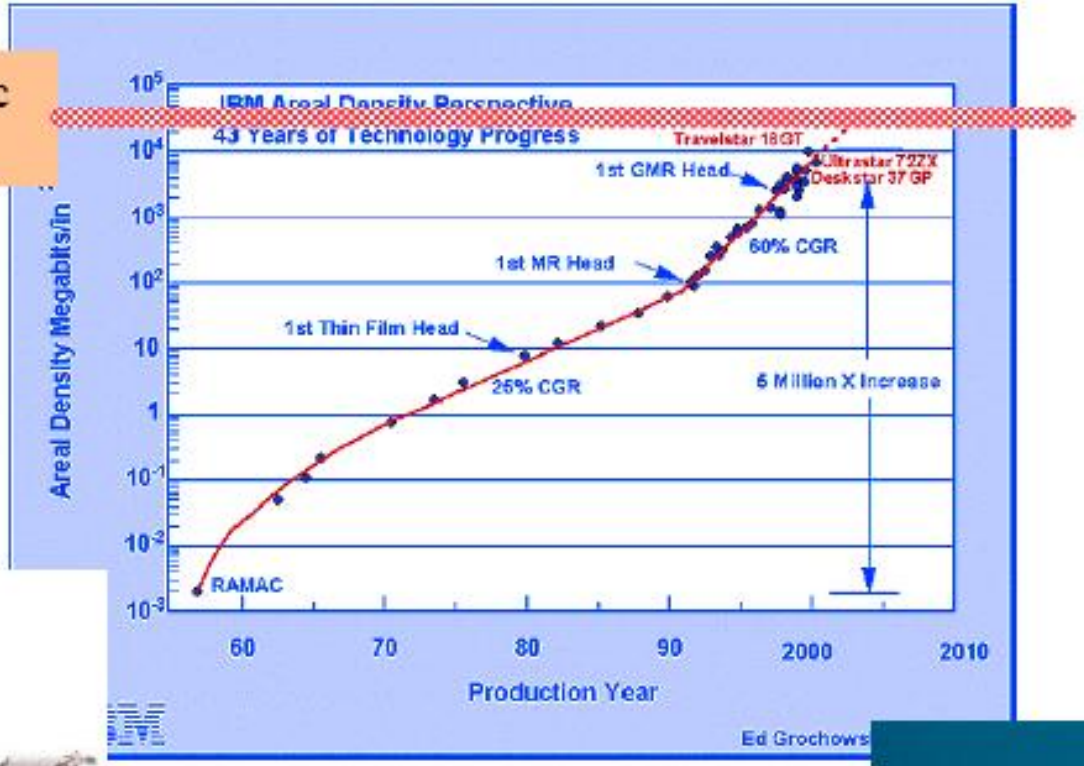
How much data is there?

Universität Hamburg

Thanks to Prof Wiesendanger

Magnetic Data Storage

Superparamagnetic effect



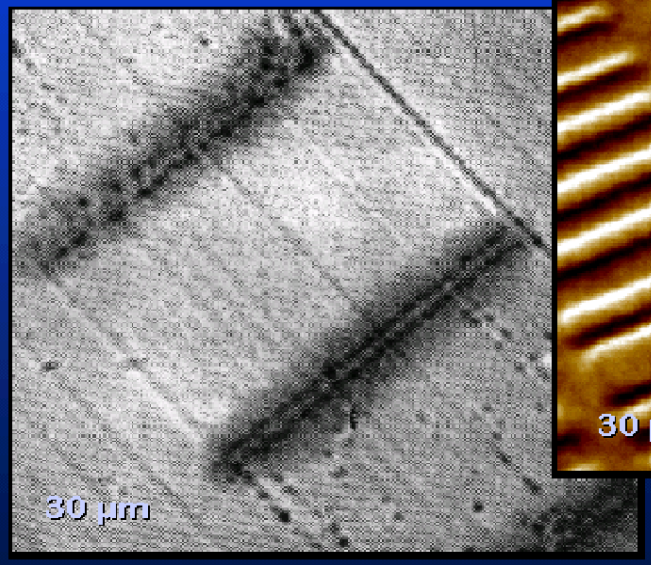
1956

2000

Thanks to Prof Wiesendanger

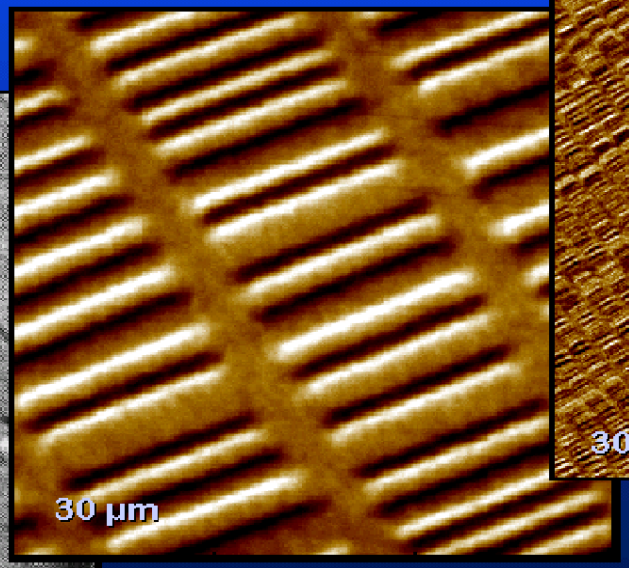
Magnetische Nanoanalytik einer Computer-Festplatte mit Magnetkraftmikroskopie

