

---

**Modulbezeichnung:** Nanoelektronik (Nano) 2.5 ECTS  
 (Nanoelectronics)

Modulverantwortliche/r: Michael Jank  
 Lehrende: Michael Jank

---

|                        |                       |                       |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Startsemester: SS 2021 | Dauer: 1 semester     | Turnus: jährlich (SS) |
| Präsenzzeit: 30 Std.   | Eigenstudium: 45 Std. | Sprache: Deutsch      |

---

**Lehrveranstaltungen:**  
 Nanoelektronik (SS 2021, Vorlesung, 2 SWS, Michael Jank)

---

**Empfohlene Voraussetzungen:**

Kenntnisse aus den Vorlesungen Halbleiterbauelemente bzw. Nano IV und Prozessintegration und Bauelementearchitektur wünschenswert

---

**Inhalt:**

1. Skalierung von MOS Transistoren:  
 Einsatzspannungs-Absenkung, „Subthreshold Slope“ Band-Band Tunneln, „Drain Induced Barrier Lowering“, Beweglichkeitsdegradation, Tunnelströme, Gateverarmung, Dotierstofffluktuationen, Zuverlässigkeit
2. Neue Architekturen und Materialien für Nano-MOS-Bauelemente:  
 Hoch epsilon Dielektrika, „Metal Gate“ Elektroden, „Strained Silicon“, SiGe, GeOI, FinFET, TriGate Transistoren, Nanowire Strukturen (Si-Nanotubes, Carbon Nanotubes), Vertikale MOS Strukturen, Schottky MOS
3. Erzeugung kleinster Strukturen:  
 Optische Lithographie für sub-50 nm, EUV Lithographie, Elektronenstrahl- und Ionenstrahlolithographie, Druck und Prägetechniken, Selbstorganisation
4. Bauelemente der nichtflüchtigen Datenspeicherung:  
 Ladungsspeicherung in Dielektrika und Nanokristallen (Flash EPROM), Multibit Zellen, Ferroelektrische Speicherzellen, Widerstandsprogrammierbare Zellen (MRAM, PCM, spannungs-programmierbare Zellen)
5. Bauelemente mit einzelnen Elektronen:  
 Single Electron Device, Resonantes Tunneln, Schaltbare Moleküle
6. Prinzipielle Grenzen:  
 Quantenmechanische Grenze, Thermische Grenze, Statistische Grenze

**Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

*Fachkompetenz*

*Anwenden*

- erklären den Aufbau und die Funktionsweise nanoelektronischer Bauelemente
- beschreiben die Herstellungsmethoden für nanoelektronische Bauelemente

*Analysieren*

- analysieren die prinzipiellen Probleme, die sich für Bauelemente im Nanometerbereich ergeben
- diskutieren unterschiedliche Lösungsansätze für zukünftige Bauelemente

*Evaluiieren (Beurteilen)*

- bewerten Vor- und Nachteile sowie Grenzen aktueller Trends und Entwicklungen auf dem Gebiet nanoelektronischer Bauelemente

**Literatur:**

- 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

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Nanoelektronik (Prüfungsnummer: 67801)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

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

1. Prüfer: Michael Jank (100280)

---