

# Präsentationsmaterialien

## Reise in den Nanokosmos



- I. **Wissenschaftlich-technische Grundlagen**
- II. **Anwendungen, Produkte, Märkte**
- III. **Gesellschaftliche und politische Aspekte**



# Überblick

## Präsentationsmaterialien Teil 2

### Anwendungen, Produkte, Märkte

Neuartige Eigenschaften von Nanomaterialien, Nanoschichten und Nanosystemen ...

- ... eröffnen neue Anwendungsperspektiven
- ... führen zu innovativen Produkteigenschaften
- ... werden in Zukunft Massenmärkte erobern

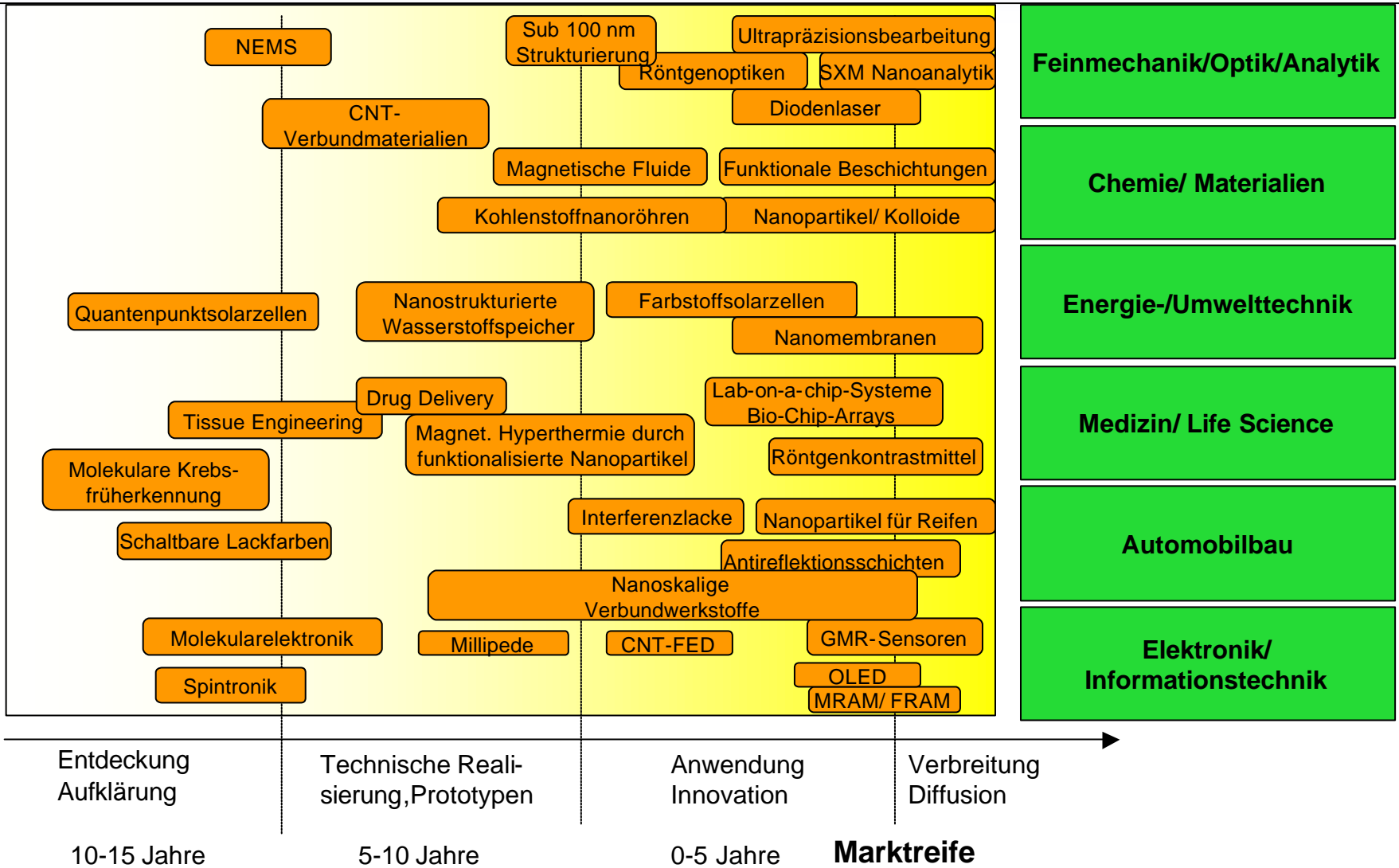
Reise in den Nanokosmos II: Anwendungen, Produkte, Märkte



Bilder (v.l.n.r.): TU Berlin, Leibnitz-Institut für neue Materialien, Saarbrücken, Degussa AG, Düsseldorf, Leibnitz-INM, Saarbrücken, Aixtron AG, Aachen

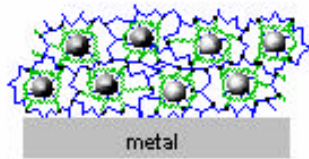
# Entwicklungsstand und Anwendungsfelder

Reise in den Nanokosmos II: Anwendungen, Produkte, Märkte

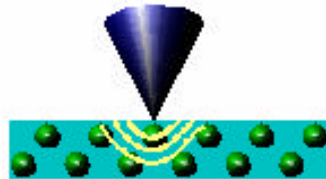


# Gezielte Manipulation für neue Oberflächeneffekte und zur Verbesserung von Oberflächeneigenschaften (Beispiele)

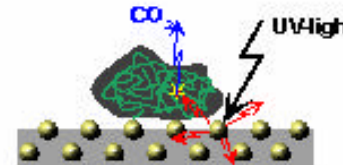
Reise in den Nanokosmos II: Anwendungen, Produkte, Märkte



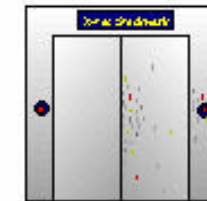
**Korrosionsschutz**  
corrosion protection



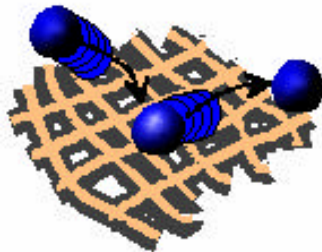
**Abrasionsschutz**  
abrasion protection



**Photokatalyse**  
photocatalysis

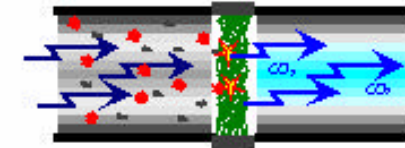


**antifingerprint**

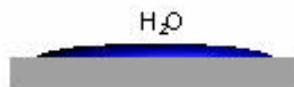


**Textil- und Papier**  
Imprägnierung

**Anwendungsmöglichkeiten  
für verschiedene  
Nanobeschichtungen**



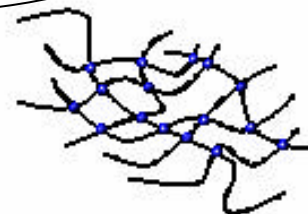
**Geruchs/ Feststoffkatalyse**  
smell/solid catalysis



