



UNIVERSITÄT ROSTOCK

## Vorlesung

Anorganische Chemie V-A

# Vom Molekül zum Material

Thema heute:

## Nanostrukturierte Materialien

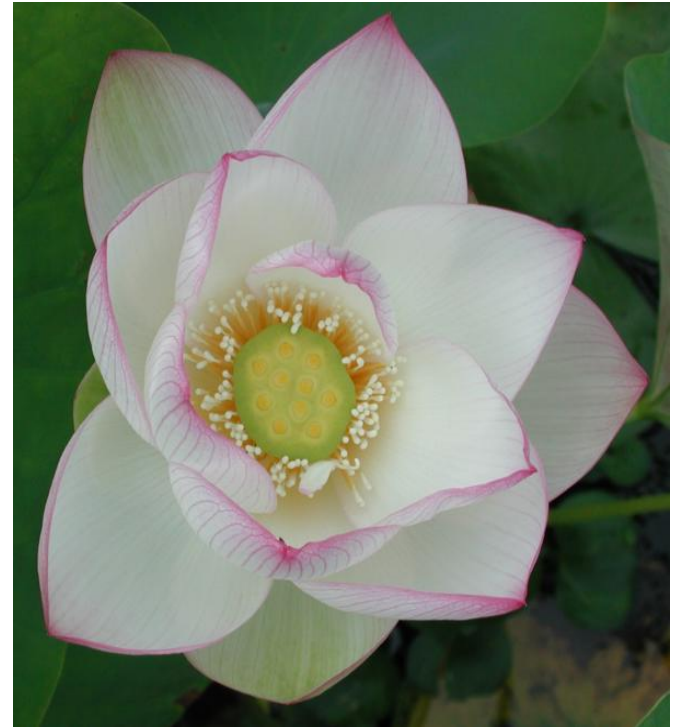


## Ansichten der Natur





## Ansichten der Natur



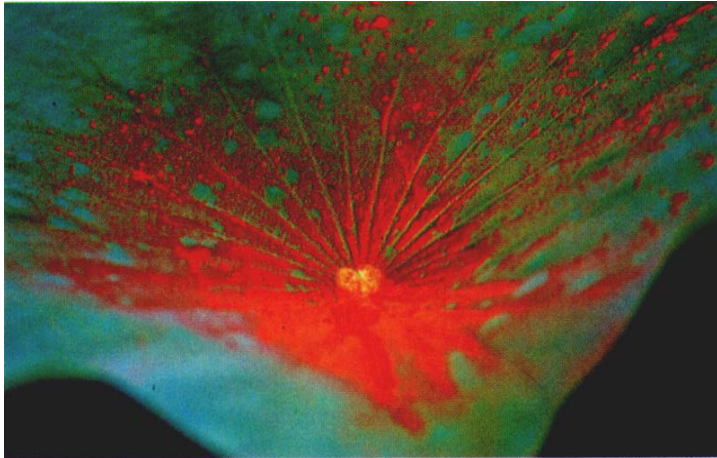


## Ansichten der Natur





## Selbstreinigungseffekt



Kleine Wassertropfen, z.B. Morgentau, entfernen von der Lotusblüte selbst hydrophobe Farbstoffe



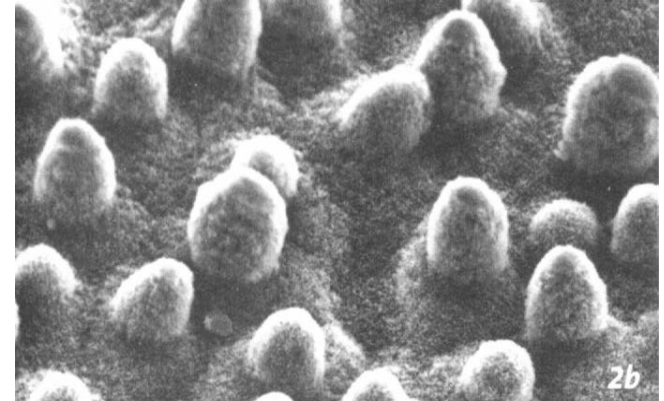
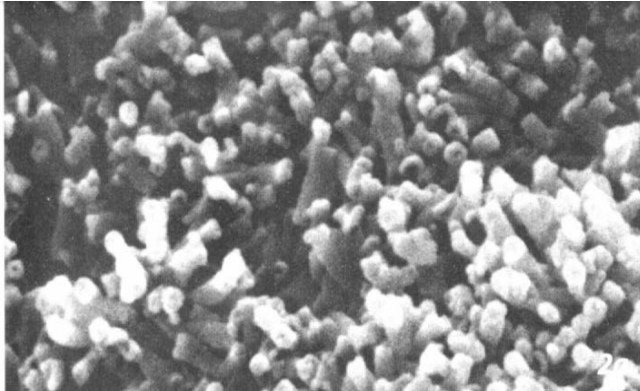
UNIVERSITÄT ROSTOCK