Ferrofluid Decoration



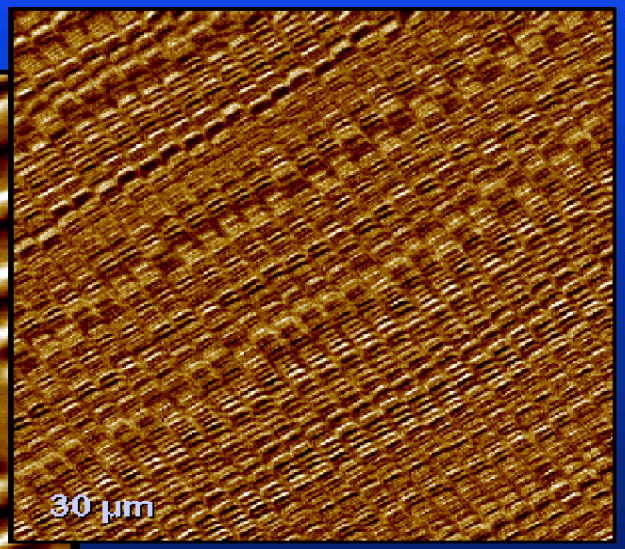
1984
0.04 Gb/in^2

Magnetic Force Micrograph



1990
0.1 Gb/in^2

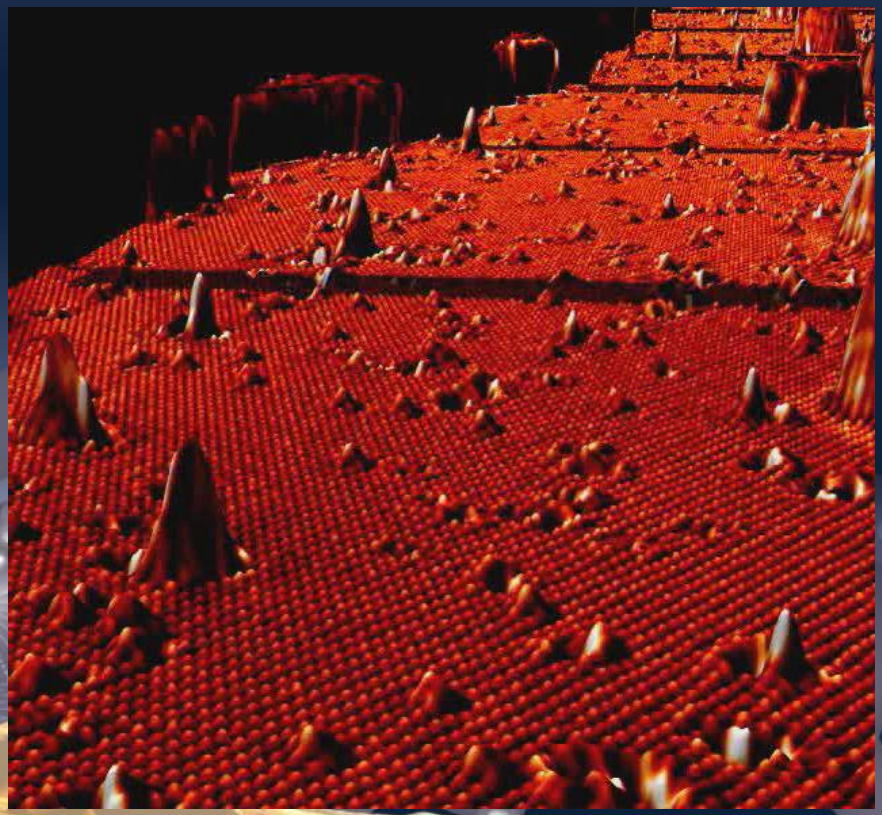
Magnetic Force Micrograph



2000
17 Gb/in^2

Quelle: IBM

Nanotechnologie
Aufbruch in neue Welten

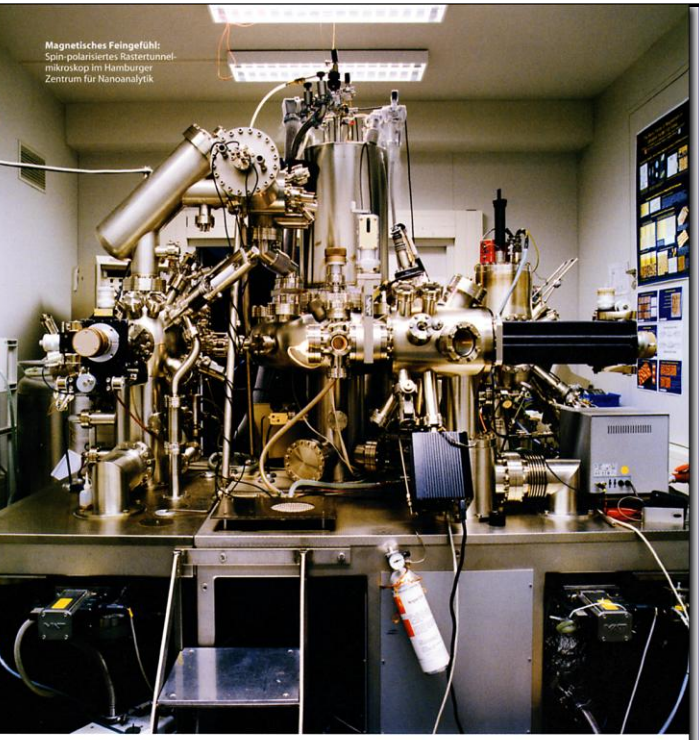


Universität Hamburg

INCH

Thanks to Prof Wiesendanger

Nanoanalytik mit dem Rastertunnelmikroskop



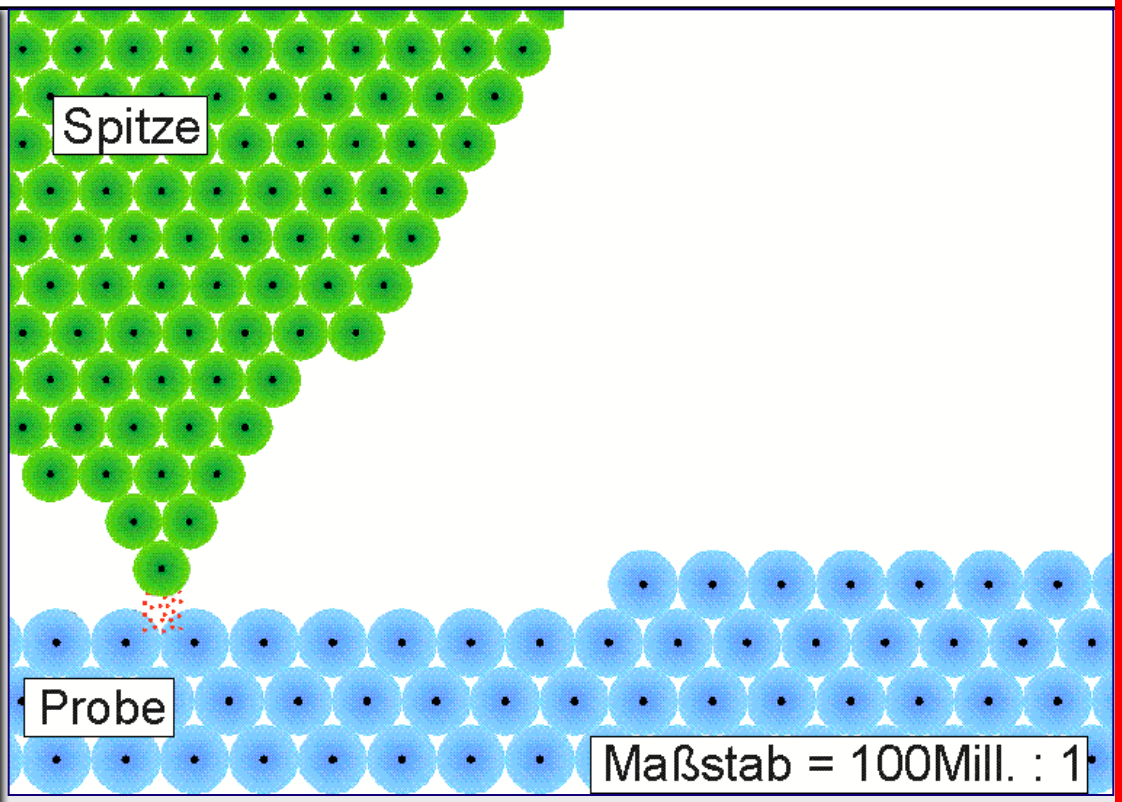
Magnetisches Feingefühl: Spin-polarisiertes Rastertunnelmikroskop im Hamburger Zentrum für Nanoanalytik

Kunststoß mit Elektronen

Tunnel- und Kraftmikroskope entwickeln sich von bloßen Nano-Augen zu Werkzeugen: Sie greifen, laden und magnetisieren einzelne Atome

VON JAN OLIVER LÖFKEN; KURT GÖTHANS (FOTO)