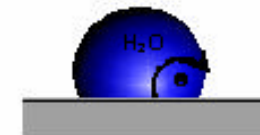
**Antibeslag**  
antifog



**"Bionic-Effect"**  
"Lotus -Effect"



**Anorganische Binder**  
inorganic binders



**"NANO-Effect"**  
easy to clean/ antigraffiti

# Neue Funktionalität durch Nanotechnologie

Reise in den Nanokosmos II: Anwendungen, Produkte, Märkte



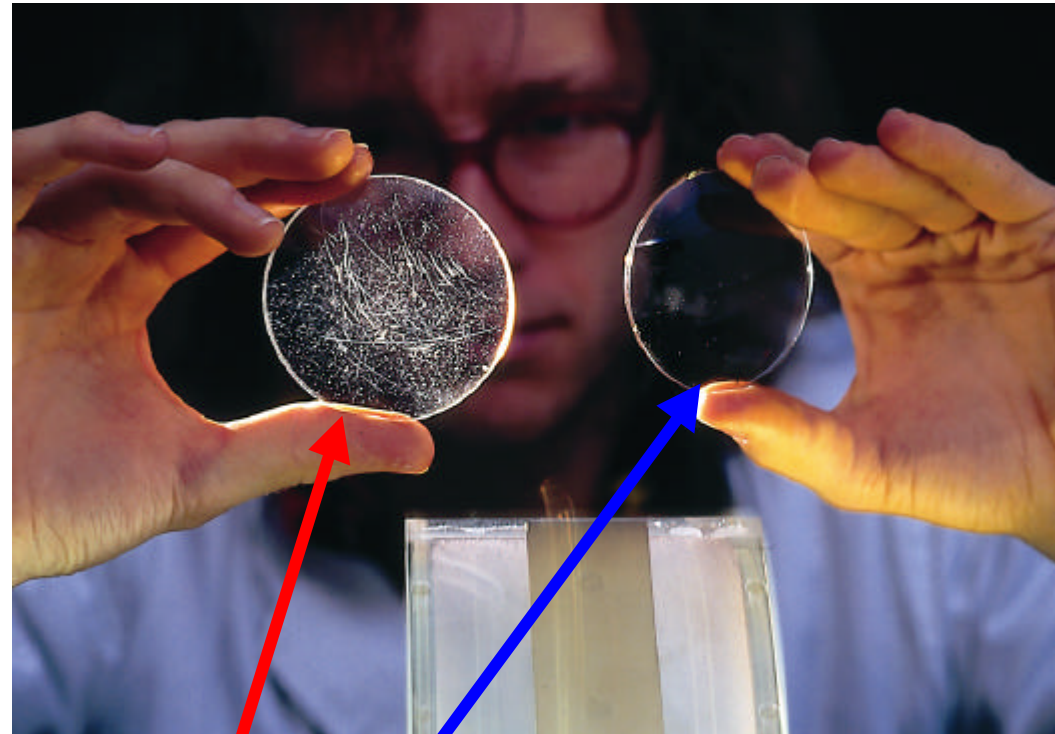
**Feuersicherheit** durch  
Nanopartikel-Schutzfüllung für  
Fensterscheiben



Spiegel mit **Anti-Beschlag-**  
Nanobeschichtung

# Verschleißfeste Oberflächen

Reise in den Nanokosmos II: Anwendungen, Produkte, Märkte



Kunststoffglas **ohne** und **mit** Nano-Beschichtung nach dem Kratztest

# (Ultradünne) funktionale Schichten

## Beispiel: transparente Schmutzabweiser

Transparente Beschichtungen mit speziellen Nanopartikeln

### Eigenschaften:

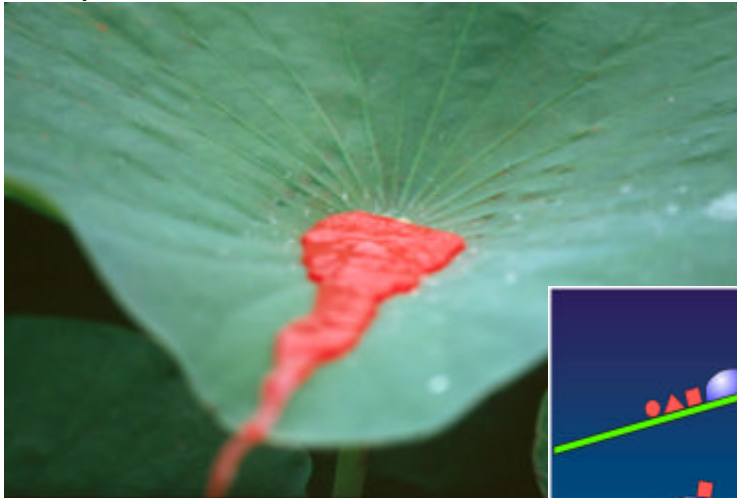
- erhöhte Kratz- und Abriebfestigkeit
- Benetzbarkeit und Schmutzhaftung verringert
- bei Fenstern durch Regeneinwirkung ein fast vollständiger Reinigungseffekt



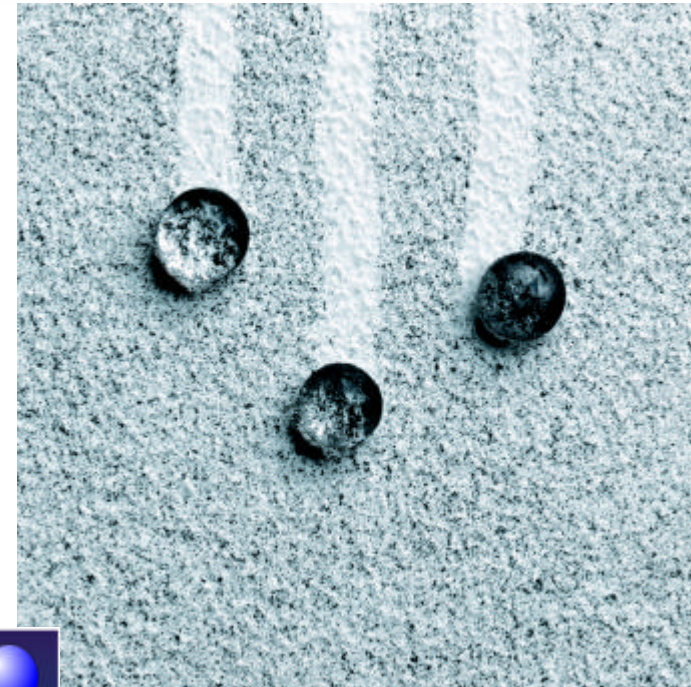
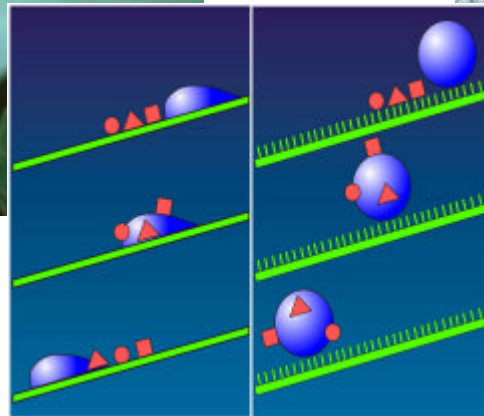
# Oberflächen mit dem Lotus-Effekt

**Selbstreinigung mit dem Lotus-Effekt:**  
Wassertropfen perlen über die Oberfläche  
und reißen Farb- und Schmutzpartikel fort.

