

## Modul Nr. 19 Grundlagen Nanowissenschaften

<b>Bezeichnung</b>
--------------------

Grundlagen Nanowissenschaften

**Zusatz**

Struktur des Festkörpers, Phononen, Elektronen, Oberflächen, Supraleitung, Magnetismus, Herstellung von Nanostrukturen, physikalische Phänomene in Nanostrukturen

**Art der Veranstaltung**

1. Vorlesung F&O I (4 SWS) mit Demonstrations-  
experimenten  
2. Vorlesung Nanostrukturphysik I (2 SWS) mit Übung/ Praktikum  
(1 SWS)

**Leistungspunkte (LP)**

Die Anrechnung der Übung erfolgt über die "Individuelle Ergänzung"  
5 + 5

**Kurzbeschreibung**

Die Veranstaltungen führen die Studierenden in die Konzepte, Methoden und Ergebnisse der modernen Festkörper- und Oberflächenphysik ein und vertiefen die Kenntnisse speziell zur Herstellung von und zu physikalischen Phänomenen in Nanostrukturen.

**Voraussetzungen**

F&O I : Physik I-III  
Nanostrukturphysik I: F&O I

**Prüfungsanforderungen**

Stoff der Vorlesungen und des Praktikums

**Leistungsnachweis**

eine Klausur oder eine mündliche Prüfung, benotet,  
zu Teil 1 und Teil 2

### Inhalte/ Ziele

Die Studierenden lernen die wichtigsten strukturellen Eigenschaften von Festkörpern und die für periodische Gitter entwickelten grundlegenden Begriffe und theoretische Konzepte kennen. Sie erwerben grundlegende Kenntnisse zu den experimentellen Methoden, verstehen die wesentlichen Phänomene, die das Verhalten kondensierter Materie kennzeichnen und erwerben Einblick in deren technologische Anwendungen.

Aufbauend auf diesen Kenntnissen lernen die Studierenden die wichtigsten Konzepte zur Herstellung von Nanostrukturen (physikalisch, chemisch) kennen, die besonders in Nanostrukturen auftauchenden physikalischen Phänomene (Coulombblockade, Quantisierungseffekte, magnetische Kopplungseffekte) und die theoretischen Modellvorstellungen zu deren Beschreibung kennen.

Der Inhalt der Lehrveranstaltungen besteht aus folgenden thematischen Einheiten:

#### **Festkörper- und Oberflächenphysik I:**

Kernpunkte der Veranstaltung sind:

- Aufbau kondensierter Materie (Kristalle, amorphe Systeme)
- Konzepte zur Beschreibung periodischer Strukturen (Gitter, Basis, reziprokes Gitter)
- Strukturbestimmung (Röntgen-, Elektronen- und Neutronenbeugung, Rastermethoden)
- Bindungstypen- und Energien
- Elastische Eigenschaften und Gitterschwingungen
- Thermische Eigenschaften (Wärmeleitung, -kapazität)
- Metallisches Verhalten: das Modell des Freien Elektronengases (elektrische Leitfähigkeit, Abschirmung,

Hall-Effekt)

- Das fast Freie Elektronengas: Elektronische Bandstruktur (Bänder, Bandlücken)
- Metalle
- Besonderheiten an Oberflächen
- Isolatoren und Halbleiter
- Magnetische Eigenschaften
- Phänomenologie der Supraleitung

### **Nanostrukturphysik I:**

Diese Vorlesung behandelt die physikalischen Grundlagen der modernen Nanowissenschaften und Nanotechnologien. Diese umfassen die Herstellung, Charakterisierung, Struktur und physikalischen Eigenschaften von dünnen Schichten und Nanostrukturen. Aufgrund veränderter mechanischer, elektrischer, optischer, magnetischer, etc. Eigenschaften in Nanometerdimensionen eröffnen sich neue Anwendungsgebiete in unterschiedlichsten Industriesparten. Ein Verständnis dafür soll erarbeitet werden.

### **Lehre und Selbststudium**

Die Lehrveranstaltungen bestehen aus den beiden medienunterstützten Vorlesungen. Zu den Vorlesungen sollen sich die Studierenden das Verständnis deren Stoffs anhand von Lehrbüchern und Internetangeboten erarbeiten. Die Studierenden erhalten Unterstützung von den Lehrenden und den Tutoren des Praktikums.

### **Anforderungen und Einzelleistungen (Prüfungen)**

Die Studierenden nehmen regelmäßig an den Veranstaltungen des Moduls 19 teil. In dem Praktikum wird ihre Teilnahme (d.h. regelmäßige Anwesenheit und aktive Mitarbeit) kontrolliert. Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen, die sich auf die Vorlesungen und den Praktikumsaufgaben bezieht. Wenn die Studierenden die Voraussetzungen erfüllen und die Klausur bestanden haben, erhalten sie für das Modul 10 LP gutgeschrieben. Die Note der Klausur geht in die Abschlussnote für den B.Sc. ein. Die Dozenten können wahlweise entscheiden, ob zum Abschluß des Moduls anstelle einer Klausur ein mündlicher Leistungsnachweis durchgeführt wird.

### **Angebotsturnus**

Es wird empfohlen, das Modul im 4. Semester mit der Vorlesung F&O I zu beginnen und im 5. Semester mit der Vorlesung Nanostrukturphysik und der Klausur abzuschließen. Die Vorlesungen bzw. das Praktikum des Moduls werden jeweils im Sommersemester (F & O I) und Wintersemester (Nanostrukturphysik) angeboten.

### **Lehrende**

Die Lehrenden sind Professor(inn)en und Dozenten der Experimentalphysik im Wechsel. In dem Praktikum werden die Studierenden von in der Regel erfahrenen Tutoren betreut.

### **Literatur**

Die Veranstaltung folgt keinem bestimmten Lehrbuch. Zu Beginn der Veranstaltung wird unterstützende Literatur bekannt gegeben.

Folgende beispielhafte Standardwerke sind zu empfehlen:

Zur Vorlesung und den Übungen Festkörper- und Oberflächenphysik I:

Kittel: Einführung in die Festkörperphysik

Ashcroft/Mermin: Solid State Physics

Weißmantel / Hamann: Grundlagen der Festkörperphysik

Hänsel/Neumann: Physik – Moleküle und Festkörper

Henzler/Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers

Zur Vorlesung Nanostrukturphysik:

Tsuneya: Mesoscopic physics and electronics

Wiesendanger: Scanning probe microscopy: analytical methods

Buot: Mesoscopic physics and nanoelectronics: nanoscience and nanotechnology

Nalwa: Encyclopedia of nanoscience and nanotechnology