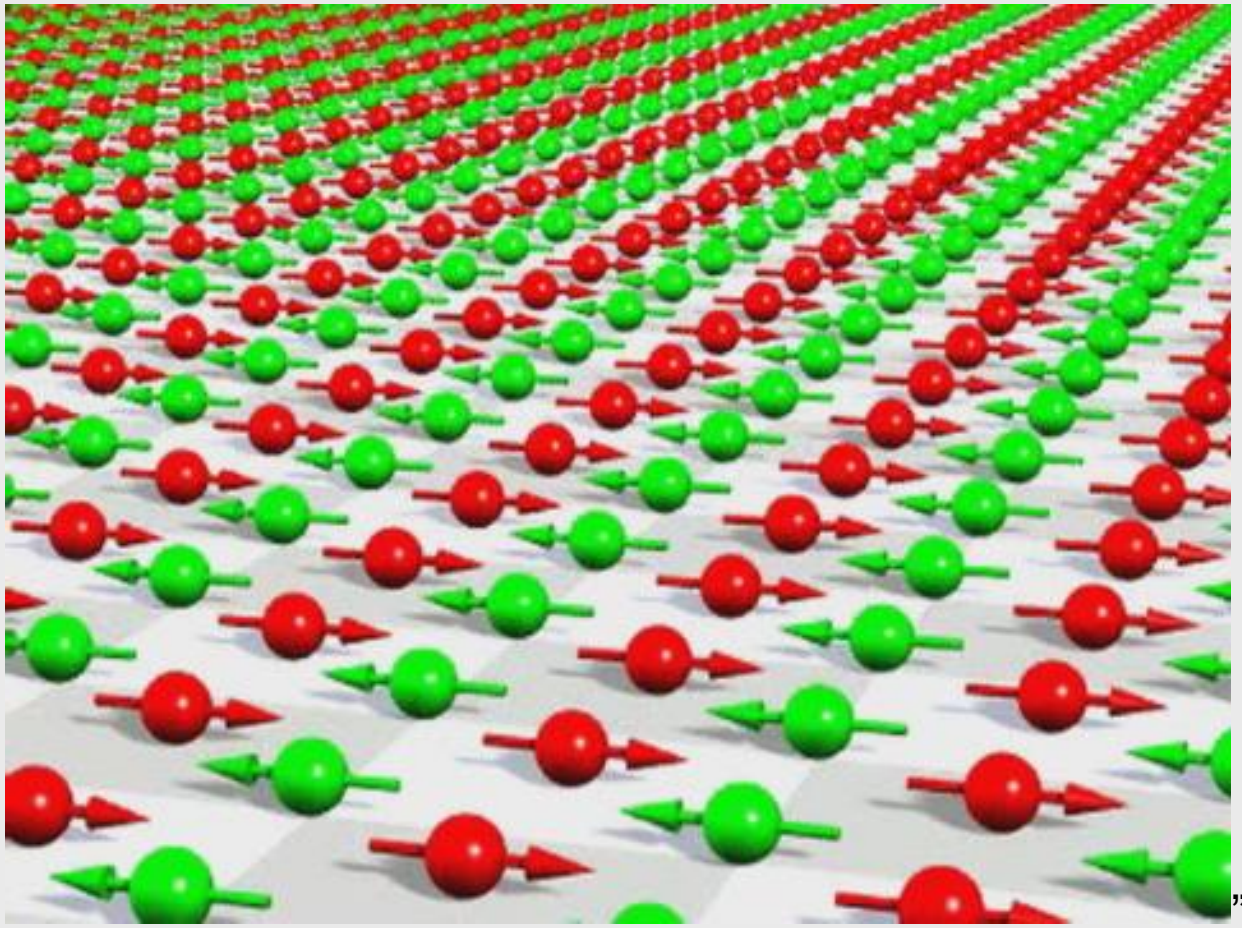
48 TECHNOLOGY REVIEW September 2004



Universität Hamburg

Thanks to Prof Wiesendanger

Spinpolarisierte Rastertunnelmikroskopie



„Science“ 2000

Universität Hamburg

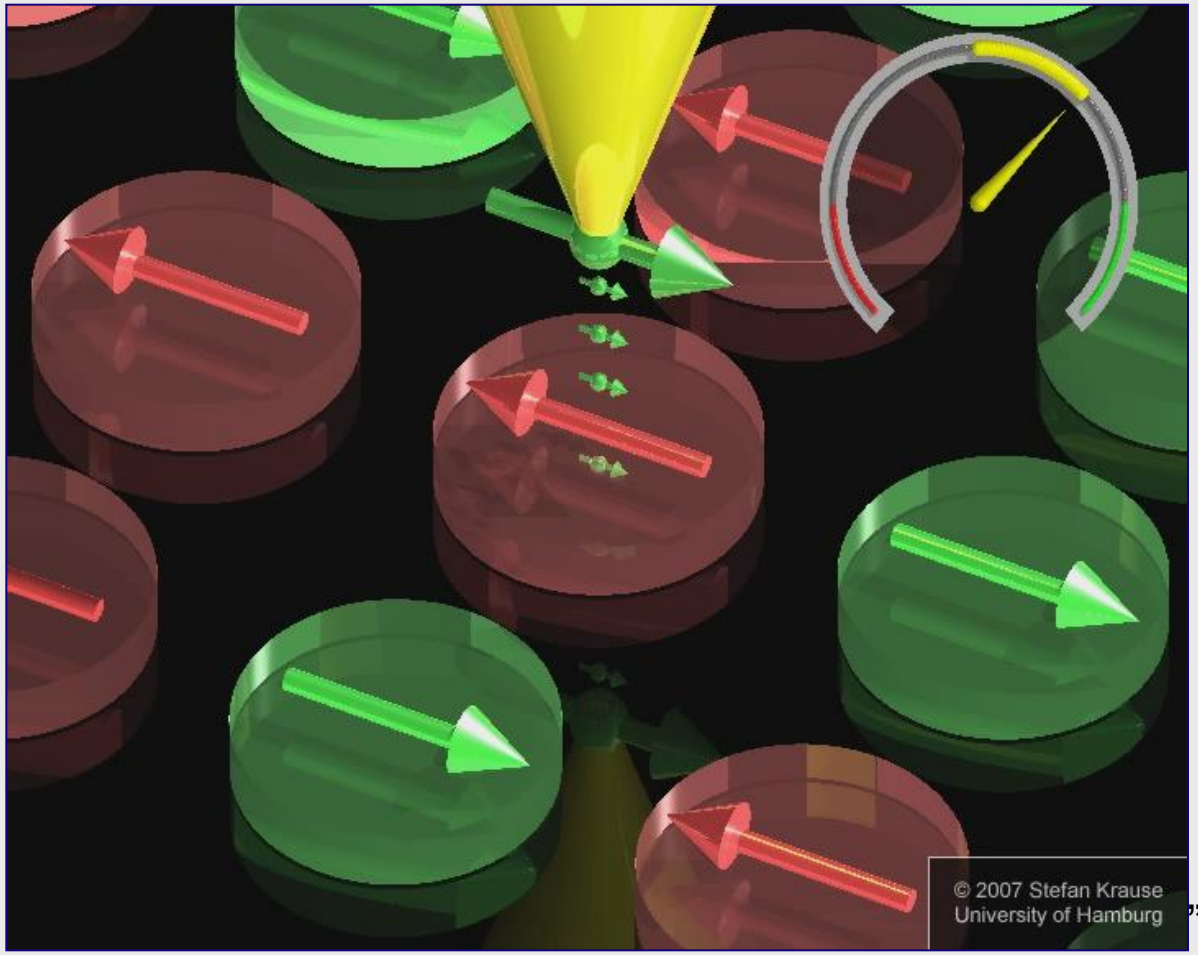
Thanks to Prof Wiesendanger

Erster Nachweis der „Richtungsquantisierung“ von Atomen im Magnetfeld

Wir ließen einen Strahl von Silberatomen durch ein inhomogenes Magnetfeld laufen und fanden, dass der Silberstrahl in zwei diskrete Strahlen aufgespalten wurde, entsprechend den beiden diskreten Lagen, die für ein einquantiges Atom im Magnetfeld möglich sind.“