Wassertropfen spülen sogar „fettliebendes“  
Farbpulver von einem Lotus-Blatt



Oberflächenvergleich:  
ohne (li.) und mit (re.)  
Lotus-Effekt



Selbstreinigung auf Ruß bedeckter  
Fassadenfarbe mit Lotus-Effekt



# Photokatalyse mit Nanopartikeln aus Titandioxid (TiO<sub>2</sub>)

## Funktion der Nanopartikel:

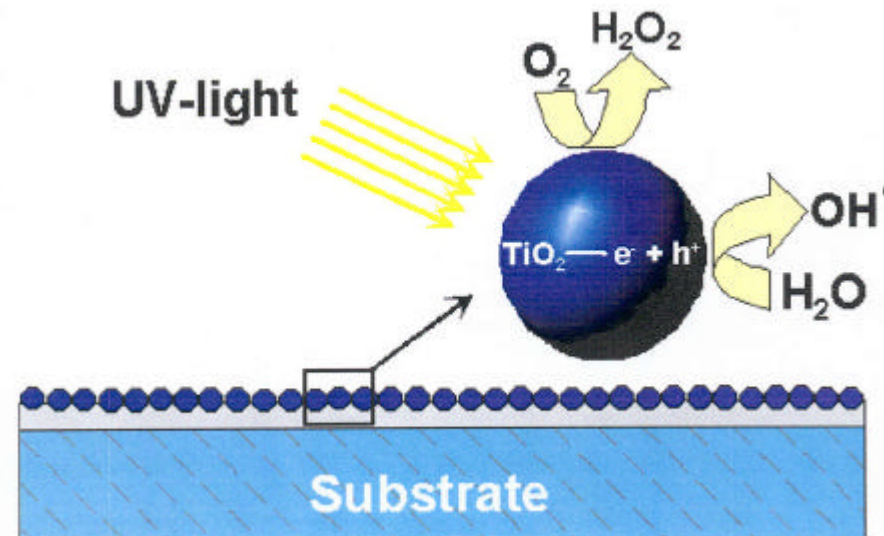
- absorbieren UV-Licht
- zersetzen Wasser (H<sub>2</sub>O) zu OH-Radikalen und bilden mit Luftsauerstoff Wasserstoffperoxid

## Wirkung:

- bakterizid, desinfizierend

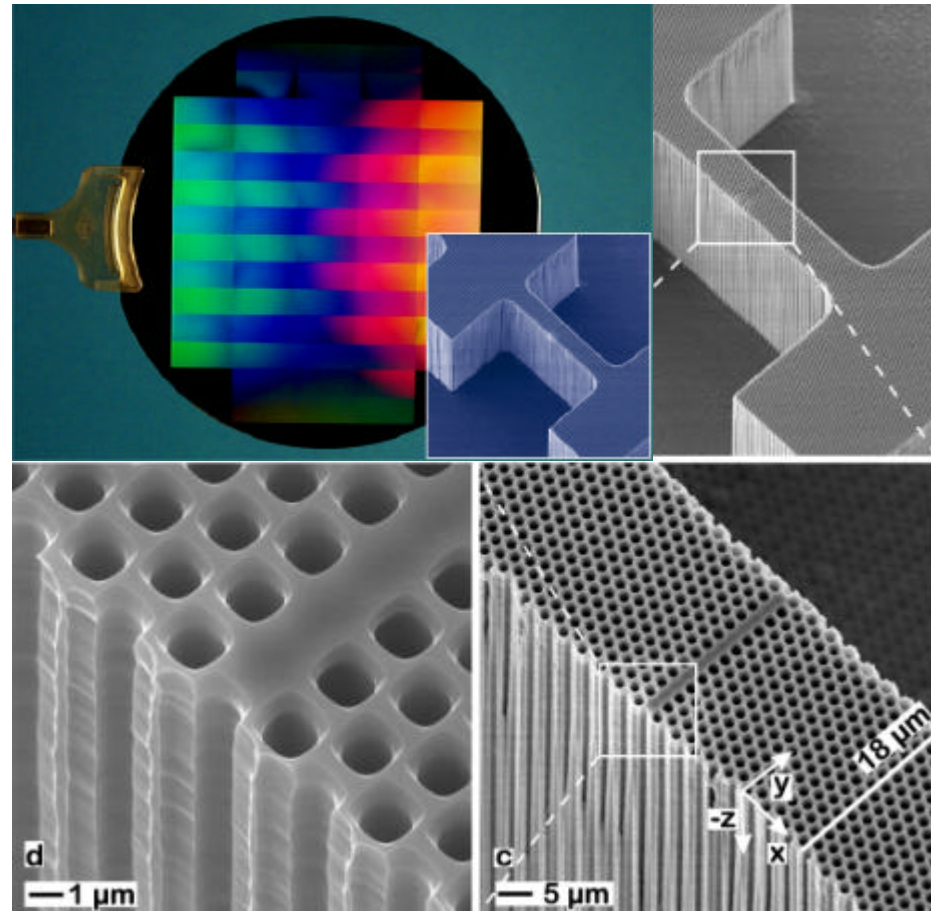
## Anwendungsbereiche:

- Selbstreinigung
- Operationssäle
- Türklinken
- ...



# Photonische Kristalle

- optisches Pendant zu einem elektronischen Halbleiter mit einer optischen Bandlücke in einem definierten Wellenlängenbereich
- können wegen ihrer besonderen Mikrostruktur Lichtstrahlen lenken.
- Anwendungsgebiet: z.B. Optoelektronik, Lichtwellenleiter, ...



# Nanostrukturen in der Optoelektronik: LED (LED = Light Emitting Diode)

## Voraussetzung für Hochleistungs-LEDs:

Beherrschen von  
Nano-Schichtsystemen

## Eigenschaften:

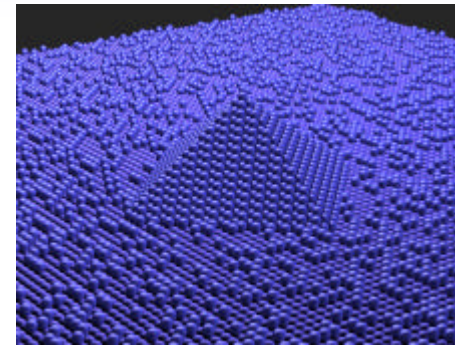
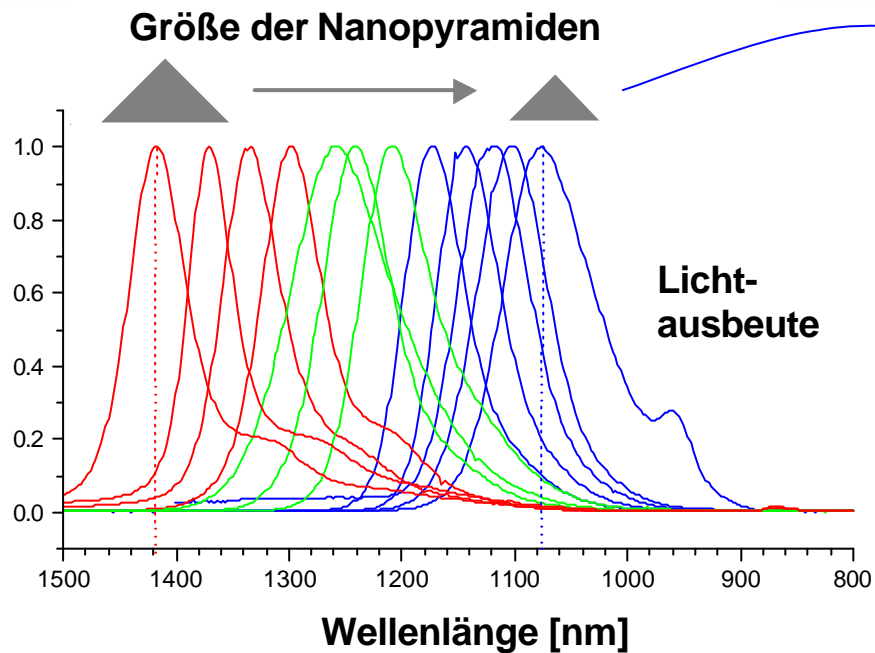
- klein & hell
- lange Lebensdauer
- hoher Wirkungsgrad
- (noch) „teuer“

