

# Kohlenstoffnanoröhren I (Manfred Kappes)

Literatur: - S. Reich "Carbon Nanotubes ..."

1.1 Geschichte

1.2 Systematik

1.3 Herstellung

1.4 Elektrisch, optische Eigenschaften

1.5 (n,m) Separation

1.6 Chemische

1.7 Anwendungen

manfred.kappes@chemie.uni-karlsruhe.de  
(wegen Passwort)

SWNTs  $\hat{=}$  einwandige Nanoröhren

## 1.1 Fullerene $C_{60}$ als Enden der Nanoröhren

- 1985  $C_{60}$  nachgewiesen
- 1990  $C_{60}$  nachweis
- 1991 nachweis Kohlenstoffnanoröhren
- 1992 Herstellung von Nanoröhren
- 1993 1 wandige Röhren Herstellung

## 1.2 Systematik

Aufrollen von Graphen



c) schief aufgerollt

**Chiraler Vektor**  $\hat{=}$  Linie die den Umfang beschreibt

Aufgebaut aus Gittervektoren (Einheitsvektoren)

$$\vec{C}_n = n\vec{a} + m\vec{b} = (n, m)$$

Längsachse des Rohrs  $\perp$  zu  $\vec{C}_n$

Durchmesser  $d$ , Winkel  $\theta$



- uniaxiale ZB(5,5), (9,0)  $2u+m=3; i \in \mathbb{N}$
- halbleitend ZB(10,5)  $2u+m \neq 3!$
- Röhre in Bündeln haben andere Eigenschaften als einzelne Bündel bestehen aus ähnlichen Röhren (dunkel)
- Verschiedene Kappen (Struktur bestimmbar)
- Verunreinigungen bei der Herstellung  
Metall Eukalyptus  
SP2 Kohlenstoff, Fulleren, Amorphe Strukturen
- uniaxiale Röhre die nur 1 Sorte Röhre herstellt
- Mehrwandige Röhren, alle metallisch leitend
  - Verstärkung von Polymeren
  - Feldemissionsanwendungen

### 1.3 Herstellung

#### I Graphit-Elektroden (Bogenentladung)

- Metall Eukalyptus  $\Rightarrow$  einwandige Röhren

#### II CVD Gasabscheidung

- Träger  $\hat{=}$  Kat. mit Eisenpartikeln (Struktur gibt Richtung)
- Gas über Träger strömen lassen
- Kernischer Wachstum
- Für große Mengen (Kaugummi "Pappier")

#### III CVD Zeolite

- Vorgeformte Katalysatoren

#### IV Gas-Phasen CVD

- Metallteilchen im Gas mit 10 ppm CO, 5 ppm Fe(CO)<sub>5</sub>, 1500K
- Kostspielig

#### V SWNT

- Laser-Abblations Methode
- wenig Verunreinigungen, Bündel von Einwandigen

• 70% sind einwandige Röhre