Otto Stern

Spinstrominduziertes Schalten der Magnetisierung von Nanoinseln

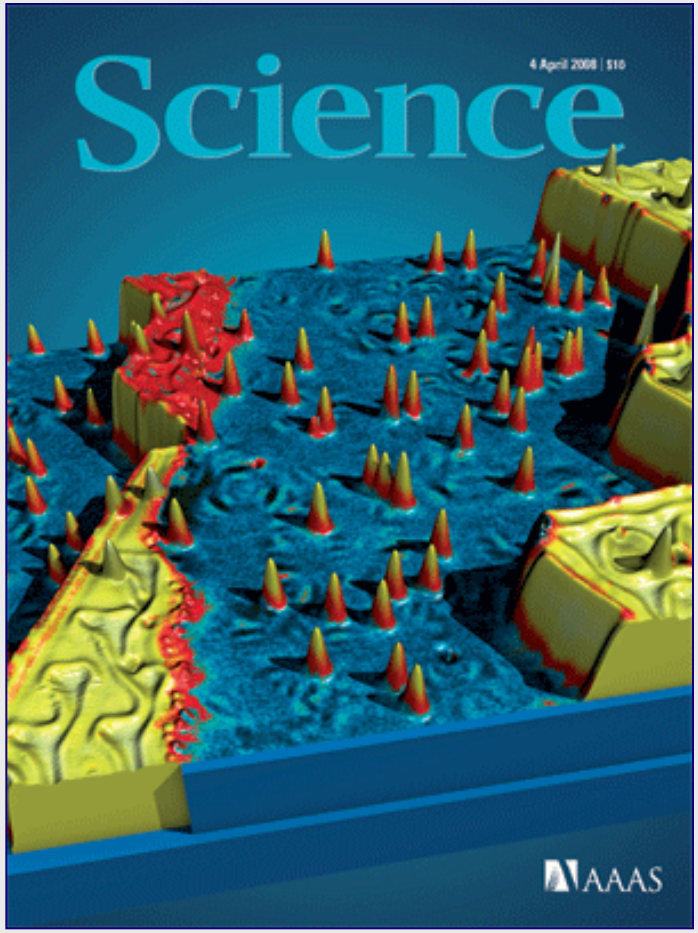


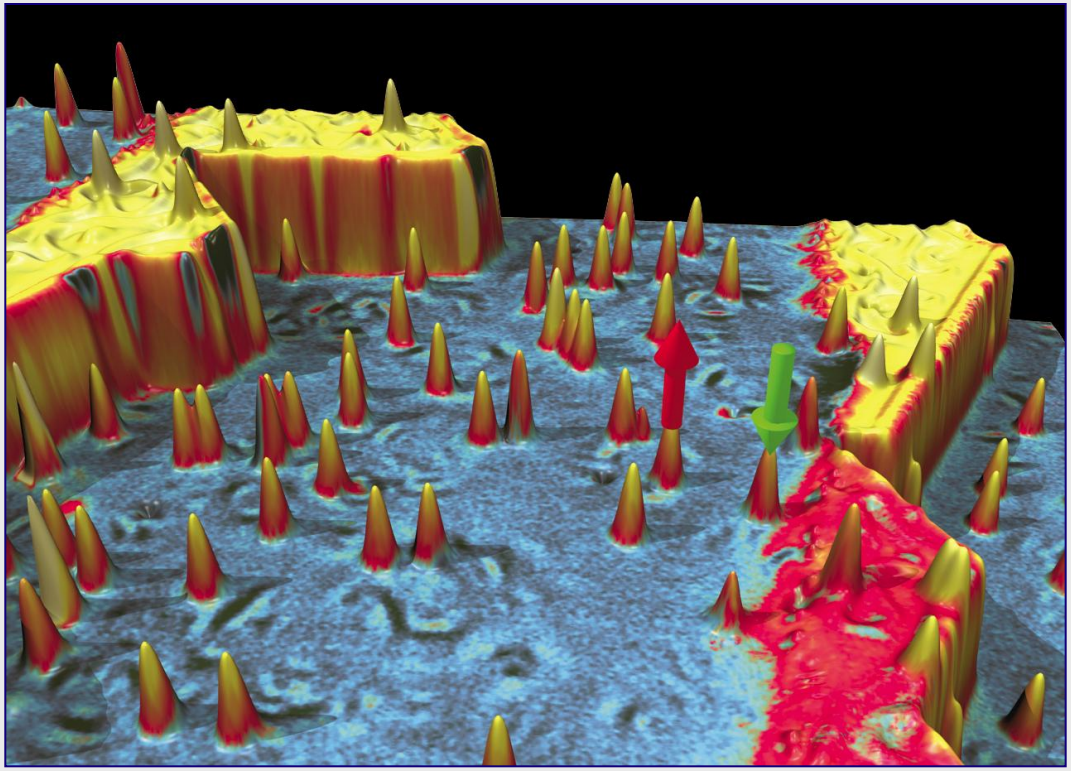
„Science“ 2007

Universität Hamburg

Thanks to Prof Wiesendanger

Vom Einzelatom zum atomar kontrollierten System

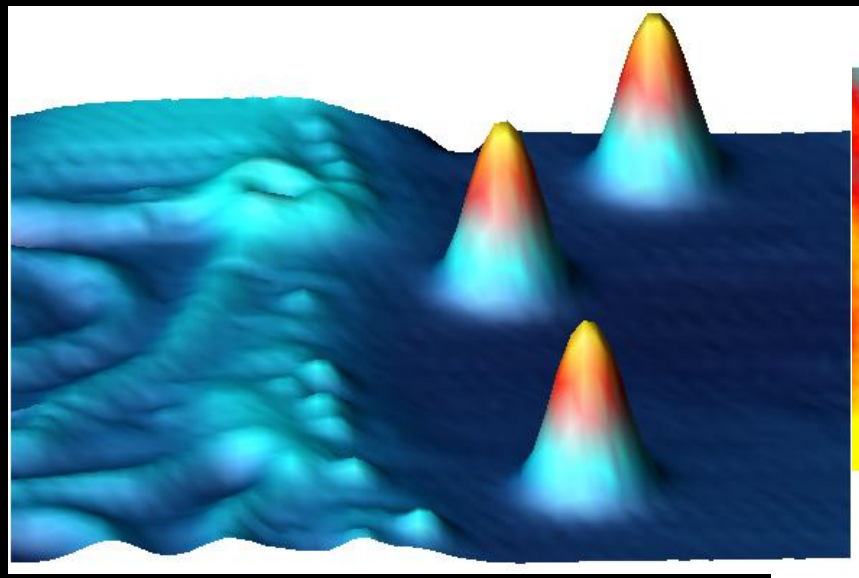


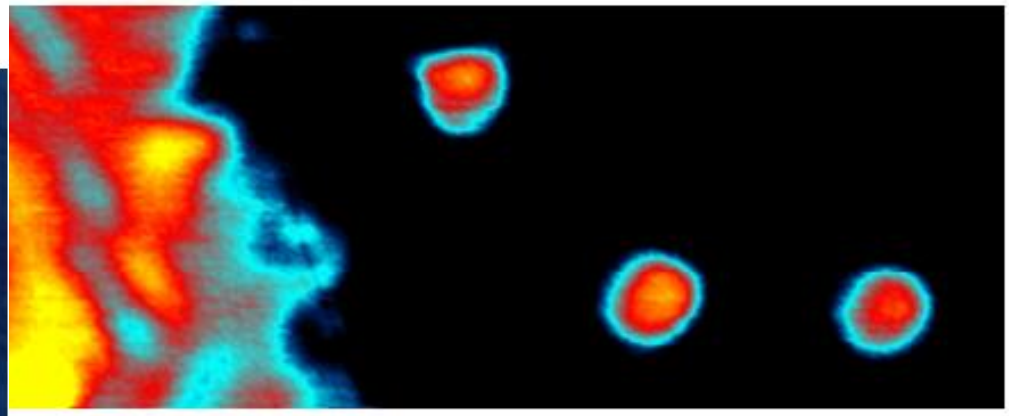


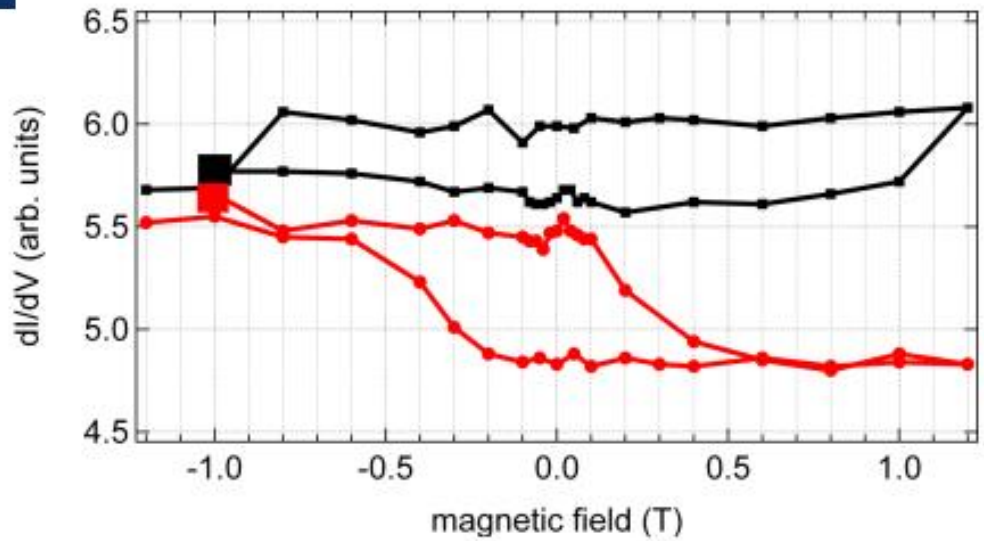
„SCIENCE“ (4. April 2008)