## Anwendungen:

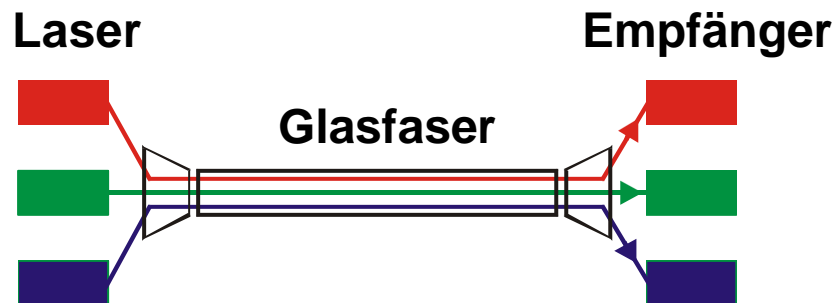
- Automobil (Rücklicht)
- Verkehr (Ampel)
- Haustechnik (Beleuchtung mit  
weißen LED)



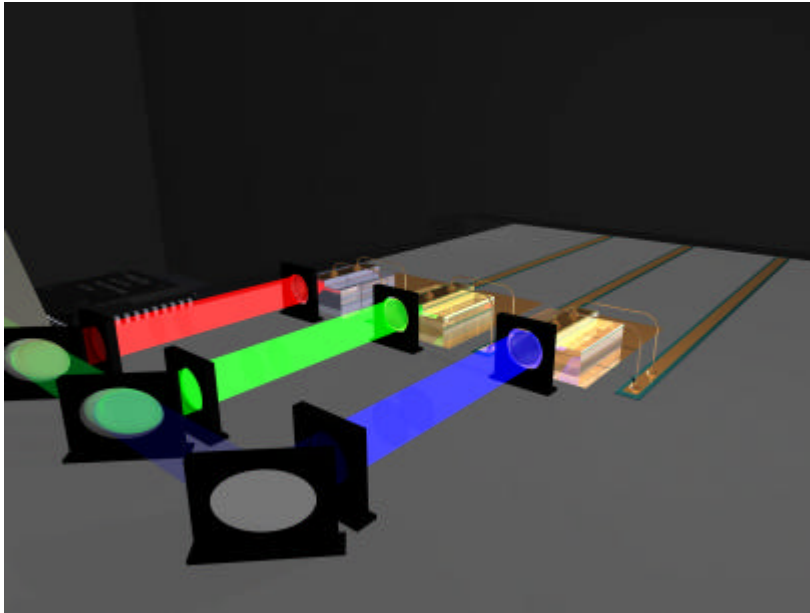
# InAs-Nanopyramiden für das Glasfaser-Internet



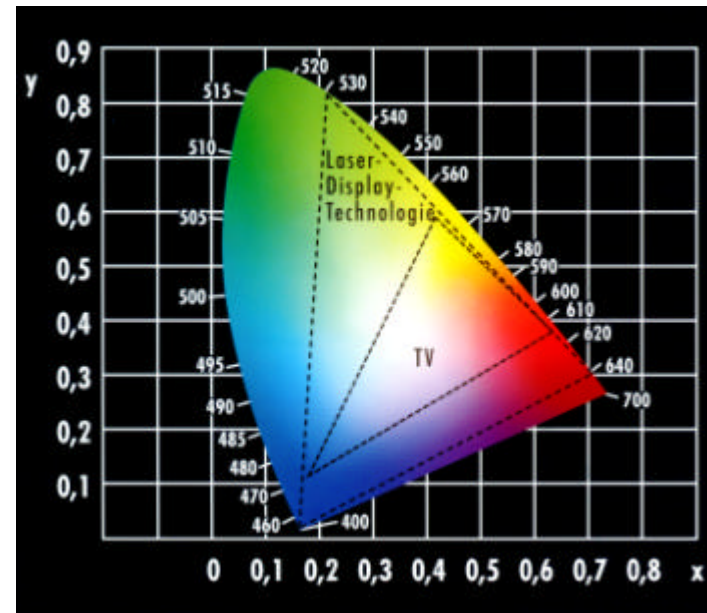
- Massive Verschiebung der Spektralfarbe von Lasern durch unterschiedliche Größe der Nano-Pyramiden
- Laser verschiedener Farbe bestehen aus demselben Material!
- Datenströme sind „vielfarbig“: Damit werden Übertragungsraten von bis zu 10 Terabit/s erreicht!



# Nanotechnologie für Fernsehen im Taschenformat



- Preisgünstige **blaue**, **grüne** und **rote** Laser lassen sich nur mittels Halbleiter-Nanotechnologie herstellen
- Technik erfordert Integration von Elektronik, Optik (Laser) und Mikromechanik



Mit Laserlicht lassen sich alle natürlichen Farben erzeugen (im Gegensatz zum herkömmlichen Röhrenfernseher)

# Innovationsmotor Nanoelektronik (1)

Reise in den Nanokosmos II: Anwendungen, Produkte, Märkte



...kaum ein technisches Produkt heute ohne Mikroelektronik

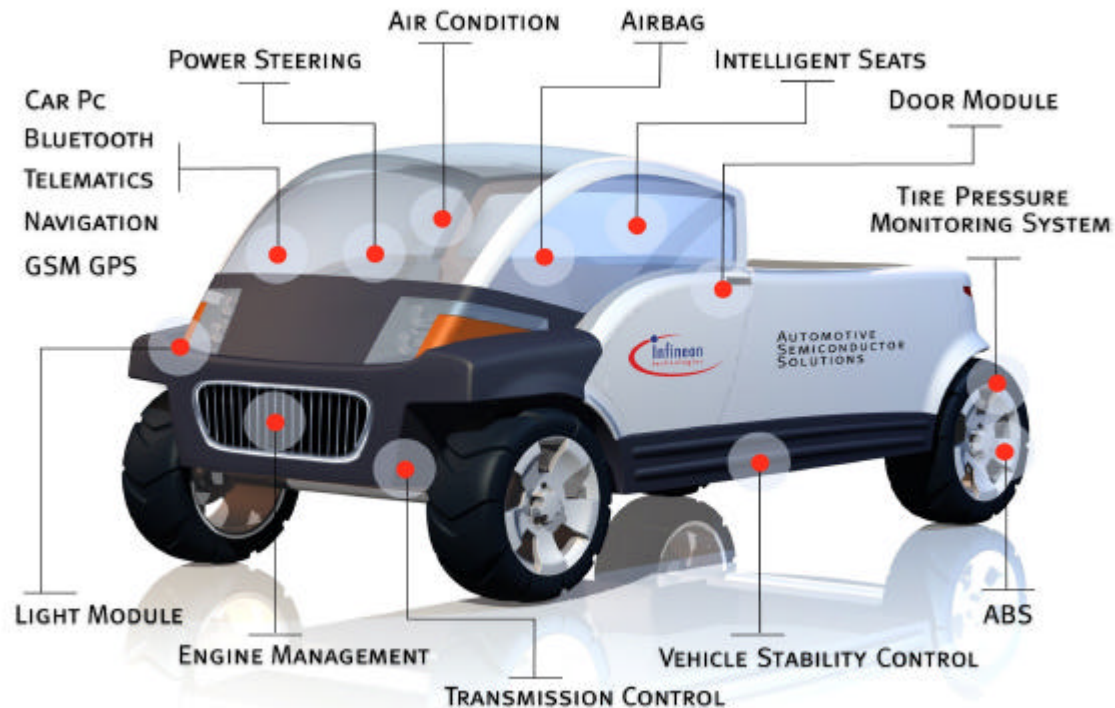
...Forschung in der Nanoelektronik zielt auf

