

IBMM 2006

Taormina, Sizilien

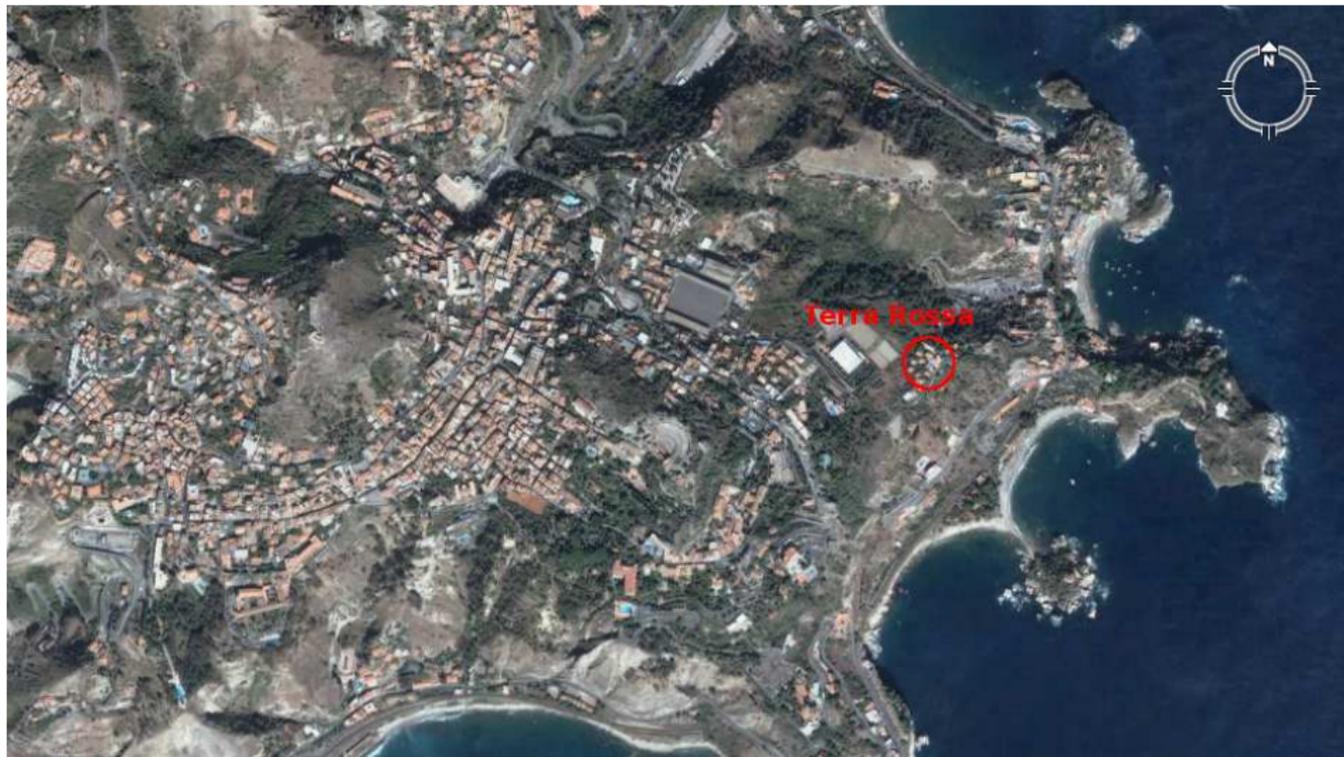
18. - 22.09 2006



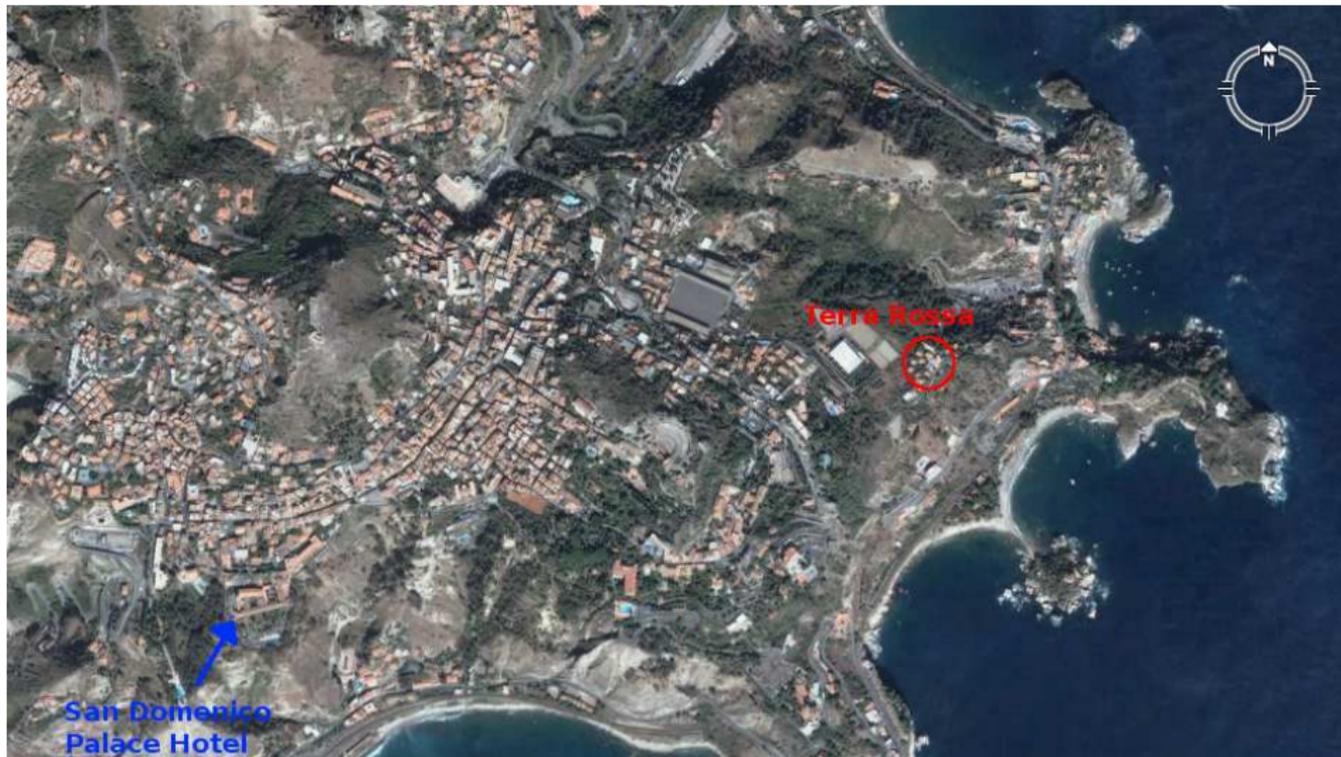
Taormina Map



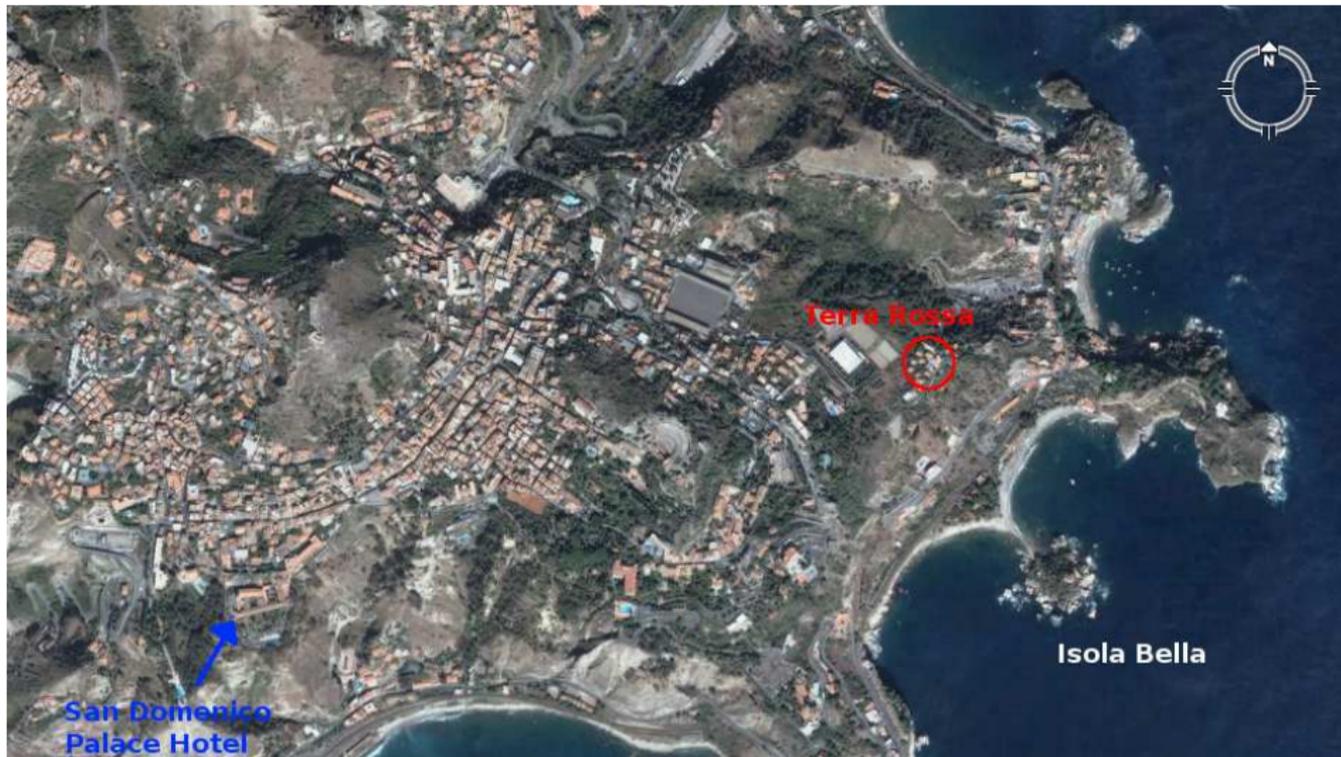
Taormina Map



Taormina Map



Taormina Map



Taormina Map



Taormina Map



Taormina Map



Taormina Map





Ion Beam Modification of Materials

Modifizierung
Synthese
Charakterisierung
von Materialien durch Ionen-
strahlen

Focus:

- ▶ Ionen-Festkörper Wechselwirkung
- ▶ Veränderung der Materialeigenschaften bei/nach Ionenbestrahlung

Die Sessions

- ▶ New trends in ion beam processing
- ▶ Nanocrystals
- ▶ Metallic nanocrystals
- ▶ Single ion implantation
- ▶ Magnetic materials