Universität Hamburg

Thanks to Prof Wiesendanger







Co-Nanostreifen

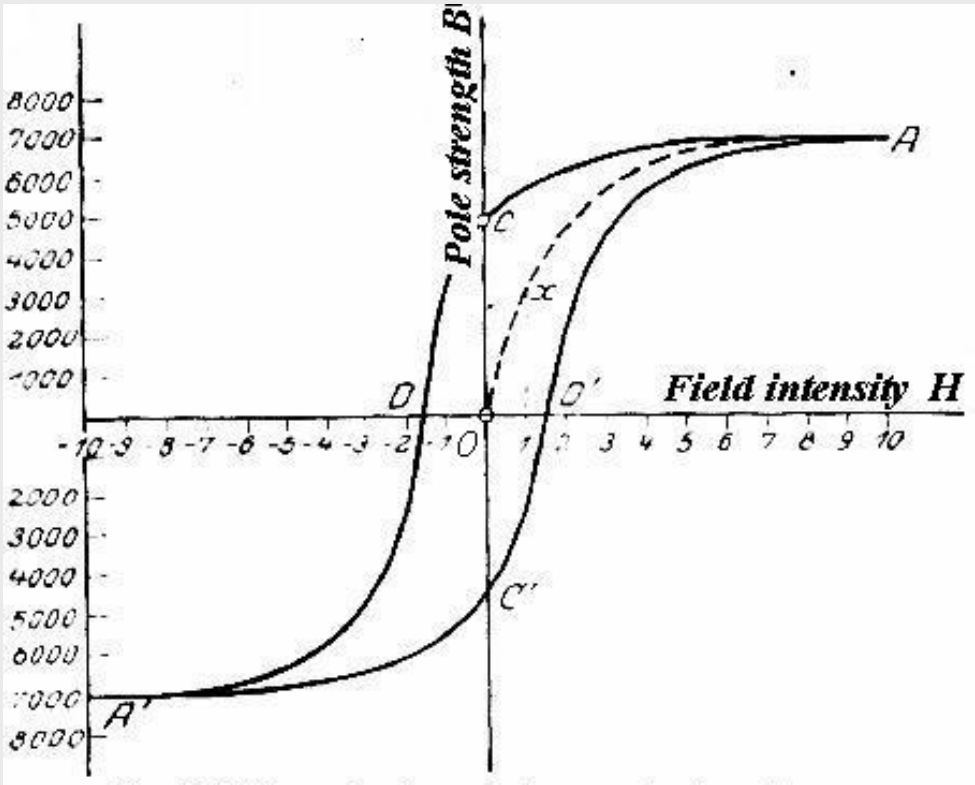
Co-Einzelatom

Thanks to Prof Wiesendanger

Erste Messung einer magnetischen Hystereseschleife an einer Eisenprobe

Emil Gabriel Warburg
1846 – 1931, Hamburg

1880 hat Warburg
die erste Hystereseschleife
(an Eisen) gemessen.

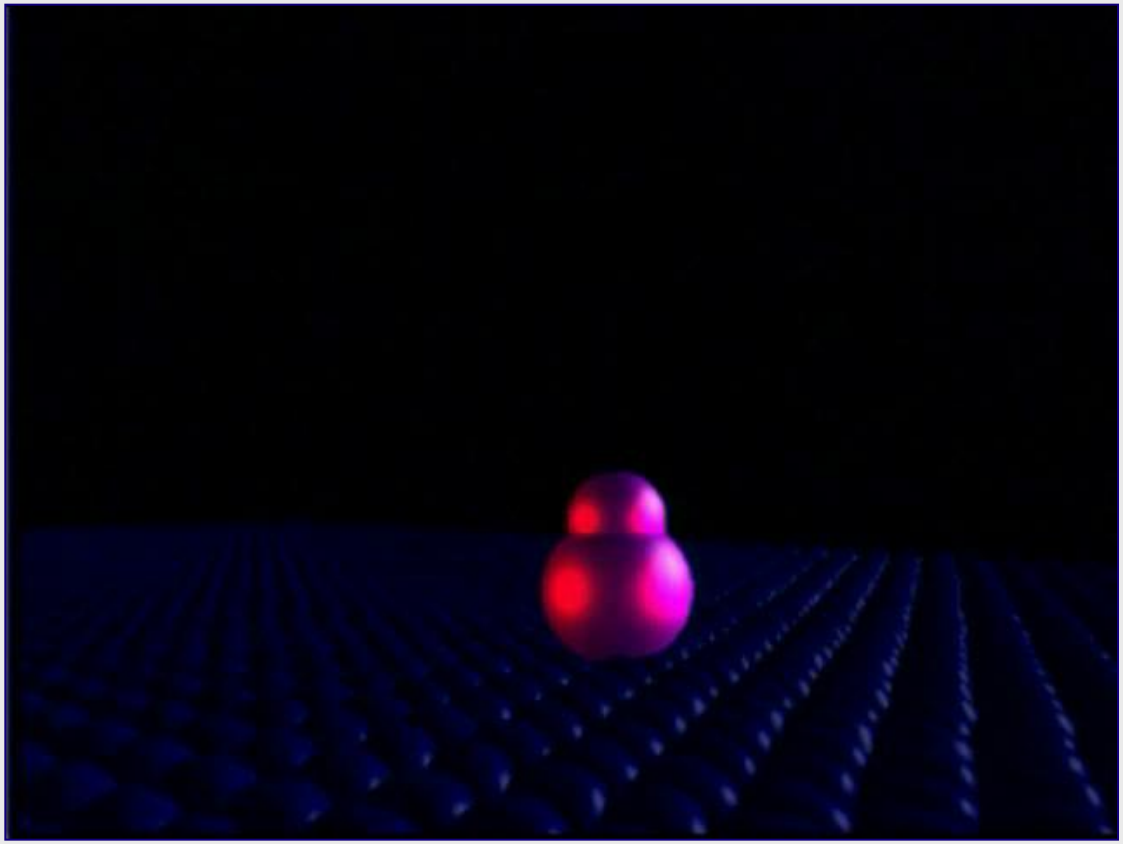


Universität Hamburg

Thanks to Prof
Wiesendanger

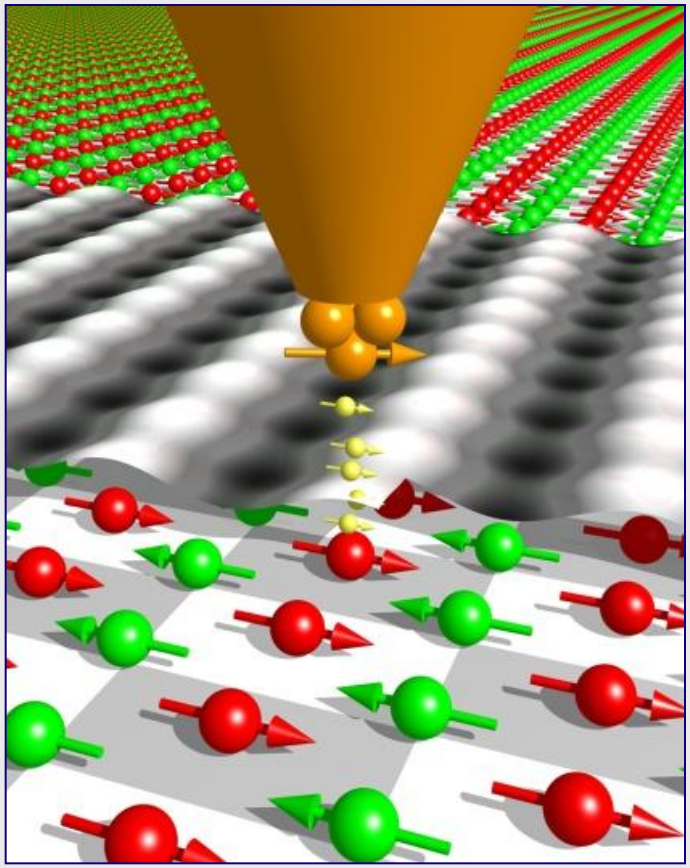
Atomare Manipulation

Rastersondenmikroskope können zur Manipulation einzelner Atome und Moleküle benutzt werden



Der kleinste Zwerg der Welt wurde aus 28 Kohlenmonoxid-Molekülen auf einer Platinfläche erzeugt. (Don Eigler, IBM Almaden)