- mehr Leistung
- weniger Ressourcenverbrauch
- mehr Intelligenz
- neue Produkte und neue Industrien

...der Nanoelektronik-Markt wächst überproportional (zweistellig in %)

# Innovationsmotor Nanoelektronik (2)

...Beispiel: 90% aller Innovationen im Automobil durch Elektronik getrieben



Reise in den Nanokosmos II: Anwendungen, Produkte, Märkte

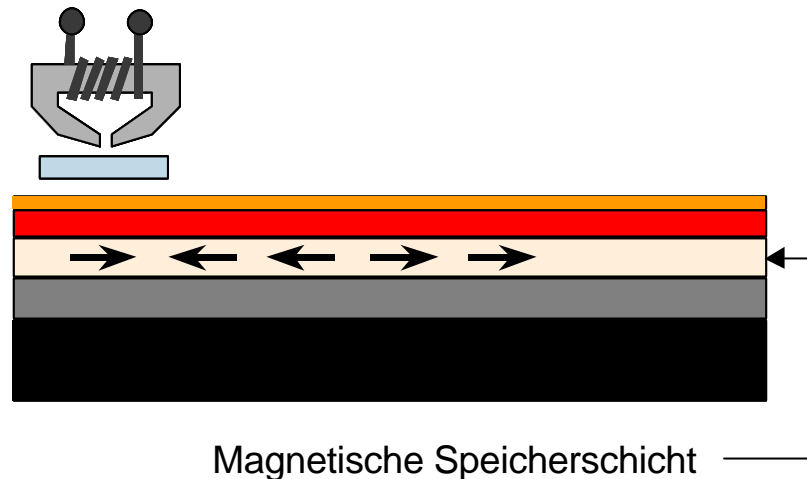
# Ultradünne Schichten in der magnetischen Datenspeicherung

## Ziel:

Erhöhen der Festplatten-Speicherdichte

Geforderte Eigenschaften der Speicherdisk-Oberfläche, um Lesekopf mit hoher Geschwindigkeit nahe die Oberfläche zu bringen:

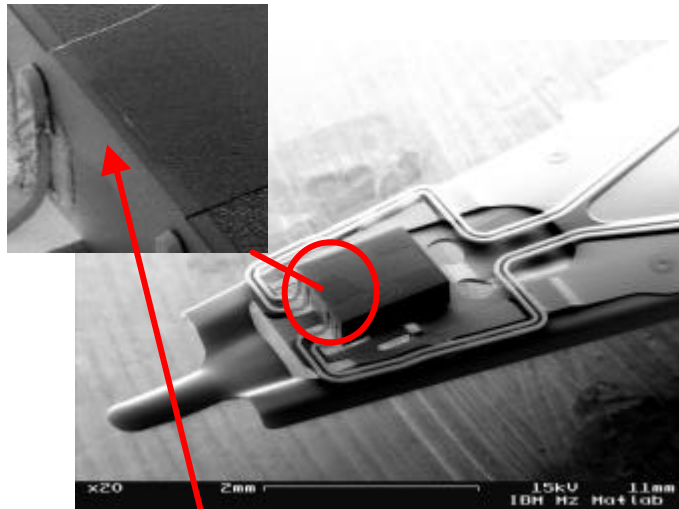
- mechanischer Schutz gegen Berührungen zwischen **Lesekopf** und Disk
- Korrosionsbeständigkeit
- kompatibel mit **Gleitfilm (1 nm)**
- **Kohlenstoff-Schutzschicht** **dünner als 3 nm** (entspricht einem Stapel von etwa 20 Atomen)



# Nanotechnologie in Computer-Festplatten

Nanotechnologie ermöglicht

- fortschreitende Miniaturisierung
- Erhöhung der Speicherkapazität



## Nanotechnologie inside:

Der Festplatten-Lesekopf enthält in der Mitte der vorderen Kante des schwarzen Blocks einen winzigen **GMR-Sensor** (GMR = Riesen Magnetowiderstand).

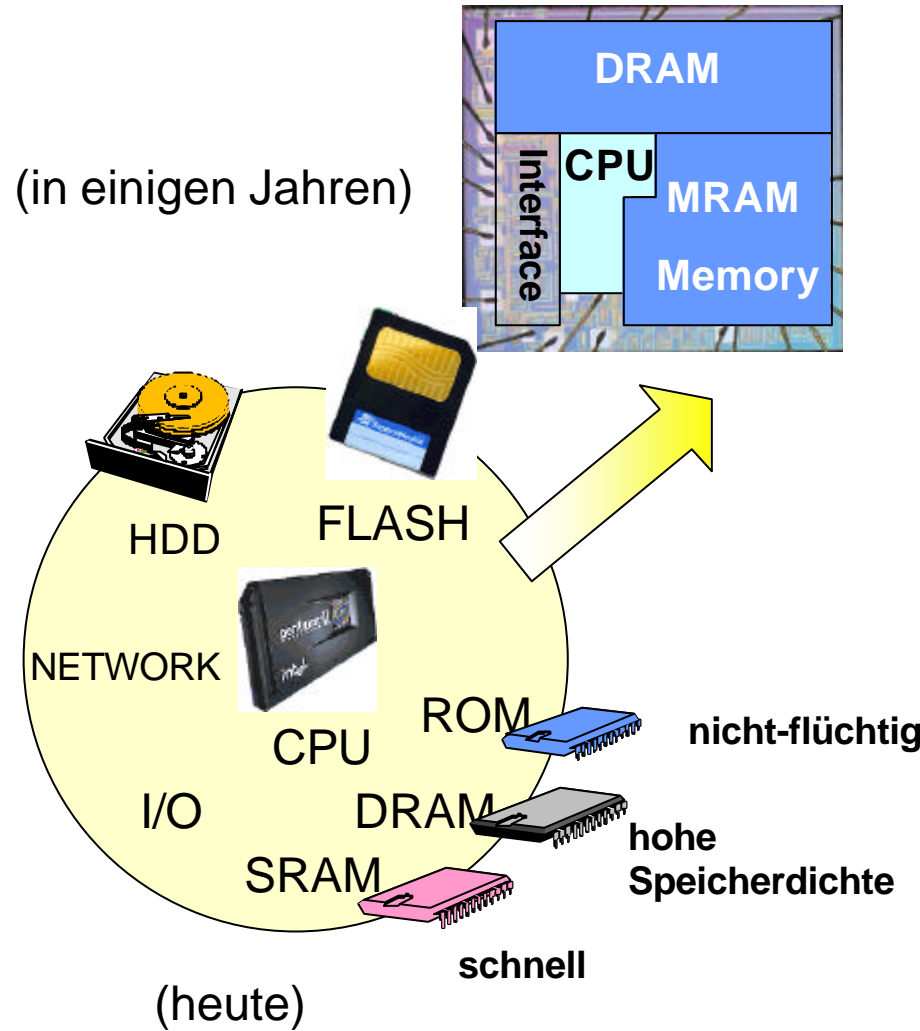


## Festplatte mit > 1 GB Speichervermögen

z.B. für digitale Kameras, Handheld-PCs, Notebooks, PDAs und andere mobile Geräte, austauschbares Speichermedium für PCs und Drucker