- ▶ Focused ion beam processing
- ▶ High energy ions irradiation
- ▶ Biomaterials
- ▶ Semiconductors
- ▶ Cluster ion beams
- ▶ Carbon nanotubes and fullerenes
- ▶ Nanofabrication and metals
- ▶ Blistering



Die Sessions

- ▶ Cluster ion beams
- ▶ Ion-solid interactions
- ▶ Ion beam modification of metals
- ▶ Plasma immersion ion implantation
- ▶ Novel applications of ion beam processing
- ▶ Ion beam modification of semiconductors
- ▶ Ion beam modification of insulators and related materials

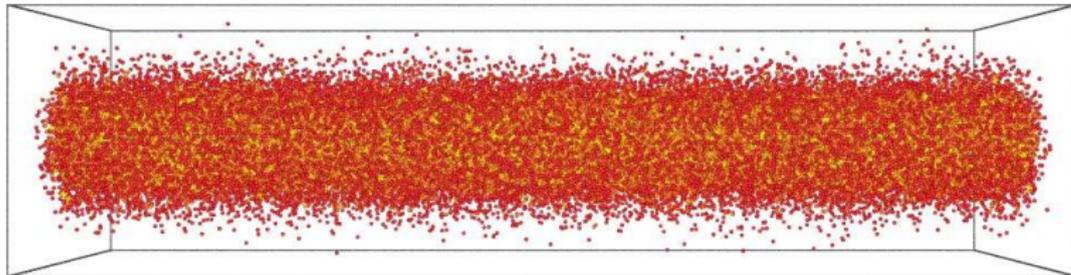


Modeling of FIB-based synthesis of nanowire structures

Lars Röntzsch, Karl-Heinz Heinig

Simulation zur Nanowiresynthese und Zerfall