# Selbstreinigungseffekt





## Selbstreinigungseffekt

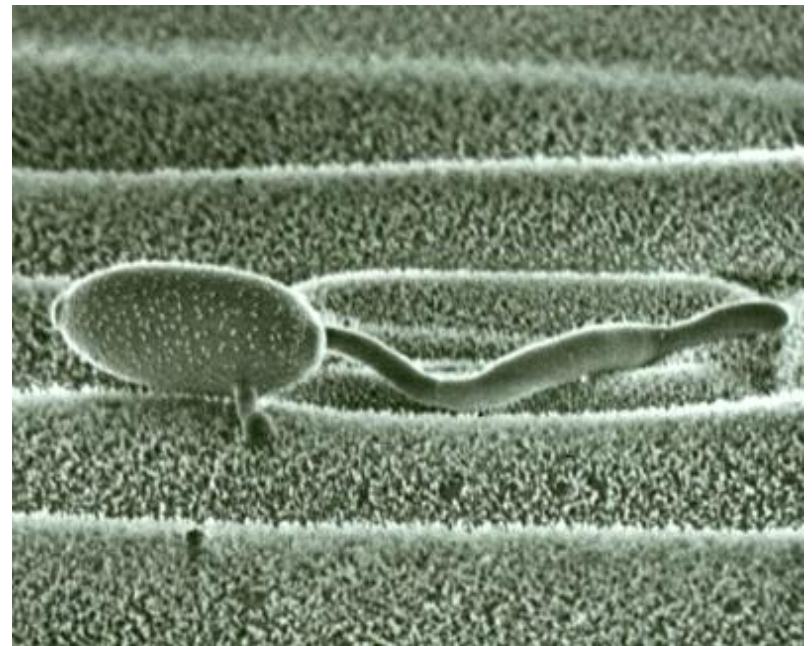
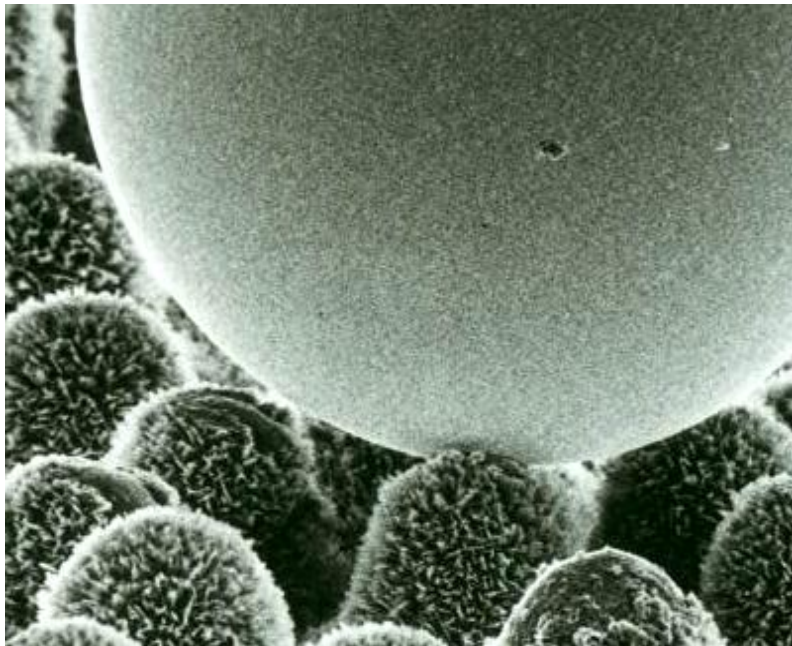