# Nanotechnologie-Anwendungen in der Magnetoelektronik

Reise in den Nanokosmos II: Anwendungen, Produkte, Märkte

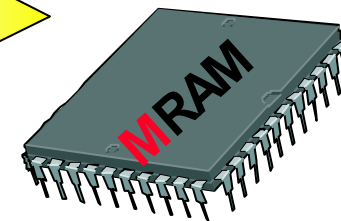


## Ein-Chip-Lösung:

MagneticRAM-Speicher (MRAM):

- nicht-flüchtig
- hohe Speicherdichte
- schnell

nicht-flüchtig &  
hohe Speicherdichte  
& schnell



# Nanokristalline Materialien für Sensoren

## Anforderung an Sensormaterialien:

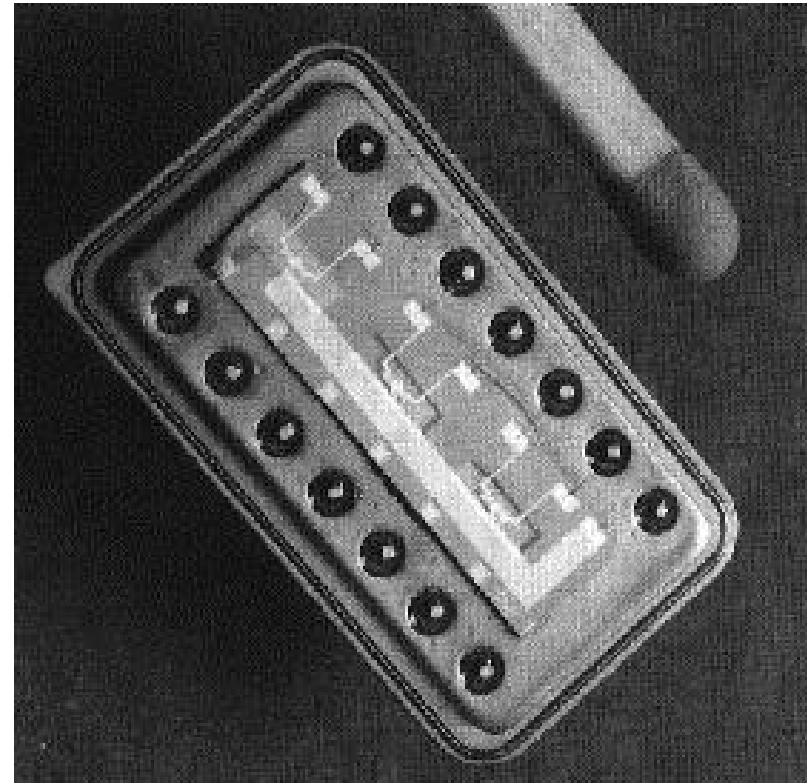
- Hohe **Selektivität, Stabilität und Sensitivität**
- definierte Teilchengometrien
- möglichst große spezifische Oberfläche

## Nanopartikel und -kristalle:

- quantenmechanische Effekte
- große spezifische Oberfläche
- reagieren sehr stark auf äußere Einflüsse

## Vorteile durch Nanopartikel:

- hohe Genauigkeit
- gute Selektivität
- geringe Leistungsaufnahme (z.B. für portable Geräte)



Sensorarray mit nanopartikulären sensitiven Schichten

# Nanobiosensoren - miniaturisierte Analysysteme

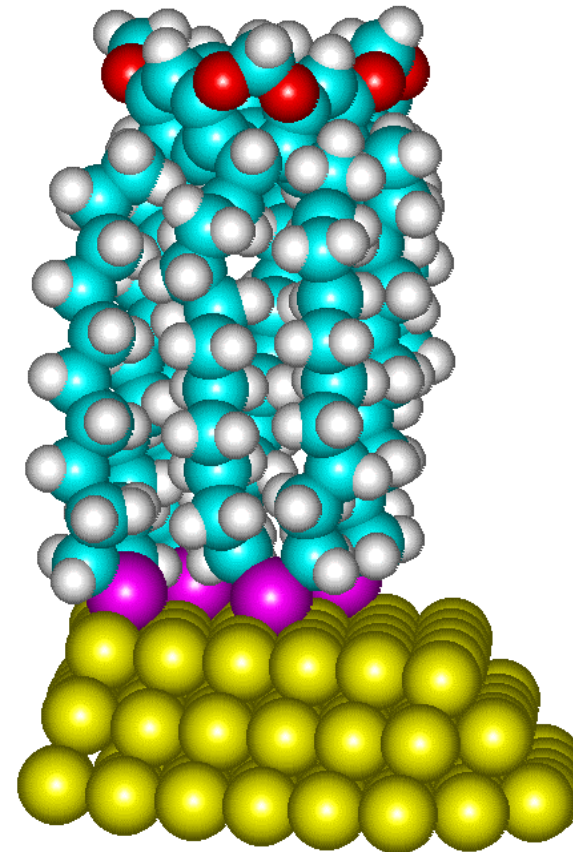
## Motivation:

- Benötigen sehr wenig Substanz: einzelne Zellen, Proteine oder DNS aus den Zellen (z.B. für Keimzellenanalyse)
- Parallelisierung von Analysen

## Biosensoren:

- kontrollierte Schichtdicken und Strukturen im Nanometerbereich
- maßgeschneiderte, spezifische, makromolekulare Erkennungsstrukturen