- ▶ An FIB angepasste TRIM Simulation
→ realistisches 3D Implantationsprofil
- ▶ kinetische Monte Carlo Simulation zur Phasenseparation
→ Formation von NWs entlang der Implantationsspur
→ Zerfall der NWs zu einer Kette aus Nanopartikeln



00000000x10² MCS

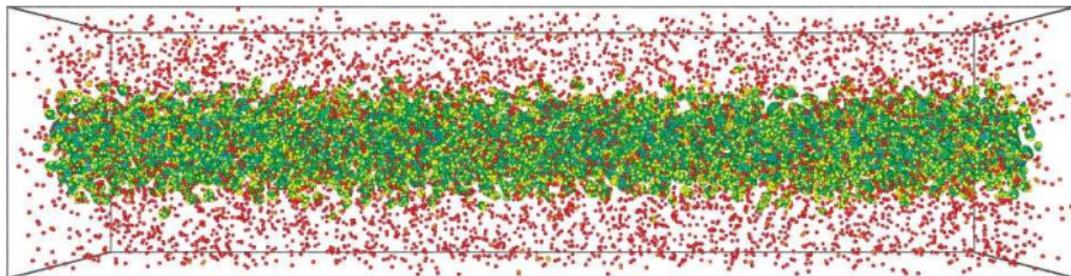
Implantationsprofil

Modeling of FIB-based synthesis of nanowire structures

Lars Röntzsch, Karl-Heinz Heinig

Simulation zur Nanowiresynthese und Zerfall

- ▶ An FIB angepasste TRIM Simulation
→ realistisches 3D Implantationsprofil
- ▶ kinetische Monte Carlo Simulation zur Phasenseparation
→ Formation von NWs entlang der Implantationsspur
→ Zerfall der NWs zu einer Kette aus Nanopartikeln