REM-Aufnahmen der Blattoberfläche der Lotusblüte



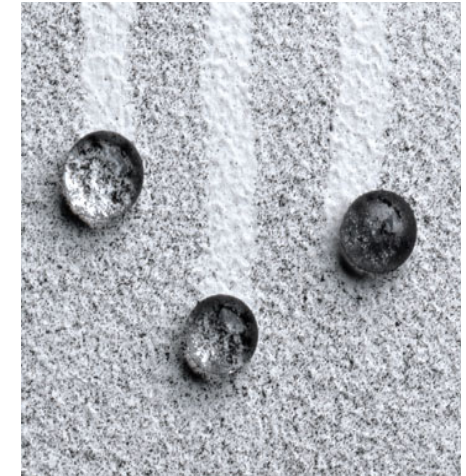
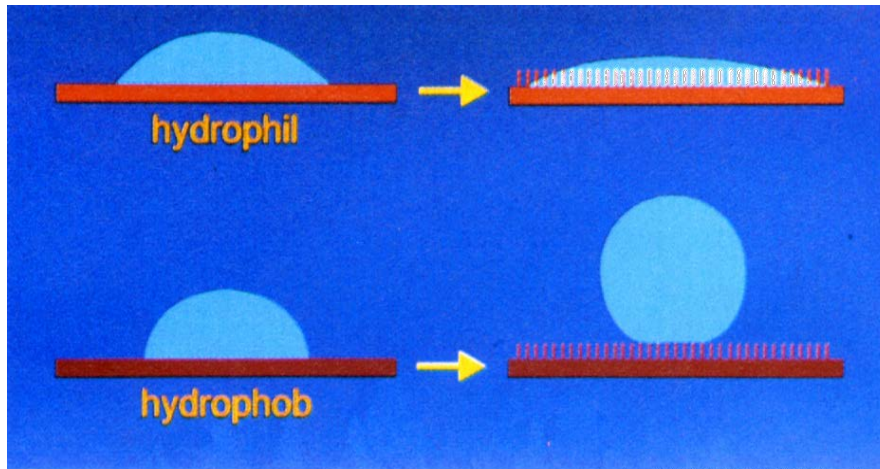
Noppenstruktur, die von hydrophoben  
Wachsmaterialien gebildet wird.

Selbstreinigungseffekt durch die spezielle Strukturierung der Oberfläche





## Selbstreinigungseffekt – Lotus Effekt



Eine extreme Wasser- und Partikelabstoßung wird durch eine hydrophobe Oberfläche erreicht, die eine „raue“ Struktur (im Nanometerbereich) aufweist

W. Barthlott, R. Füstner, C. Neinhuis, Botanisches Institut, Univ. Bonn



## Anwendungen des „Lotus-Effektes“



LOTUSAN, eine selbst-reinigende  
Fassadenfarbe



Dachziegel mit einer selbst-  
reinigenden Oberfläche



## Anwendungen des „Lotus-Effektes“





## Anwendungen des „Lotus-Effektes“

Weitere Anwendungsbereiche des „Lotus-“ oder „Selbstreinigungseffektes“:

- Farbstoffe, Fassadenfarben, mittlerweile auch Autolacke
- Sanitärbereich
- Glasscheiben
- nicht beschlagende Schutzhelmvisiere (Motorradhelme)



# Der Begriff „Nano“

Nanotechnologie

Nanotube

Nanokosmos

Nanostruktur

Nanopartikel

Nano





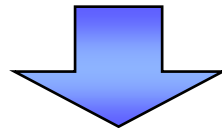
## Der Begriff „Nano“

„Nano“ leitet sich ab von dem griechischen Wort  $\nu\acute{\alpha}\nu\omicron\varsigma$ , der *Zwerg*, und kennzeichnet einen milliardsten Teil einer Einheit