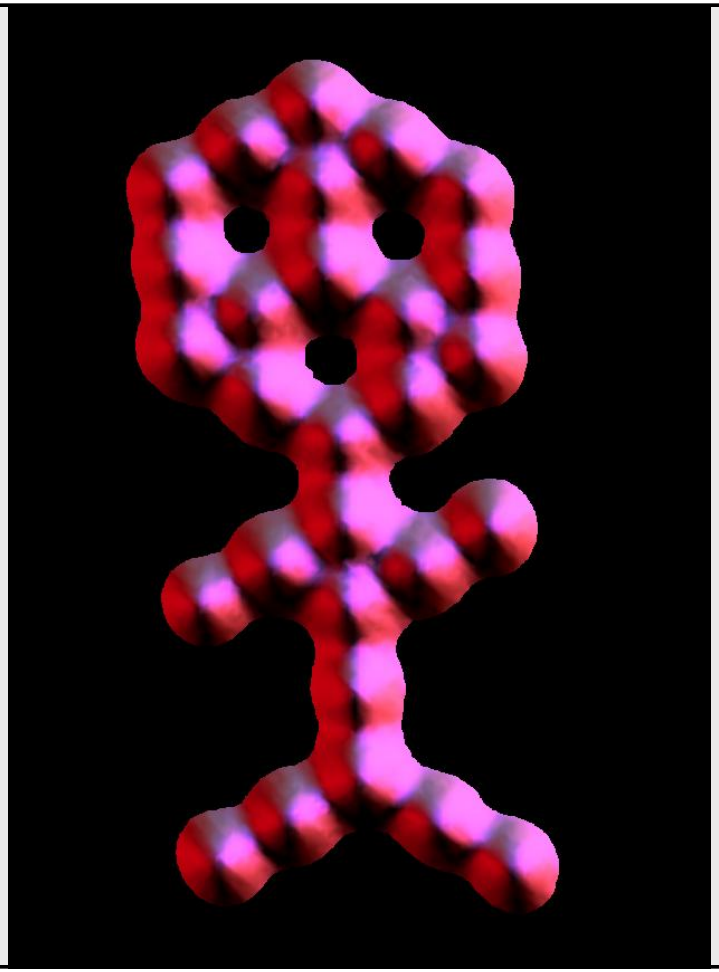
Atomare magnetische Datenträger



Universität Hamburg

Thanks to Prof Wiesendanger

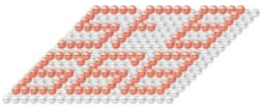
Nanotechnologie:
Zukunft gestalten – Atom für Atom



Universität Hamburg

INCH

Thanks to Prof
Wiesendanger



Historische Zitate

„I think there is a world market for maybe five computers.“

IBM‘s Thomas Watson, 1943

„There is no reason anyone would want a computer in their home.“

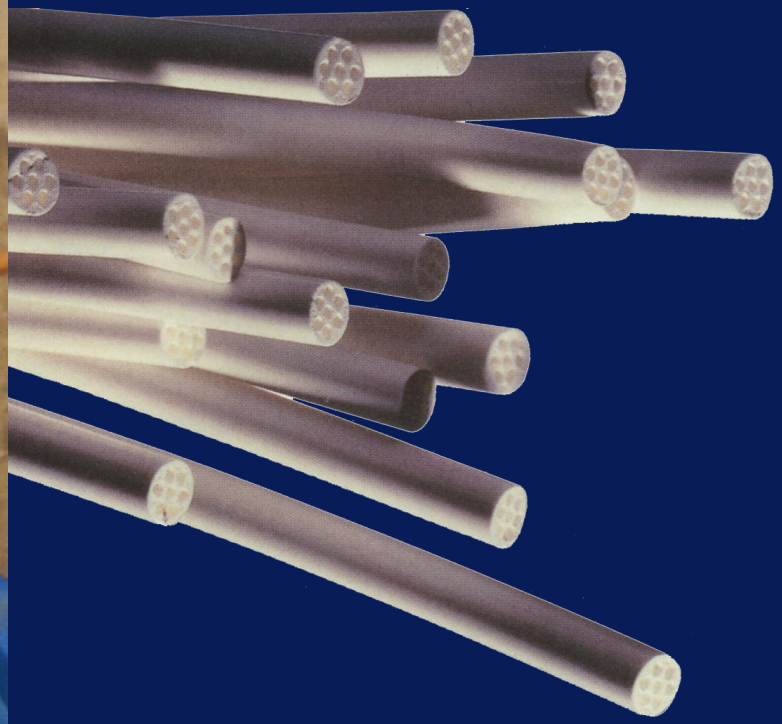
Ken Olsen, Digital Equipment Corp., 1977

„640K ought to be enough for anybody. “

Bill Gates, 1981

„LifeStraw“ basierend auf Nanoporen

(Porendurchmesser: 10-20 nm)



Nanoscience and Technology in Hamburg

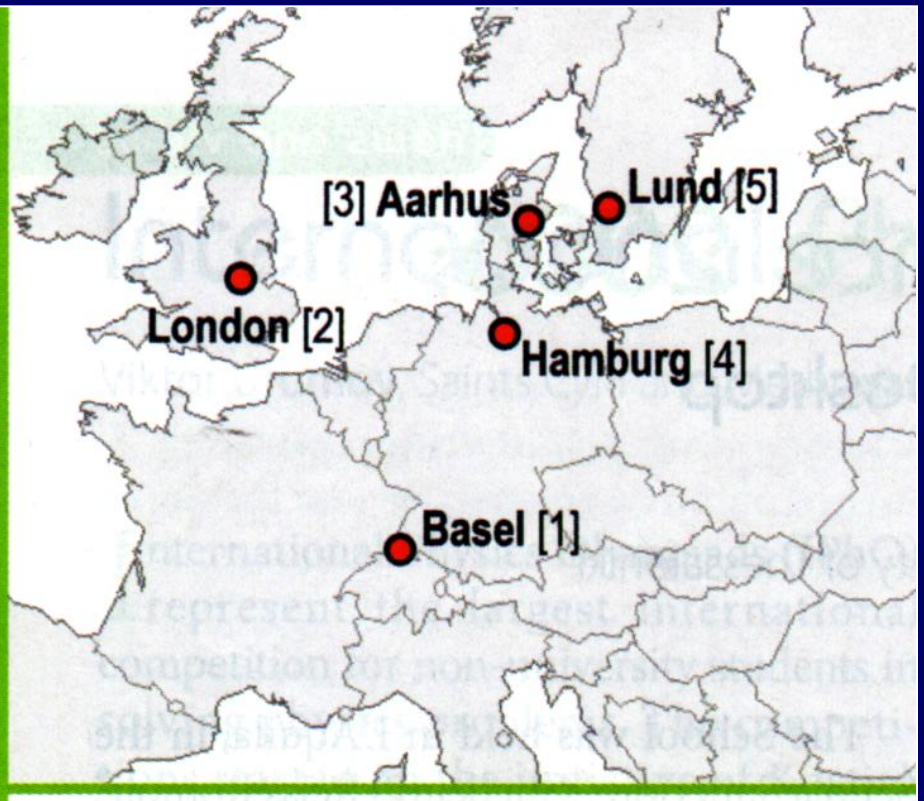
- Forschungsschwerpunkt der MIN Fakultät, der Uni HH und der Hansestadt Hamburg (2 SFBs, 2 Graduiertenkollegs, über 100 Wissenschaftler)

- Immer stärkerer Beitrag der Medizin und DESY mit neuen Lichtquellen

- Eines der größten Forschungsgebiete weltweit
- Hamburg unter den TOP 10

International Nanoscience Symposium

news and views



▲ Pioneering Nanoscience Curricula have been established in various European Universities thanks to the existence of Centres of Excellence in Nanoscience. The internet addresses of the institutions are listed in the link list.

Einrichtung der MIN Fakultät

Gruppen aus der Angewandten Physik, Mikrostrukturforschungszentrum

Physikalische Chemie

Biochemie

Enge Kooperation mit UKE und DESY (HASYLAB)

Idee:

Interdisziplinäre Gruppen an einem Standort vereinigen

Konzept: Technologietransfer durch angewandte Forschung

Geschäftsmodell:	Public Private Partnership (PPP)
Gegründet:	November 2005
Ort:	Hamburg
Mitarbeiter:	25
Umsatz:	1.3 Mio € (2008)
Gesellschafter:	Verein zur Förderung der Nanotechnologie e.V. (65,2 %) Beiersdorf, Eppendorf, Olympus, Merck….Handelkammer, HASPA,…. Freie und Hansestadt Hamburg (24,8 %) Universität Hamburg (10 %)

Hamburger Studiengang Nanowissenschaft und Nanotechnologie

- Studiengang mit ca. 50 Studierenden / Jahr (Erststudierendenanzahl ca. 30)
- Abschluss B.Sc. – ASIIN akkreditiert
- 6 Semester, Vorlesungen, Übungen, Praktika, Ferienschulen, Abschlußarbeit, Verteidigung
- Beginn WS 2009/2010