00000010x10² MCS

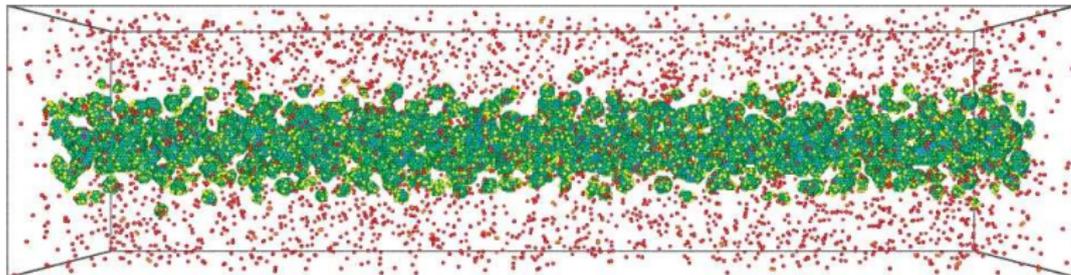
Drahtformation

Modeling of FIB-based synthesis of nanowire structures

Lars Röntzsch, Karl-Heinz Heinig

Simulation zur Nanowiresynthese und Zerfall

- ▶ An FIB angepasste TRIM Simulation
→ realistisches 3D Implantationsprofil
- ▶ kinetische Monte Carlo Simulation zur Phasenseparation
→ Formation von NWs entlang der Implantationsspur
→ Zerfall der NWs zu einer Kette aus Nanopartikeln



00000100x10² MCS

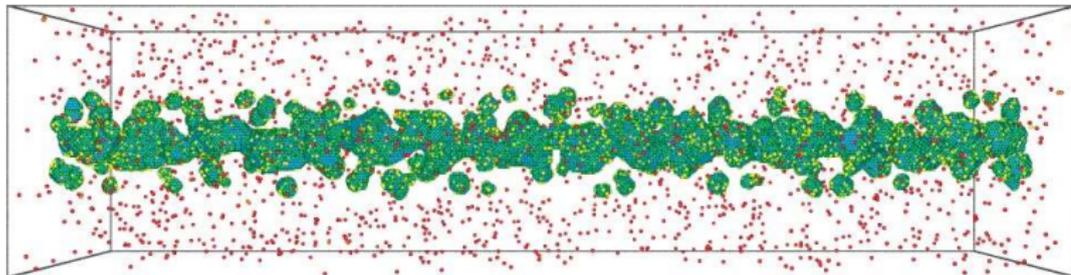
Drahtformation

Modeling of FIB-based synthesis of nanowire structures

Lars Röntzsch, Karl-Heinz Heinig

Simulation zur Nanowiresynthese und Zerfall

- ▶ An FIB angepasste TRIM Simulation
→ realistisches 3D Implantationsprofil
- ▶ kinetische Monte Carlo Simulation zur Phasenseparation
→ Formation von NWs entlang der Implantationsspur
→ Zerfall der NWs zu einer Kette aus Nanopartikeln



0000500x10² MCS

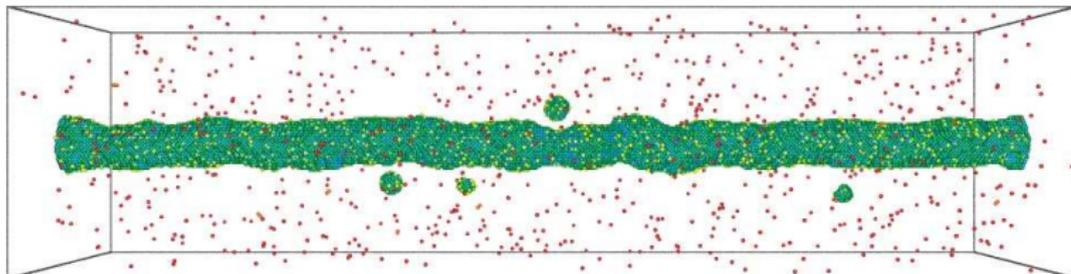
Drahtformation

Modeling of FIB-based synthesis of nanowire structures

Lars Röntzsch, Karl-Heinz Heinig

Simulation zur Nanowiresynthese und Zerfall

- ▶ An FIB angepasste TRIM Simulation
→ realistisches 3D Implantationsprofil
- ▶ kinetische Monte Carlo Simulation zur Phasenseparation
→ Formation von NWs entlang der Implantationsspur
→ Zerfall der NWs zu einer Kette aus Nanopartikeln