$$1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$$

$$1 \text{ mm} = 1000 \mu\text{m}$$

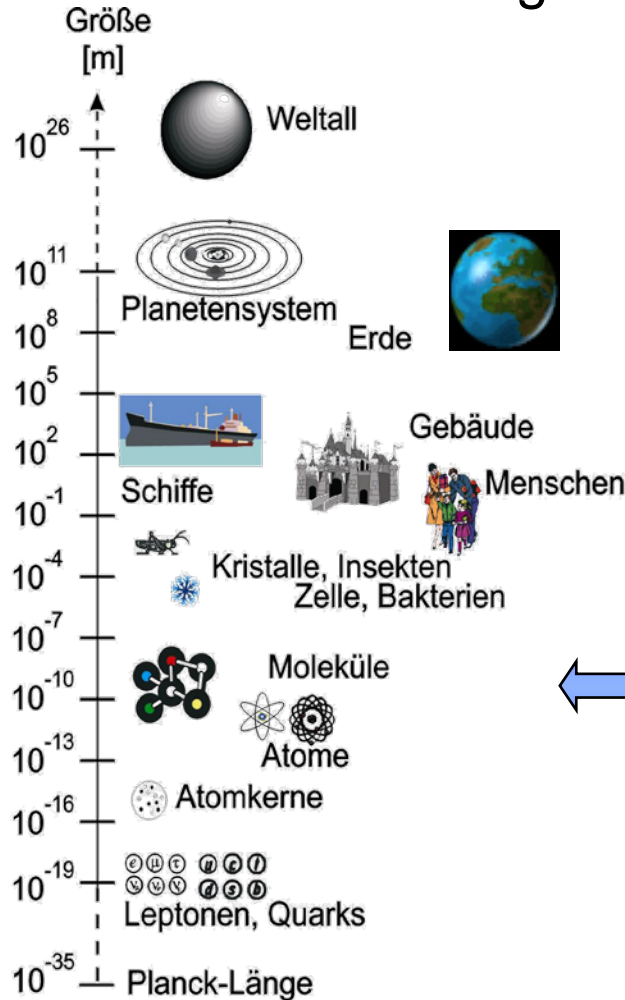
$$1 \mu\text{m} = 1000 \text{ nm}$$



$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} = 0,000000001 \text{ m}$$



# Größenordnungen von Längen in der Natur



## Objekte im Nanokosmos

- Vertiefungsabstand auf CD's, Hartstoffbeschichtungen, Bakterien, (ca. 1500 nm)
- Dicke eines Ölfilms, Dicke der Beschichtung von Brillengläsern (ca. 300 nm)
- Dicke von Blattgold, weiche Röntgenstrahlung (ca. 30 nm)
- Dicke von Transistorgates, Moleküle (ca. 10-1 nm)
- kleine Moleküle, Buckyballs (ca. 1-0,25 nm)



## Größenordnungen von Längen in der Natur

R. P. Feynman (1959):

- „There is plenty of room at the bottom!“
- „Why cannot we write the entire 24 volumes of the Encyclopedia Britannica on the head of a pin (Stecknadelkopf)?“



## Warum ist „Nanostrukturierung“ interessant?

Nanostrukturierte Materialien verhalten sich anders, als „Bulk-Materialien“!

Grund Atome auf den Oberflächen von Strukturen sind reaktiver als Atome im Inneren. Alle physikalischen Gesetze, die auf einer Statistik beruhen, verlieren ihre Gültigkeit.

Beispiel Farbe von Gold-Nanopartikeln:  
60 nm Ø : rot, 120 nm Ø: blau

oder: Ohm'sches Gesetz verliert Gültigkeit!



## Warum ist „Nanostrukturierung“ interessant?

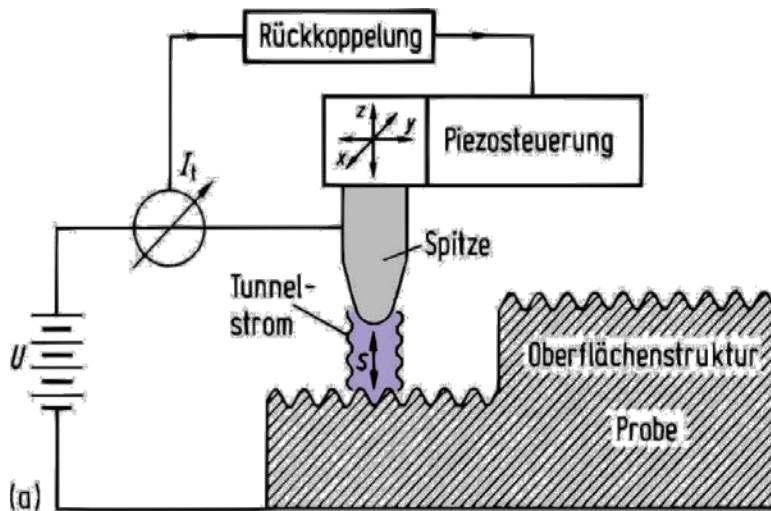
### Beispiel: Diamant

In einem Diamant der Kantenlänge 10 nm befinden sich ~12 % der Atome auf der Oberfläche.

Bei einer Kantenlänge von 1 cm (13 Karat) sind es nur noch 0,0000016 % !



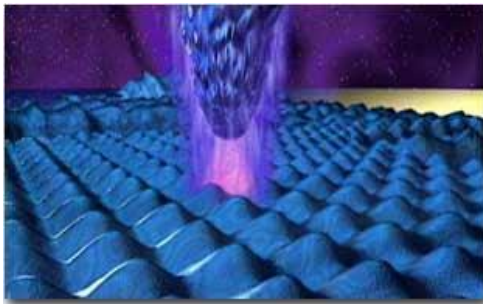
# Das Rastertunnel- und Rasterkraftmikroskop