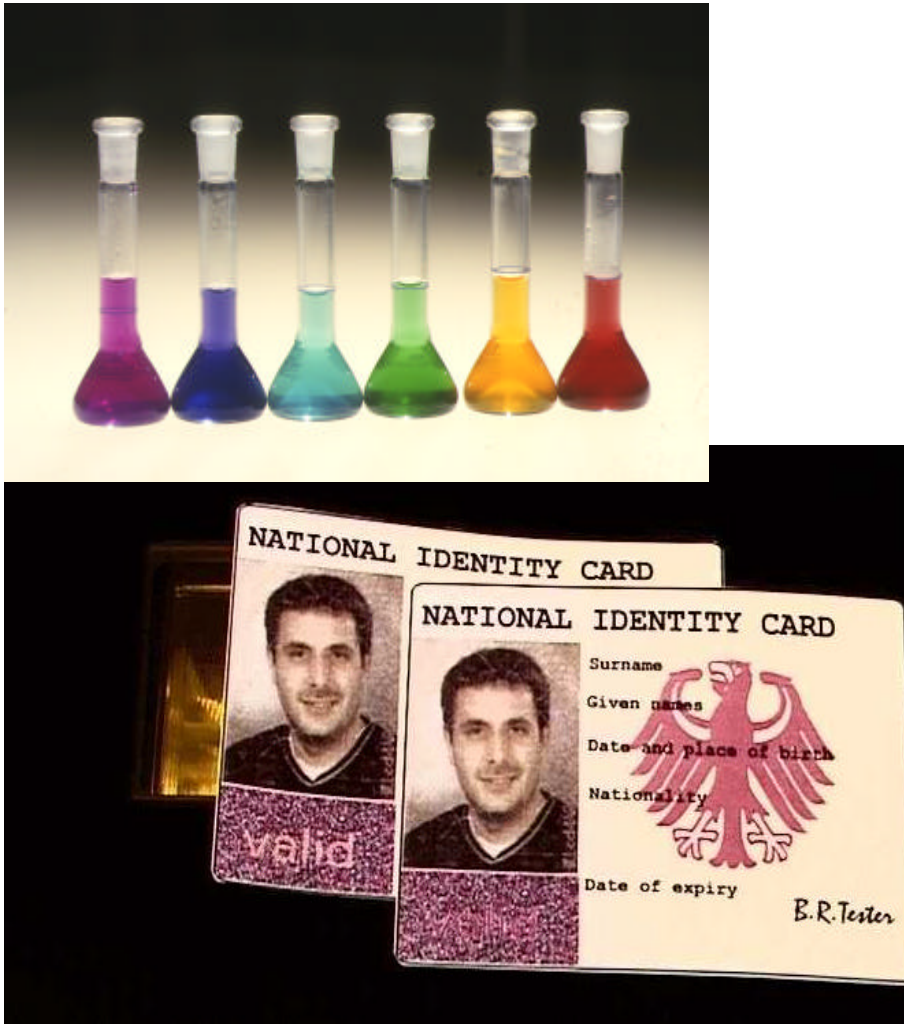
Beispiel: Optimieren der Wirkung von Medikamenten auf bestimmte Gewebe



Makromolekül auf Goldsubstrat zur molekularen Erkennung

# Nanobiotechnologie: Bakteriorhodopsin als multifunktionaler Werkstoff

Reise in den Nanokosmos II: Anwendungen, Produkte, Märkte



Bakteriorhodopsin ist ein biologisches Makromolekül mit interessanten optischen Eigenschaften, das nanobiotechnologisch für unterschiedliche Zwecke optimiert werden kann.

## Anwendungsmöglichkeiten:

- holografische Kamera für die Werkstoffprüfung
- optisches Sicherheitssystem
- optischer/chemischer Sensor (Retina-Ersatz)
- optischer Speicher

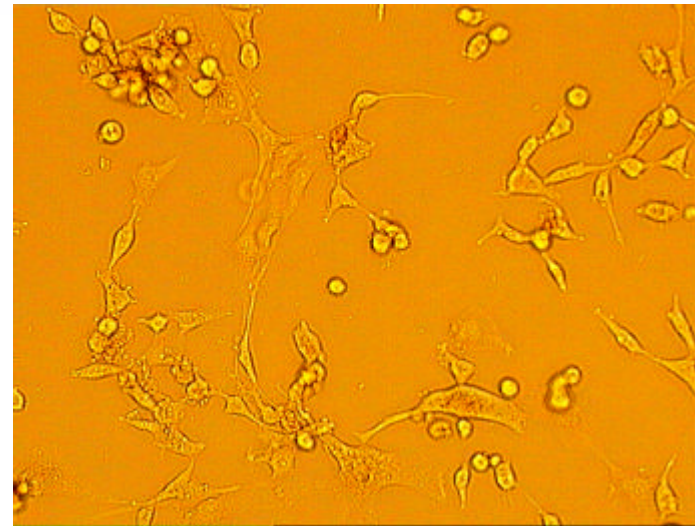
# Neue Krebstherapie mit nanobiotechnologisch modifizierten Eisenoxid-Nanopartikeln

## Anwendungsprinzip:

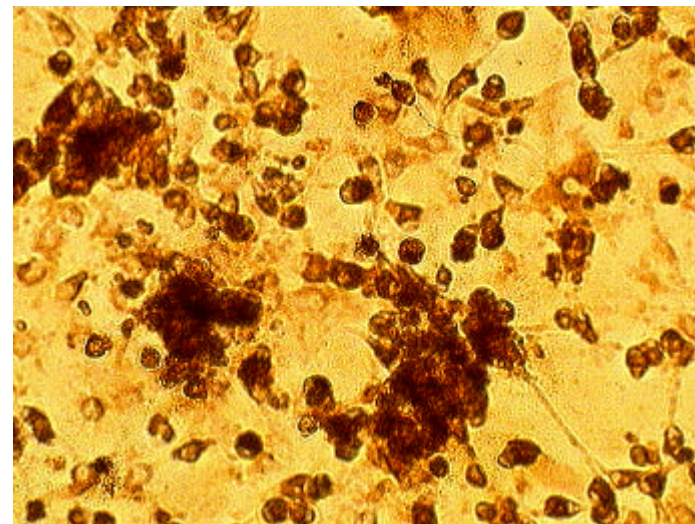
- mit einem äußeren Magnetfeld werden spezielle Eisenoxid-Nanopartikel in Krebszellen zur Überhitzung gebracht (Magnetfeld-Hyperthermie) und töten dadurch die Krebszellen
- wegen biomolekular modifizierter Hülle werden Nanopartikel spezifisch von den Krebszellen aufgenommen

## Spezifische Partikelaufnahme im Bild:

- (1) Hirntumorzellkultur nimmt Eisenoxid-Nanopartikel mit einer Zuckerhülle nicht gut auf (Cytoplasma bleibt hell)
- (2) dunkle Stellen der gleichen Zellkultur zeigen an, dass die Krebszellen Nanopartikel mit nanobiotechnologisch modifizierter Hülle aufnehmen



(1)