1. Semester

Fach	**Modul**	**SWS**	**LP**	**Σ SWS**	**Σ LP**
Che	Anorganische Chemie	4	6		
Che	Anorganische Chemie-Nano-Seminar	2	2		
Che	Physikalische Chemie 1	3	4		
Phy	Einführung in die Theoretische Physik 1	2	2		
Ma	Mathematische Grundlagen der Physik	6	8		
Inf	Grundlagen der Programmierung und Algorithmik	4	4		
ABK	Orientierungseinheit (Ringvorlesung, C+P+I)	2	2		
ABK	Fach-Englisch	2	2	25	**30**

2. Semester

Fach	**Modul**	**SWS**	**LP**	**Σ SWS**	**Σ LP**
Che	Organische Chemie 1	4	6		
Che	Physikalische Chemie 1	3	4		
Che	Praktikum 1 (AC-OC)	6	4		
Phy	Einführung in die Theoretische Physik 2	3	6		
Phy	Nanostrukturphysik 1	4	6		
Inf	Signalverarbeitung mit Anwendungen in der Bildverarbeitung	4	4	24	**30**

3. Semester

Fach	**Modul**	**SWS**	**LP**	**Σ SWS**	**Σ LP**
Che	Organische Chemie 2	2	2		
Che	Technische und Makromolekulare Chemie	6	8		
Che	Praktikum PC - TMC	6	4		
Phy	Nanostrukturphysik 2	6	8		
Ma	Grundpraktikum Nanophysik und Nanostrukturierung	6	4		
Inf	Projekt Nanomanipulation	2	2		
Inf	Robotik und Visualisierung	2	2	30	**30**

4. Semester

Fach	**Modul**	**SWS**	**LP**	**Σ SWS**	**Σ LP**
Che	Nanochemie 1	3	4		
Bio	Biochemie-Molekularbiologie	4	6		
Inf	Projekt Nanomanipulation	2	2		
Inf	Robotik und Visualisierung	2	2		
Phy	Nanostrukturphysik 3	6	8		
Phy	Quantenphysik	6	8	23	**30**

5. Semester

Fach	**Modul**	**SWS**	**LP**	**Σ SWS**	**Σ LP**
Che	Nanochemie 2	3	4		
Bio	Biochemie-Molekularbiologie Praktikum	5	6		
Inf	Computational Nanoscience	6	8		
Phy	Nanostrukturphysik 4	8	10		
ABK	Sommerschule	2	2	24	**30**

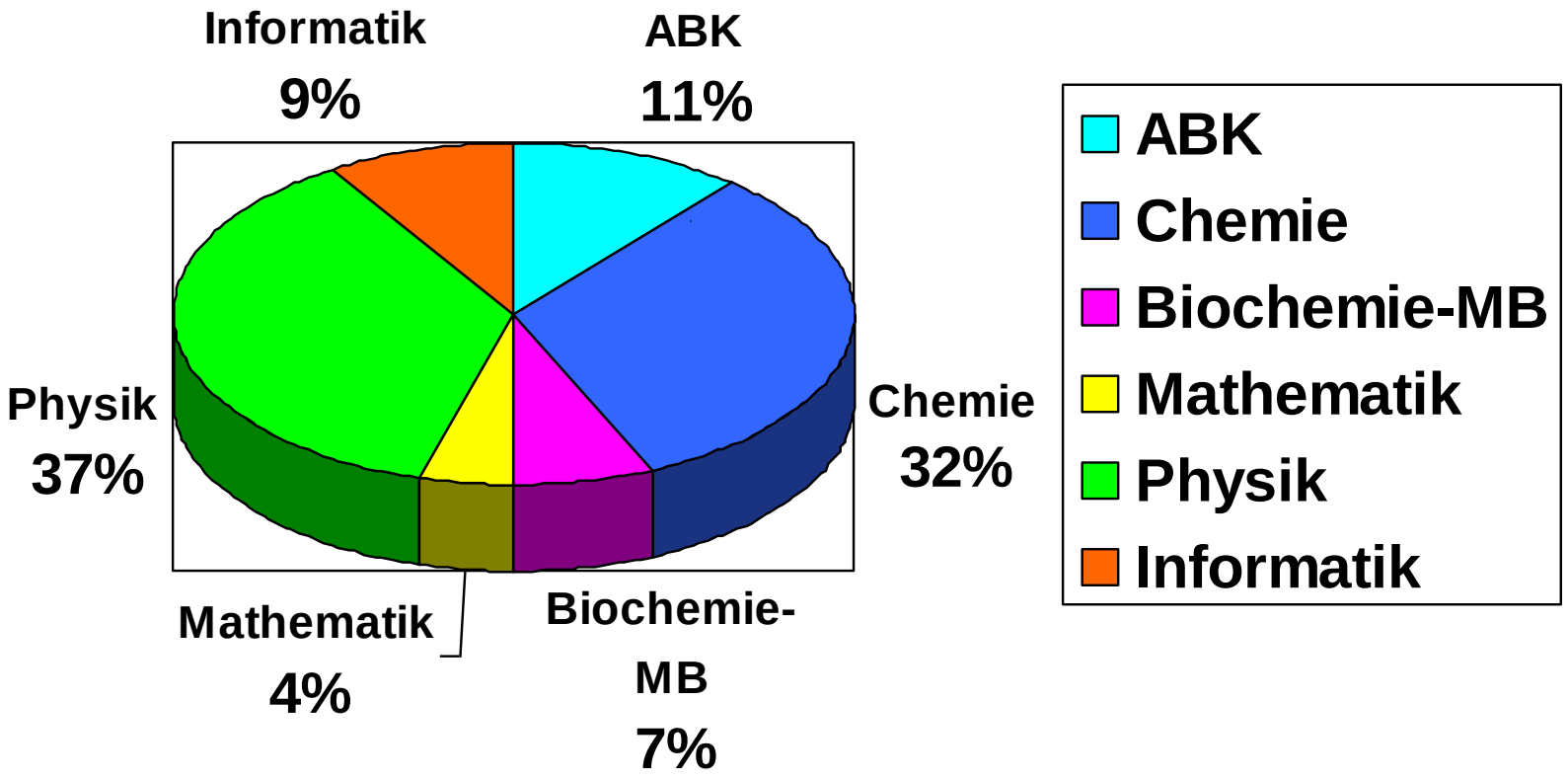
Sommerschule

- 1 wöchige Blockveranstaltung im Sommer
- Vorträge, Workshops, Postersession …
- Aktive Teilnahme von Lehrenden und Lernenden
- Vermittlung von Wissen und *soft skills*
- Präsentationsrahmen der Abschlussarbeiten
- Rahmen für Studienabschluß

6. Semester

Fach	**Modul**	**SWS**	**LP**	**Σ SWS**	**Σ LP**
Che	F-Praktikum Nanochemie	12	10		
Phy	F-Praktikum Nanoanalytik	8	6		
ABK	Patentrecht, Industrieforschung, Karriereplanung	2	2		
Che/ Phy	Bachelorarbeit + Präsentation	12	12	34	**30**