G. Binnig & H. Rohrer

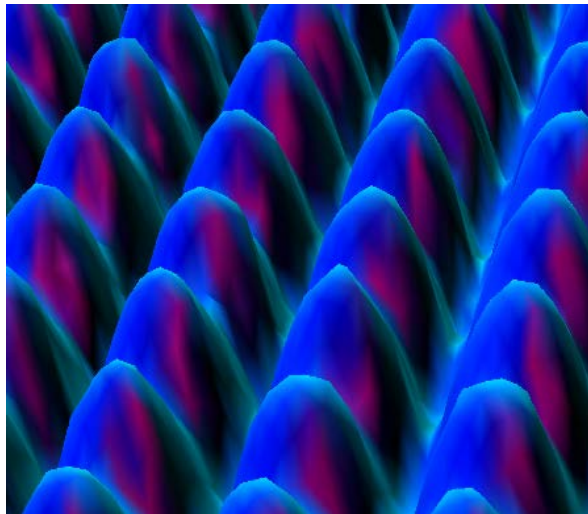
IBM Forschungszentrum,  
Rüschlikon, Schweiz

Physik-Nobelpreis 1986

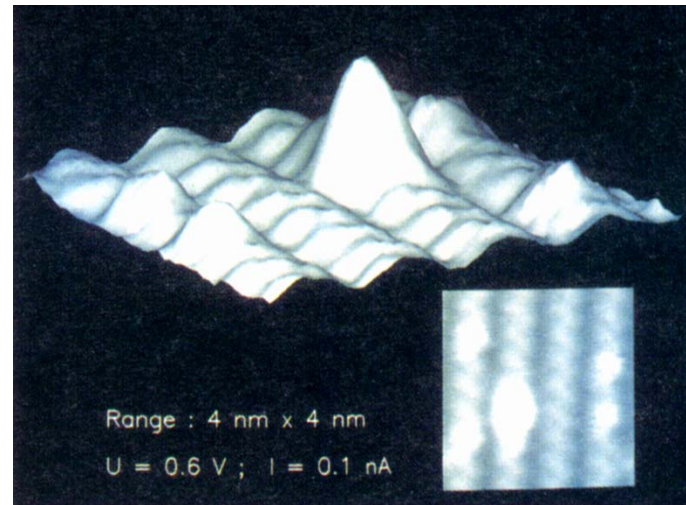




# Abbildung von Oberflächenstrukturen mit atomarer Auflösung



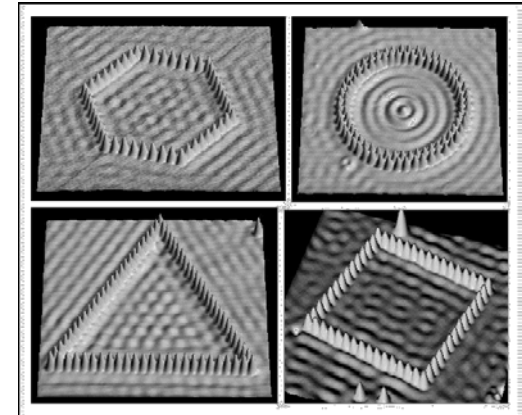
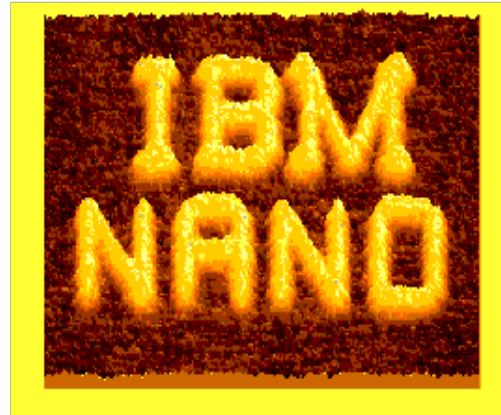
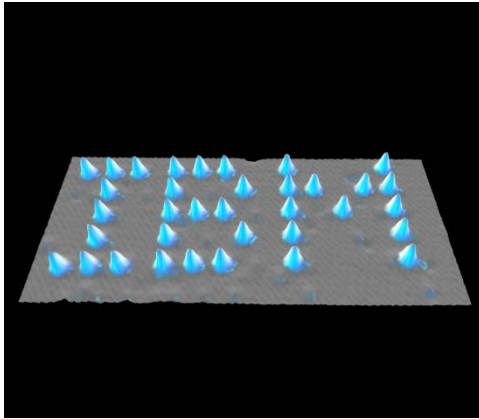
(110) Fläche von Ni



Ein Fe-Atom auf W



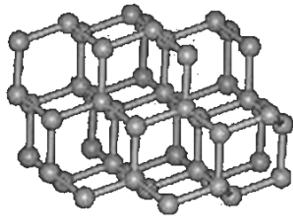
## Manipulation einzelner Atome



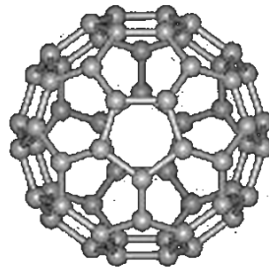
Rastertunnel- und Rasterkraftmikroskope erlauben nicht nur die Abbildung von Oberflächen mit atomarer Auflösung, sondern auch die gezielte Manipulation einzelner Atome



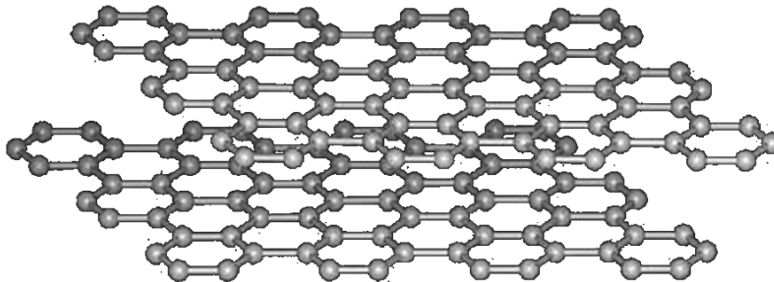
# Die allotropen Modifikationen des Kohlenstoffs



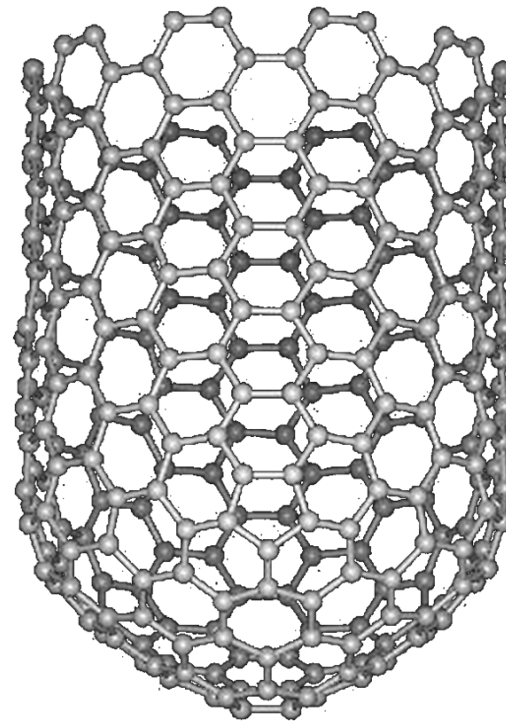
**Diamant**



**C<sub>60</sub>**  
**„Buckminsterfulleren“**



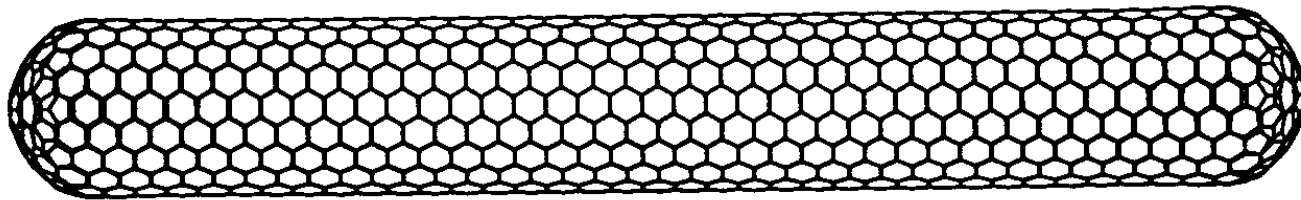