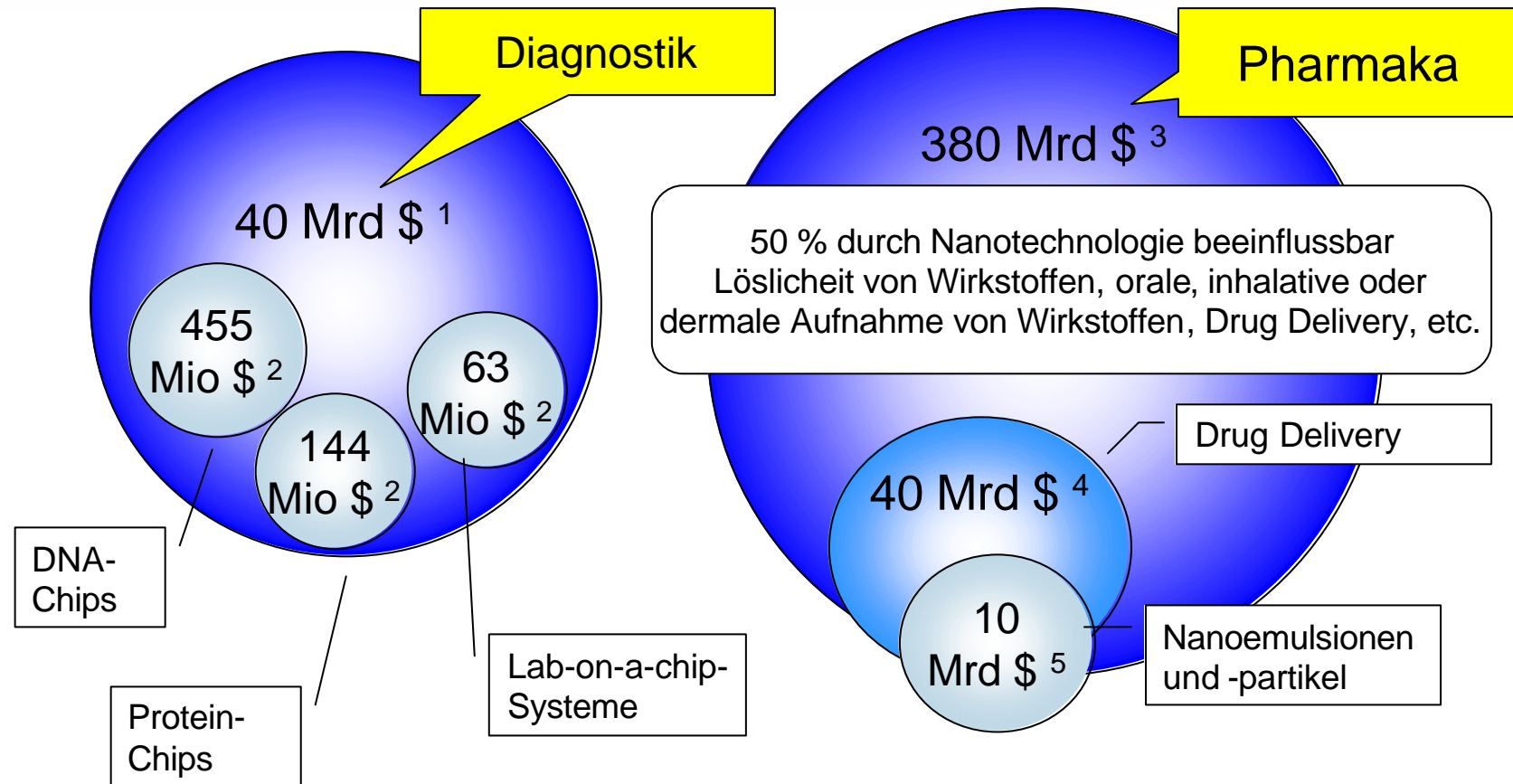


(2)

# Märkte für die Nanotechnologie

## Beispiel: Medizin

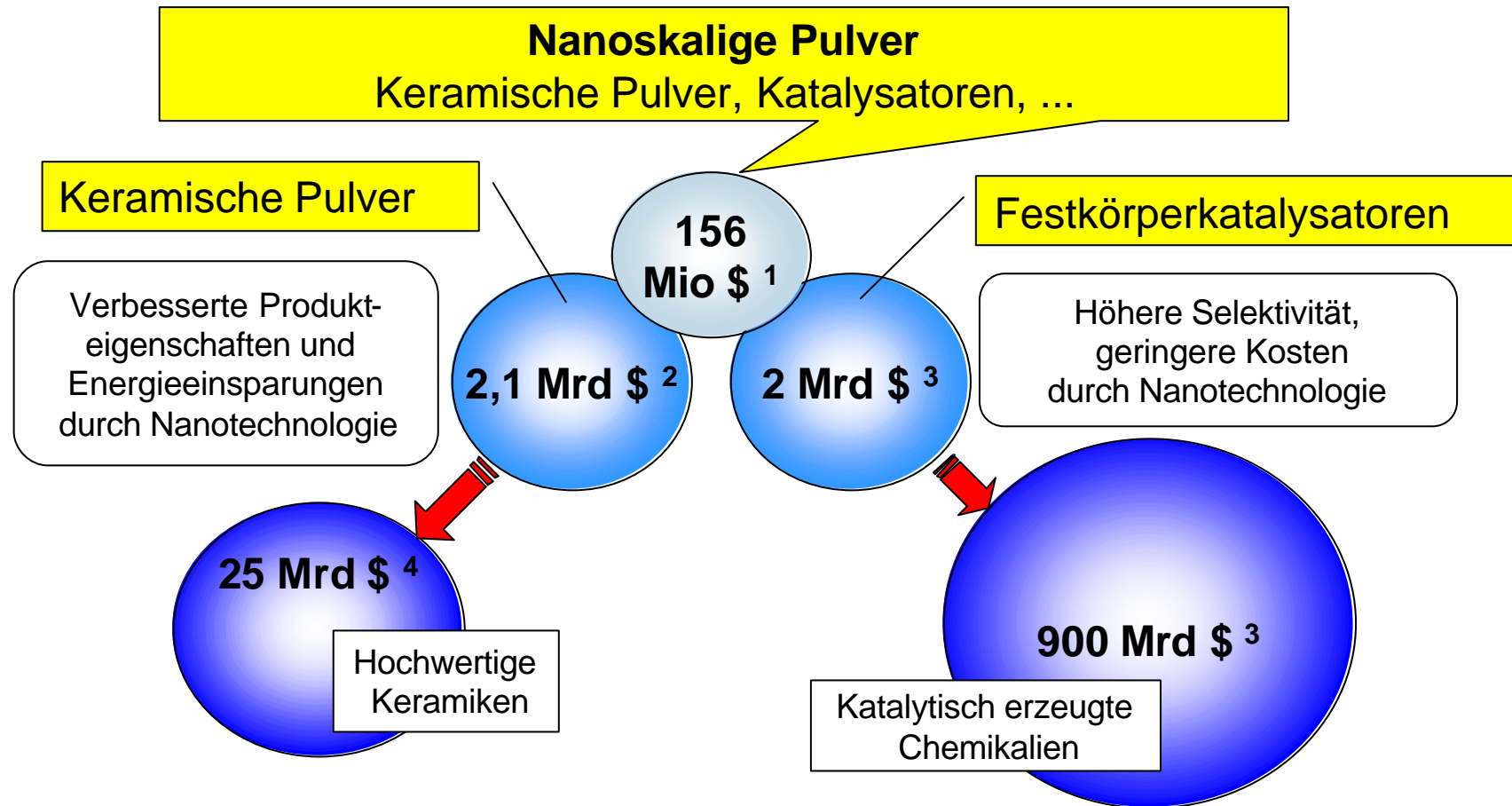
Reise in den Nanokosmos II: Anwendungen, Produkte, Märkte



- 1: Weltmarkt 2005 Quelle: Uni Ulm; 2: Weltmarkt 2005 Quelle: Line Strategic Management;  
 3: Weltmarkt 2000 Quelle NNI Studie;  
 4: Weltmarkt 2000 Quelle Market Letter; 5: Weltmarkt 2005 Quelle: SkyePharma

# Märkte für die Nanotechnologie

## Beispiel: Chemie



Reise in den Nanokosmos II: Anwendungen, Produkte, Märkte

1: Weltmarkt 2001; 2: Weltmarkt 2003 Quelle: BCC;  
3: Weltmarkt 1999 Quelle Chemical Institute Canada; 4: Weltmarkt 2000 Quelle Freedonia Group