00002000x10² MCS

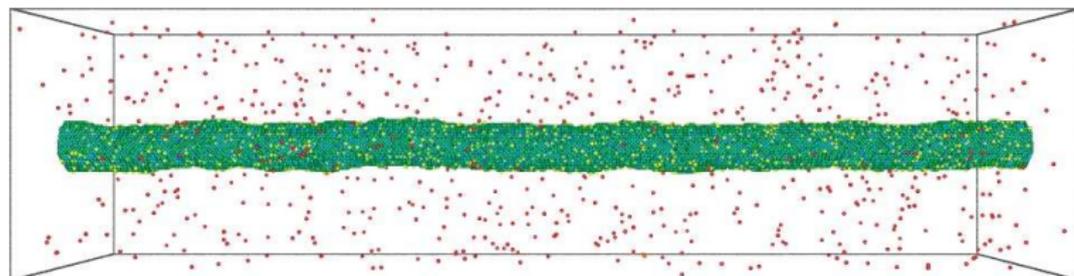
Drahtformation

Modeling of FIB-based synthesis of nanowire structures

Lars Röntzsch, Karl-Heinz Heinig

Simulation zur Nanowiresynthese und Zerfall

- ▶ An FIB angepasste TRIM Simulation
→ realistisches 3D Implantationsprofil
- ▶ kinetische Monte Carlo Simulation zur Phasenseparation
→ Formation von NWs entlang der Implantationsspur
→ Zerfall der NWs zu einer Kette aus Nanopartikeln



00004000x10² MCS

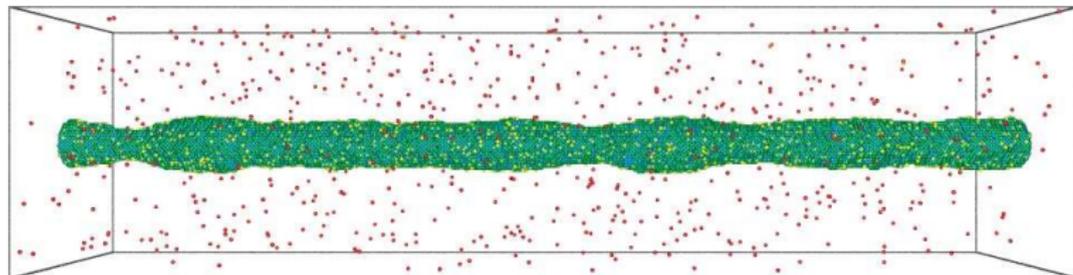
Drahtformation

Modeling of FIB-based synthesis of nanowire structures

Lars Röntzsch, Karl-Heinz Heinig

Simulation zur Nanowiresynthese und Zerfall

- ▶ An FIB angepasste TRIM Simulation
→ realistisches 3D Implantationsprofil
- ▶ kinetische Monte Carlo Simulation zur Phasenseparation
→ Formation von NWs entlang der Implantationsspur
→ Zerfall der NWs zu einer Kette aus Nanopartikeln



00060000x10² MCS

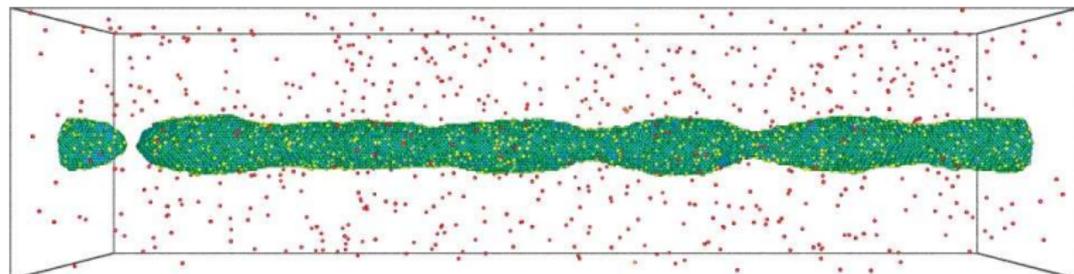
Zerfall zu einer Kette aus Nanopartikeln

Modeling of FIB-based synthesis of nanowire structures

Lars Röntzsch, Karl-Heinz Heinig

Simulation zur Nanowiresynthese und Zerfall

- ▶ An FIB angepasste TRIM Simulation
→ realistisches 3D Implantationsprofil
- ▶ kinetische Monte Carlo Simulation zur Phasenseparation
→ Formation von NWs entlang der Implantationsspur
→ Zerfall der NWs zu einer Kette aus Nanopartikeln



00070000x10² MCS

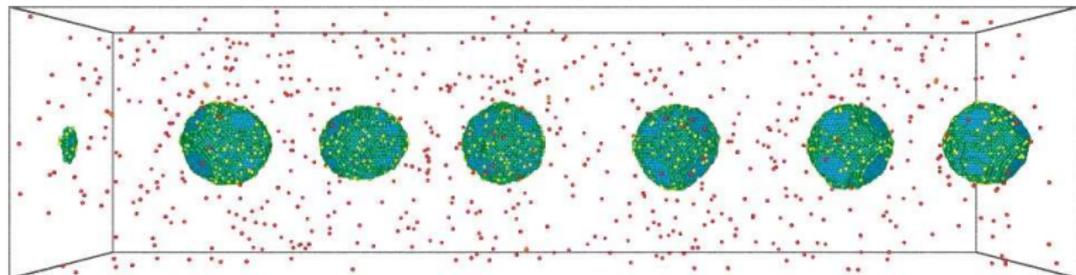
Zerfall zu einer Kette aus Nanopartikeln

Modeling of FIB-based synthesis of nanowire structures

Lars Röntzsch, Karl-Heinz Heinig

Simulation zur Nanowiresynthese und Zerfall

- ▶ An FIB angepasste TRIM Simulation
→ realistisches 3D Implantationsprofil
- ▶ kinetische Monte Carlo Simulation zur Phasenseparation
→ Formation von NWs entlang der Implantationsspur
→ Zerfall der NWs zu einer Kette aus Nanopartikeln



00115000x10² MCS

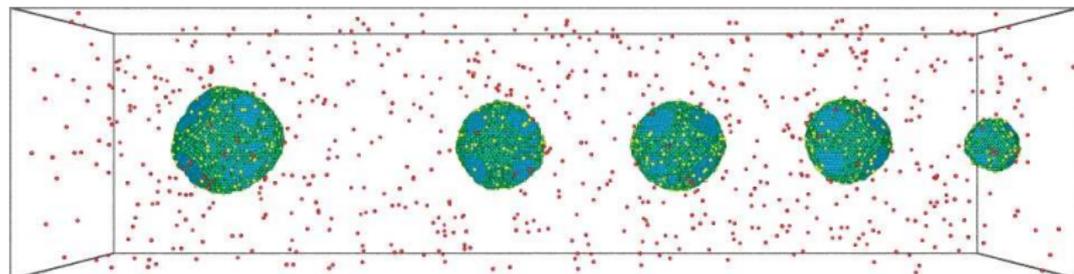
Zerfall zu einer Kette aus Nanopartikeln

Modeling of FIB-based synthesis of nanowire structures

Lars Röntzsch, Karl-Heinz Heinig

Simulation zur Nanowiresynthese und Zerfall

- ▶ An FIB angepasste TRIM Simulation
→ realistisches 3D Implantationsprofil
- ▶ kinetische Monte Carlo Simulation zur Phasenseparation
→ Formation von NWs entlang der Implantationsspur
→ Zerfall der NWs zu einer Kette aus Nanopartikeln



00900000x10² MCS

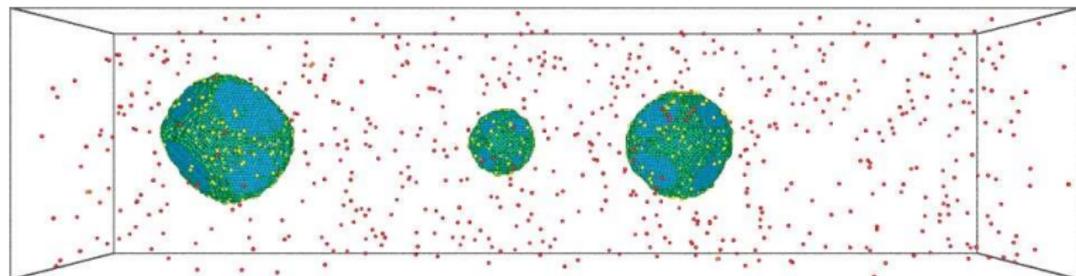
Zerfall zu einer Kette aus Nanopartikeln

Modeling of FIB-based synthesis of nanowire structures

Lars Röntzsch, Karl-Heinz Heinig

Simulation zur Nanowiresynthese und Zerfall

- ▶ An FIB angepasste TRIM Simulation
→ realistisches 3D Implantationsprofil
- ▶ kinetische Monte Carlo Simulation zur Phasenseparation
→ Formation von NWs entlang der Implantationsspur
→ Zerfall der NWs zu einer Kette aus Nanopartikeln



01600000x10² MCS

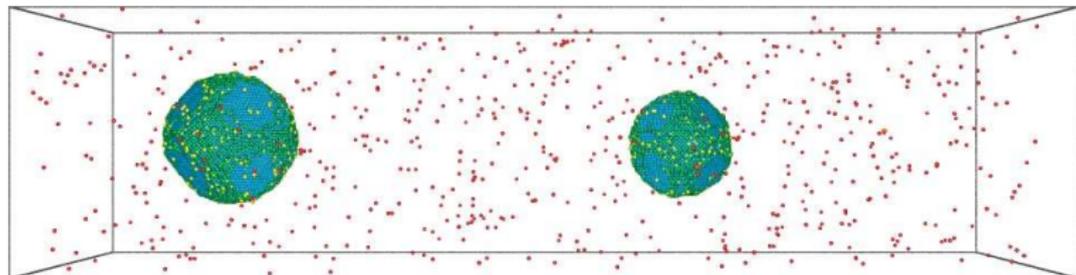
Zerfall zu einer Kette aus Nanopartikeln

Modeling of FIB-based synthesis of nanowire structures

Lars Röntzsch, Karl-Heinz Heinig

Simulation zur Nanowiresynthese und Zerfall

- ▶ An FIB angepasste TRIM Simulation
→ realistisches 3D Implantationsprofil
- ▶ kinetische Monte Carlo Simulation zur Phasenseparation
→ Formation von NWs entlang der Implantationsspur
→ Zerfall der NWs zu einer Kette aus Nanopartikeln



03000000x10² MCS

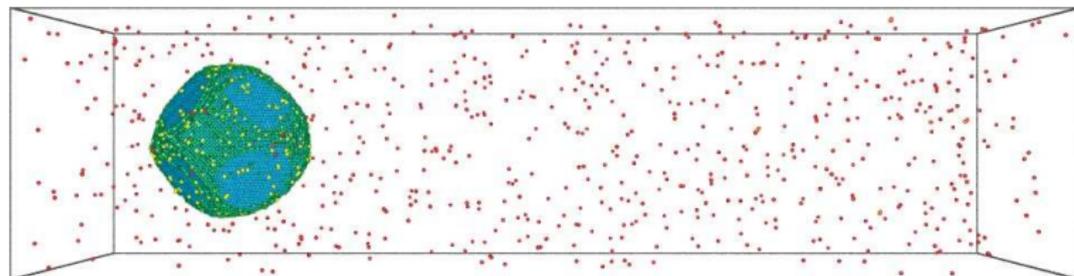
Zerfall zu einer Kette aus Nanopartikeln

Modeling of FIB-based synthesis of nanowire structures

Lars Röntzsch, Karl-Heinz Heinig

Simulation zur Nanowiresynthese und Zerfall

- ▶ An FIB angepasste TRIM Simulation
→ realistisches 3D Implantationsprofil
- ▶ kinetische Monte Carlo Simulation zur Phasenseparation
→ Formation von NWs entlang der Implantationsspur
→ Zerfall der NWs zu einer Kette aus Nanopartikeln



05000000x10² MCS

Zerfall zu einer Kette aus Nanopartikeln

Modeling of FIB-based synthesis of nanowire structures

Lars Röntzsch, Karl-Heinz Heinig

Unterschiedlich starke treibende Kräfte

Relaxationsvorgänge zum thermodynamischen Gleichgewicht

- ▶ Gewinn an freier Energie
 - durch Phasenseparation
 - durch Reduktion von Oberflächenkrümmungen
- ▶ Rayleigh Instabilität /
Minimierung der freien Energie der Grenzfläche

⇒ Drahtformation und Zerfall zeitlich getrennt voneinander

Anwendungen

- ▶ Oberflächen-Plasmon-Polariton Wellenleiter
- ▶ Bevorzugter Zerfall an Kreuzungen/Ecken/Enden
(T/X-Junctions)
→ Ein-Elektron-Transistor

Ion and electron beam modification of carbon nanotubes

A. V. Krasheninnikov

Zusammenfassung des Fortschrittes im Gebiet
Ionenstrahl-induzierter Phänomene in Kohlenstoff-Nanostrukturen

Veränderung

- ▶ mechanischer
- ▶ elektrischer
- ▶ magnetischer

Eigenschaften von NTs durch

- ▶ Ionenbestrahlung
- ▶ Einfluß eines Elektronenstrahls

Simulation der Kollisionen energetischer Teilchen mit
Kohlenstoff-Nanostrukturen

- ▶ MD Simulationen mit empirischen Potentialen
- ▶ Dichtefunktionaltheorie Rechnungen

Vergleich mit experimentellen Daten

Ion and electron beam modification of carbon nanotubes

A. V. Krasheninnikov

Einfluss durch Ionenbestrahlung

einzelne SWNT: exzellente mechanische Eigenschaften

→ neue Generation von Materialien aus SNWTs

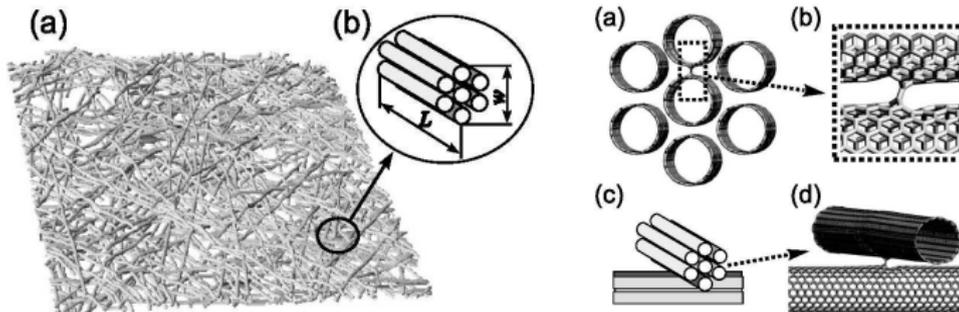
schwache Wechselwirkung zwischen NT-Bündeln