**Graphit**



**Ende eines Nanotubes**

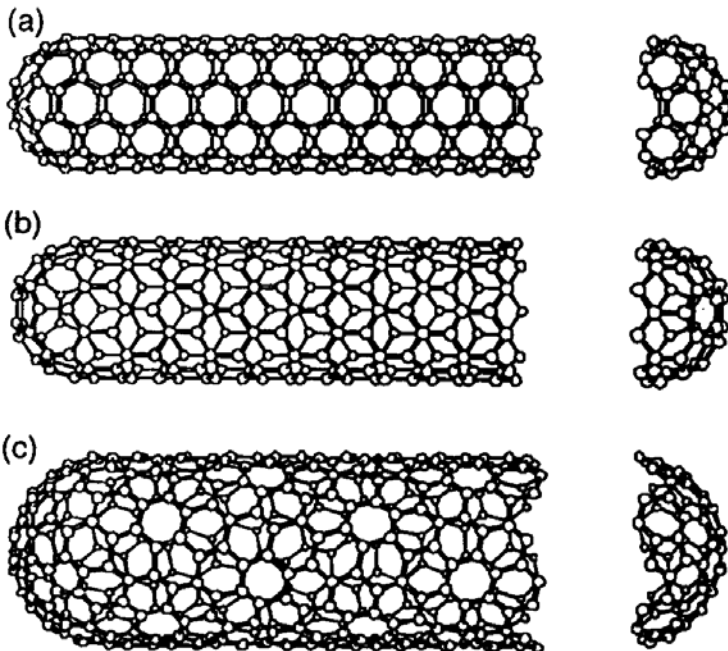


# Verschiedene Modifikationen „langer Fullerene“

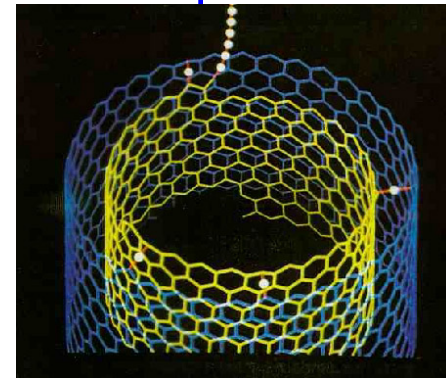


Single Wall

## Konformationen

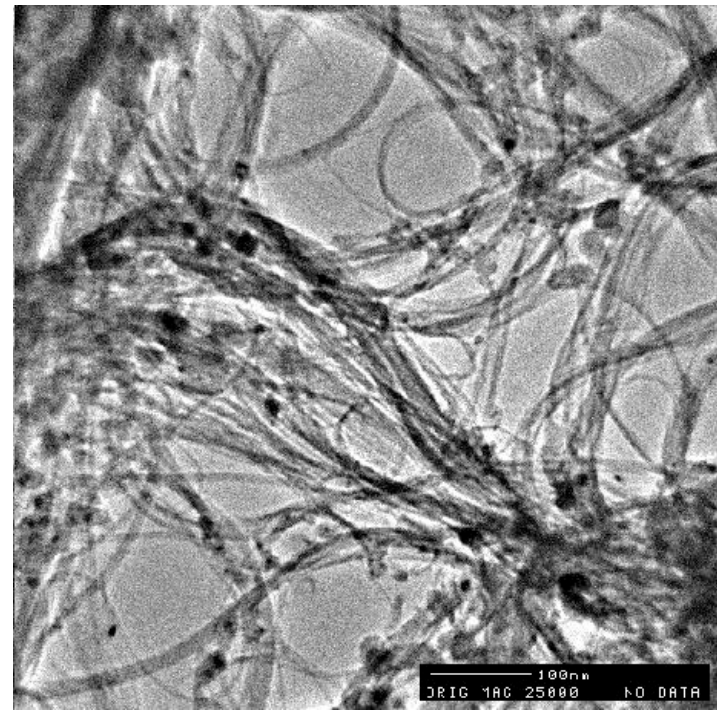
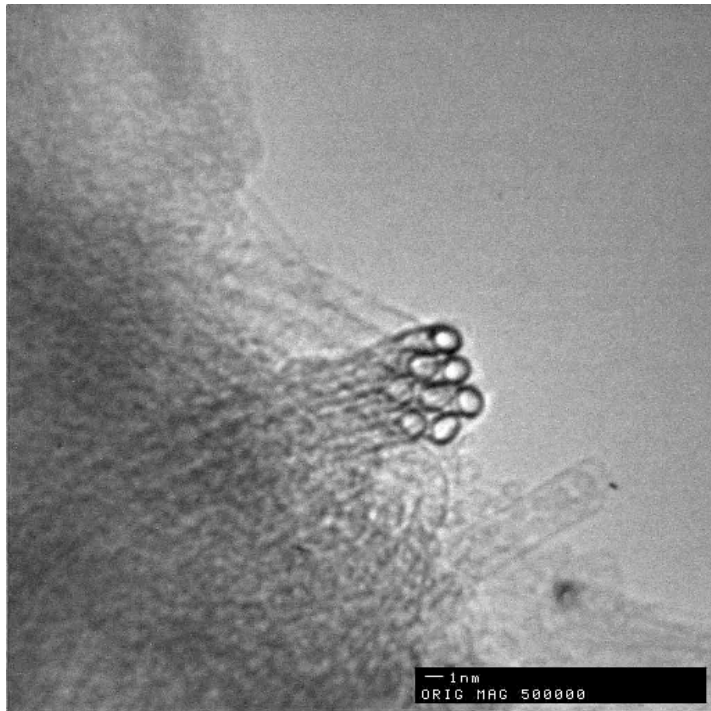