Aufteilung

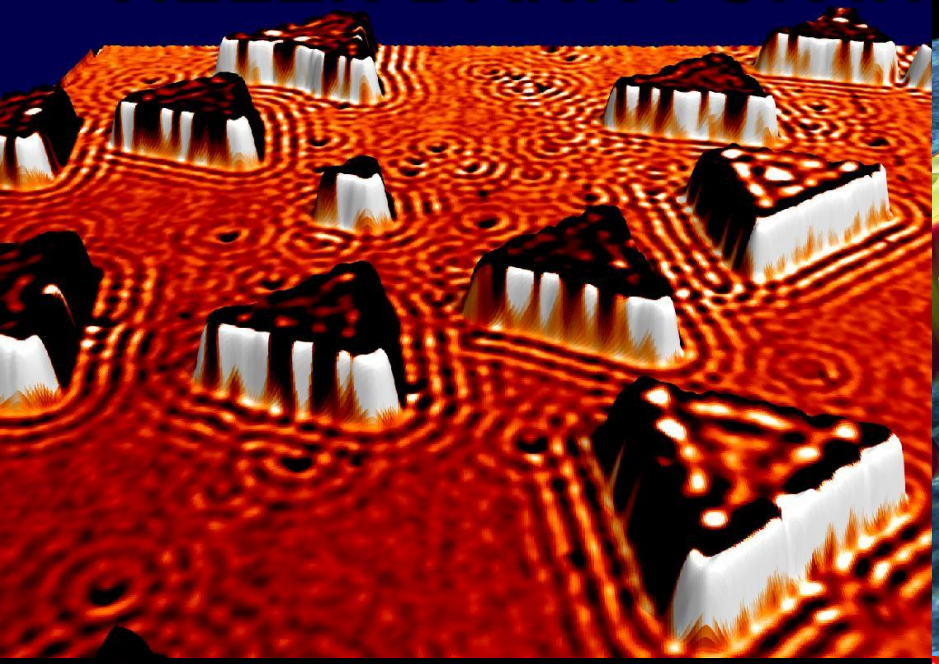
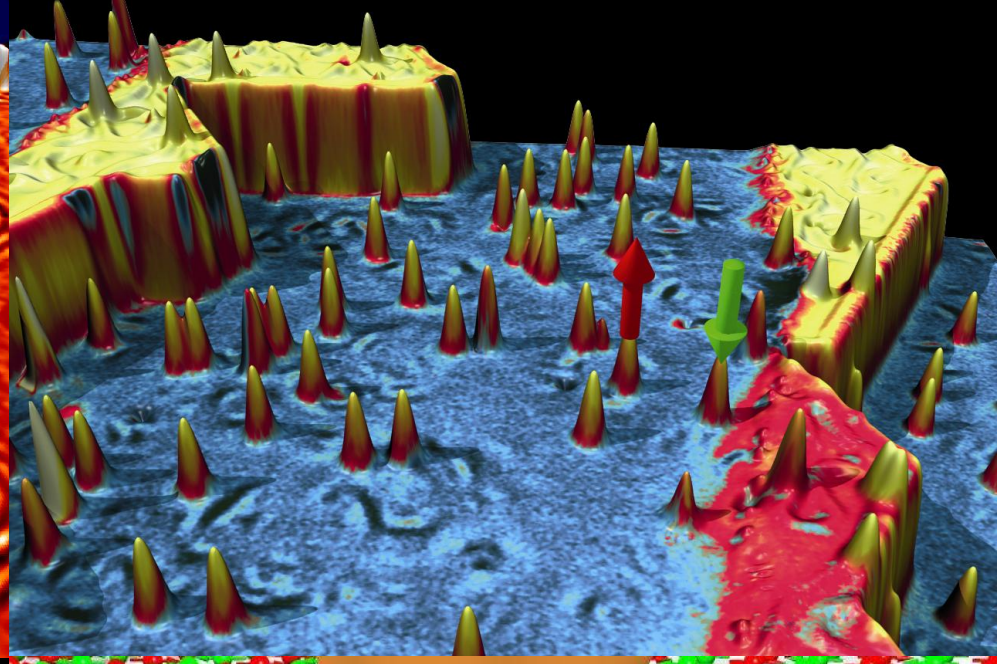
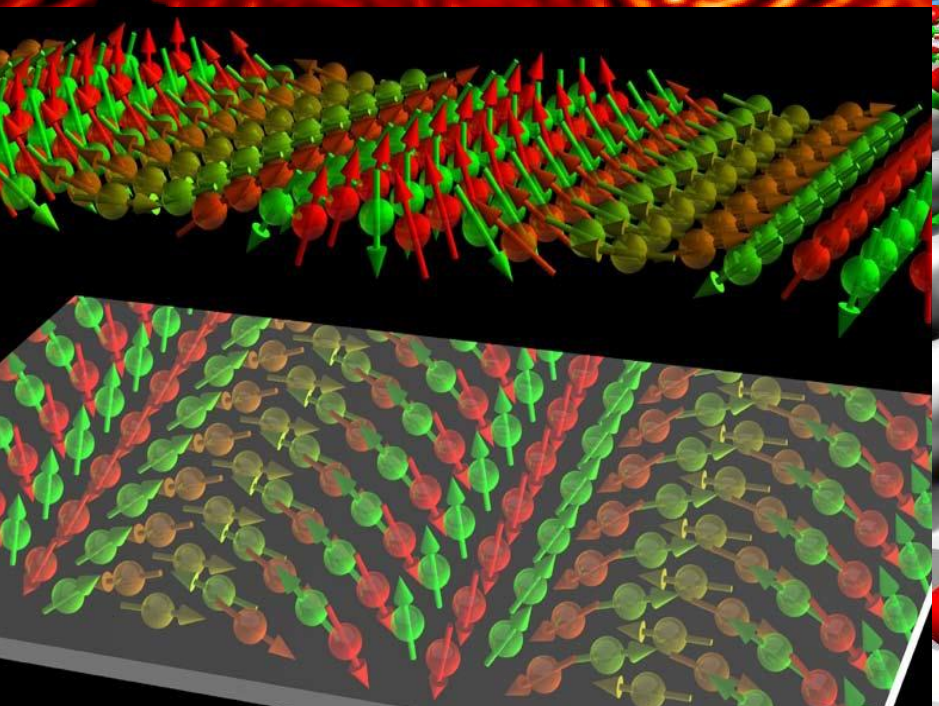
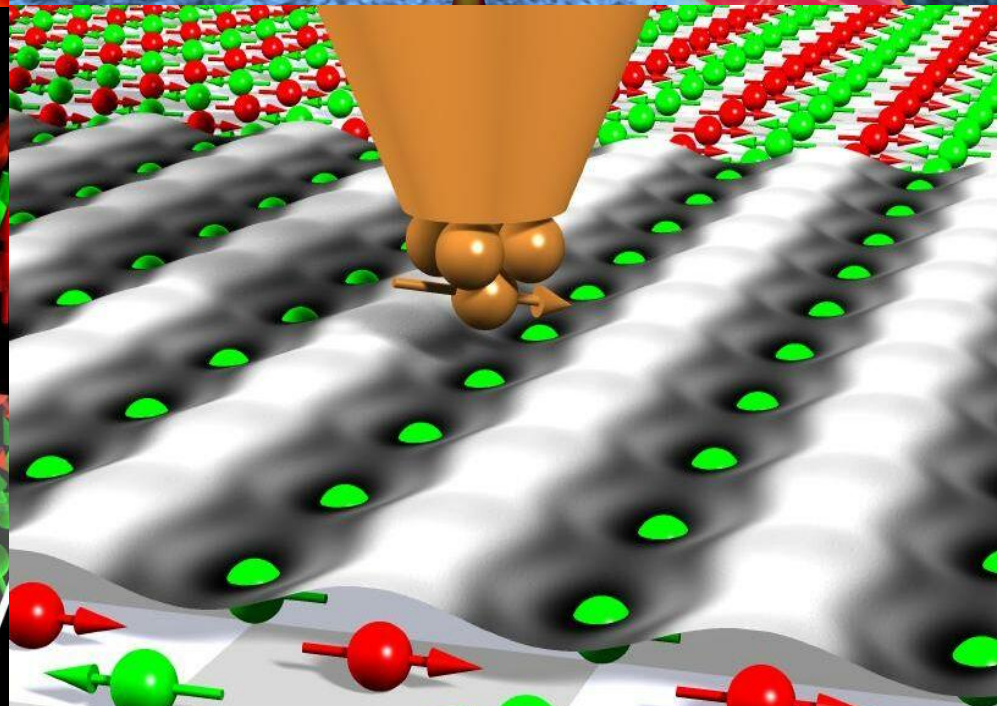

Informatik
9%
ABK
11%
Physik
37%
Chemie
32%
Mathematik
4%
Biochemie-
MB
7%
ABK
Chemie
Biochemie-MB
Mathematik
Physik
Informatik

Weiterführende Ausbildung

- Master Nanoscience & Nanotechnology
- Master Chemie
  1. Anrechnung der Nanochemie 1 und 2 sowie F-Praktikum Nanochemie als Master Modul
  2. Verpflichtung zu verstärktem präparativen Modul
- Master Physik
  1. Anrechnung der Nanostrukturphysik (1,2) + F-Praktikum Nanomaterialien und Nanoanalytik
  2. Verpflichtrung zu verstärktem Theorie Modul

Ansprechpartner

- Dept. Physik:
- Jungiusstr. 9-11, 20355 HH
- Prof. K. Nielsch + Frau I. Flick

- Dept. Chemie:
- Martin-Luther-King-Platz 6, 20146 HH
- Prof. A. Mews + Dr. Th. Behrens

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT !