

**Modulbezeichnung:** **Top-Down Nanostrukturierung (Nano\_Top\_Down)** **10 ECTS**  
(Top Down Nanostructuring)

Modulverantwortliche/r: Martin März

Lehrende: Michael Jank, Andreas Erdmann, Stefan M. Rosiwal

---

Startsemester: WS 2020/2021	Dauer: 2 Semester	Turnus: halbjährlich (WS+SS)
Präsenzzeit: 120 Std.	Eigenstudium: 180 Std.	Sprache: Deutsch und Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

- Nanoelektronik (SS 2021, Vorlesung, 2 SWS, Michael Jank)
- Beschichtungstechnologie (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Stefan M. Rosiwal)
- Optical Lithography: Technology, Physical Effects, and Modelling (WS 2020/2021, Vorlesung, 2 SWS, Andreas Erdmann)
- Übung zu Optical Lithography (WS 2020/2021, Übung, 2 SWS, Andreas Erdmann)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

**Nanoelektronik**

Kenntnisse aus den Vorlesungen Halbleiterbauelemente bzw. Nano IV - Halbleiter.

**Beschichtungstechnologie**

Grundkenntnisse Anorganische Chemie, Phasendiagramme

---

**Inhalt:**

**Nanoelektronik**

1. Skalierung von MOS Transistoren
2. Neue Architekturen und Materialien für Nano-MOS-Bauelemente
3. Erzeugung kleinster Strukturen
4. Bauelemente der nichtflüchtigen Datenspeicherung
5. Bauelemente mit einzelnen Elektronen
6. Prinzipielle Grenzen

**Optical Lithography**

This course reviews different types of optical lithographies and compares them to other methods. The advantages, disadvantages, and limitations of lithographic methods are discussed from different perspectives. Important components of lithographic systems, such as masks, projection systems, and photoresist will be described in detail. Physical and chemical effects such as the light diffraction from small features on advanced photomasks, image formation in high numerical aperture systems, and coupled kinetic/diffusion processes in modern chemical amplified resists will be analysed. The course includes an in-depth introduction to lithography simulation which is used to devise and optimize modern lithographic processes.

**Beschichtungstechnologie**

- Aufbau technischer Oberflächen
- Vorstellung Beschichtungsverfahren in der Technik
- Eigenschaften und Unterschiede der Dünnschichtverfahren Physical Vapour Deposition (PVD) und Chemical Vapour Deposition (CVD)
- Stand der Technik der Diamant-Synthese (High Pressure High Temperature, Mikrowave Plasma CVD, Hot-Filament CVD) und Anwendungen
- Abhängigkeit des Diamantwachstums von den CVD-Parametern
- Wechselwirkung unterschiedlicher Substrate (Eisen, Silizium, Titan) mit den CVD-Beschichtungsbedingungen
- Einflussfaktoren auf die Haftung von CVD Schichten
- Erzielbare Oberflächeneigenschaften der CVD-Diamant Substratverbunde
- Neue Anwendungsbereiche: CVD-Diamantelektroden für die Wasserreinigung Thermoelektrische Generatoren auf CVD-Diamantbasis Redox-Flow Batterien mit CVD-Diamantelektroden

**Lernziele und Kompetenzen:**

**Nanoelektronik**

Die Studierenden

- erklären den Aufbau und die Funktionsweise nanoelektronischer Bauelemente
- beschreiben die Herstellungsmethoden für nanoelektronische Bauelemente
- analysieren die prinzipiellen Probleme, die sich für Bauelemente im Nanometerbereich ergeben
- diskutieren unterschiedliche Lösungsansätze für zukünftige Bauelemente
- bewerten Vor- und Nachteile sowie Grenzen aktueller Trends und Entwicklungen auf dem Gebiet nanoelektronischer Bauelemente

### **Optical Lithography**

The goals of this lecture are

- understand the principles of optical projection lithography
- learn how optical resolution enhancements work
- get an overview on alternative lithographic techniques
- get an introduction to lithography simulation
- understand the role of nanoscale light scattering effects

### **Beschichtungstechnologie**

- Kennenlernen und Verstehen der Wechselwirkung technischer Oberflächen mit Beschichtungsverfahren speziell bei erhöhten Temperaturen
- Verstehen des Zusammenhanges von Werkstoffeigenschaften und Beschichtungsparametern auf die Funktionalität der Beschichtung
- Erlernen und Verstehen des Eigenschaftspotentials von CVD Diamantschichten für innovative Anwendungen

### **Literatur:**

#### **Nanoelektronik**

- S. Wolf: Silicon Processing for the VLSI Era: Volume 3 - The Submicron MOSFET, Lattice Press, 1995
- S. Wolf: Silicon Processing for the VLSI Era: Volume 4 - Deep-Submicron Process Technology, Lattice Press, 2002
- C. Y. Chang, S. M. Sze: ULSI - Technology, MacGraw-Hill, 1996
- K. Goser, P. Glösekötter, J. Dienstuhl: Nanoelectronics and Nanosystems, Springer-Verlag, 2004
- H. Xiao, Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, Prentice Hall, 2001
- R. Waser (ed.): Nanoelectronics and Information Technology: Materials, Processes, Devices, 2. Auflage, Wiley-VCH, 2005

#### **Beschichtungstechnologie**

---

### **Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:**

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

#### **[1] Nanotechnologie (Master of Science)**

(Po-Vers. 2020w | TechFak | Nanotechnologie (Master of Science) | Gesamtkonto | Top-Down Nanostrukturierung)

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Mündliche Prüfung zu Top-Down Nanostrukturierung (Prüfungsnummer: 57701)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100% Prüfungssprache: Deutsch

Erstablingung: SS 2021, 1. Wdh.: WS 2021/2022

1. Prüfer: Jank/Rosival (T10051)