Multiple Wall



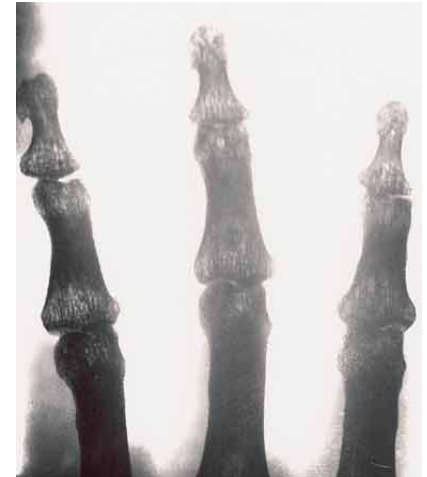
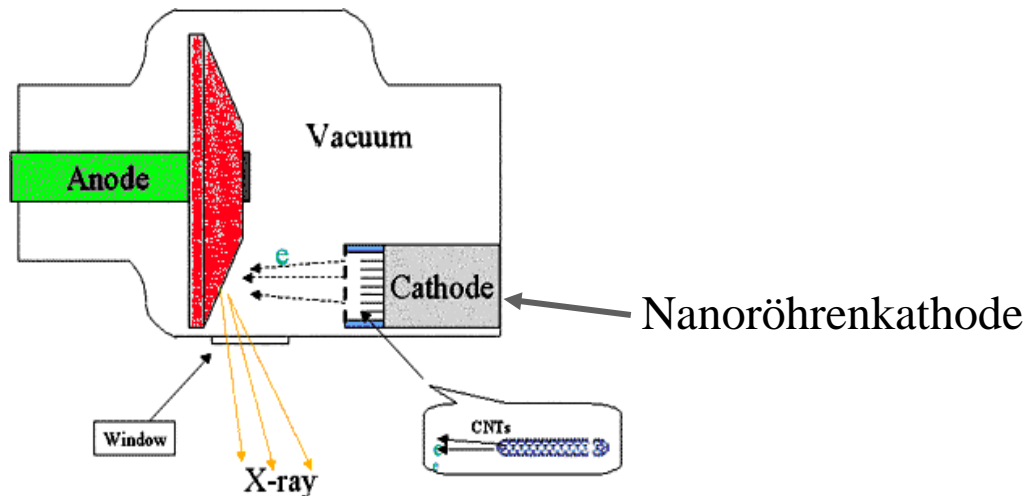


## TEM-Aufnahmen verschiedener Nanotubes



## Beispiele für Anwendungen für Nanoröhren

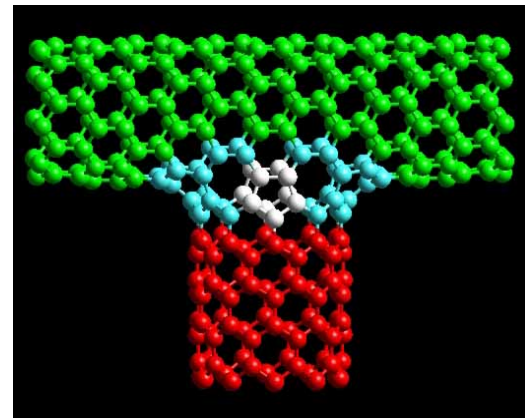
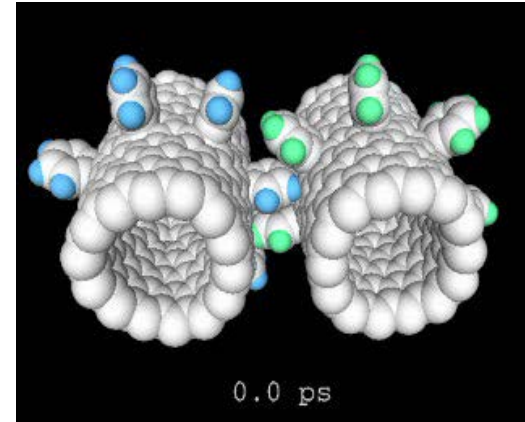
- Sehr dünne Monitore
- Extrem leistungsfähige Computer
- Leistungsfähigere und kleinere Röntgengeräte





## Weitere Anwendungsgebiete

- Nanomechanische Systeme,  
Nanomaschinen,  
z.B. molekulare Getriebe
- Biomineralisation
- Beschichtungen
- Feuerschutz
- Elektrisch leitfähige  
Polymere
- ....





## Weitere Anwendungsgebiete

Sonnenschutzcreme, sehr gut hautverträglich



oder:

Medizin, Chirurgie, Nanokapseln zur Krebstherapie

oder:

Fernseher im Taschenformat durch Laser, die durch die Halbleiter-Nanotechnologie hergestellt werden.