

**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

---

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

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

#### **[1] Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2015s | TechFak | Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Master of Science) | Gesamtkonto  
| Studienrichtung Mikroelektronik | Vertiefungsmodule Mikroelektronik | Nanoelektronik)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Berufspädagogik Technik (Bachelor of Science)", "Berufspädagogik Technik (Master of Education)", "Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Bachelor of Science)", "Mechatronik (Master of Science)" verwendbar.

---

### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Nanoelektronik (Prüfungsnummer: 67801)

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

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

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

1. Prüfer: Michael Jank

---