→ sehr viel schlechter Festigkeiten als bei SWNT

Bestrahlung mit energetischen Teilchen

→ intertube covalent bonds

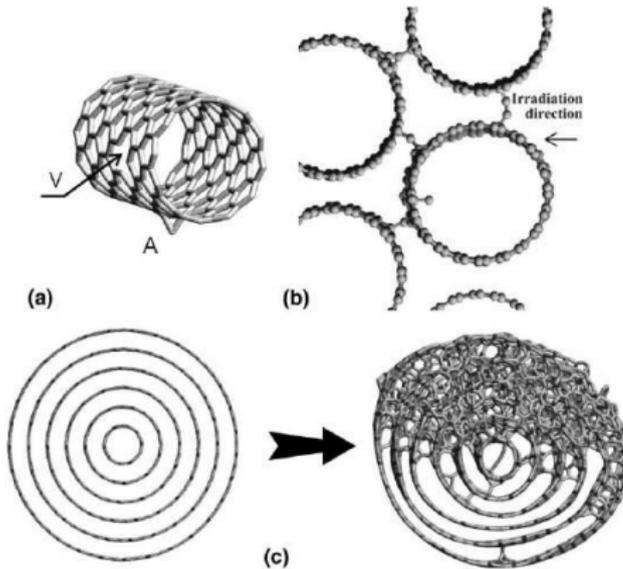
→ Erhöhung der Festigkeit um 1-2 Größenordnungen



Ion and electron beam modification of carbon nanotubes

A. V. Krasheninnikov

Einfluss durch Ionenbestrahlung



a) Leerstelle und zweifach koordinierter Kohlenstoff

b) NT-Bündel nach Aufprall eines 500 eV Ar Ions

c) MWNT vor und nach 300 eV Ar Bestrahlung, $D = 2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$

Ion and electron beam modification of carbon nanotubes

A. V. Krasheninnikov

Einfluss eines hochenergetischen Elektronenstrahls

Ziel

NTs als Pipeline für den Transport von Atomen

Theoretische Untersuchungen

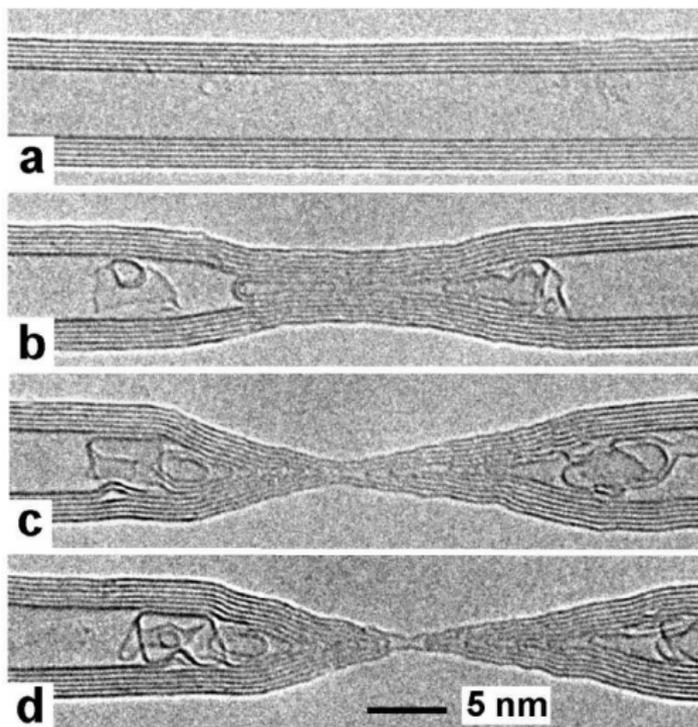
Mobilität/Diffusion von Atomen im zylindrischen Hohlraum der NTs sehr viel höher als in kompakten kristallinen oder amorphen Bulkmaterial

Untersuchung

Injektion von Kohlenstoffatomen in den Hohlraum der NTs durch Bestrahlung mit hochenergetischen Elektronen (im TEM)

Ion and electron beam modification of carbon nanotubes

A. V. Krasheninnikov



- ▶ Schwellwert für Versetzungen und Erzeugung von defekten abhängig vom NT-Radius (Spannung auf Grund der Krümmung)
- ▶ NTs schrumpfen durch Verlust der Atome
- ▶ Diffusion der Atome im Hohlraum in axialer Richtung → NTs scheinen Ideal als Pipelines auf atomarer Skala

Fazit:

Die Teilnahme an der Konferenz hat sich gelohnt! ;)

