

---

**Modulbezeichnung:** Nano-Optics (PW-NanoOptics) **5 ECTS**  
 (Nano-Optics)

Modulverantwortliche/r: Peter Banzer

Lehrende: Peter Banzer

---

Startsemester: SS 2018

Dauer: 1 Semester

Turnus: unregelmäßig

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Nano-Optics (SS 2018, Vorlesung, 2 SWS, Peter Banzer)

---

**Inhalt:**

0. GENERAL CONCEPTS AND BUZZWORDS
1. NOTATIONS
2. A HISTORICAL VIEW ON NANO-OPTICS
3. BASICS AND FUNDAMENTALS
  - 3.1. LIGHT'S POLARIZATION AND ANGULAR MOMENTUM
  - 3.2. MAXWELL'S EQUATIONS AND THE WAVE EQUATION
  - 3.3. BOUNDARY CONDITIONS
  - 3.4. THE PARAXIAL WAVE EQUATION AND GAUSSIAN BEAMS
  - 3.5. PROPAGATING VERSUS EVANESCENT FIELDS
4. NONPARAXIAL PROPAGATION AND TIGHT FOCUSING
  - 4.1. THE ANGULAR SPECTRUM REPRESENTATION
  - 4.2. VECTORIAL DIFFRACTION THEORY
  - 4.3. FOCAL FIELDS
  - 4.4. STRUCTURED LIGHT AND FOCAL FIELD ENGINEERING
  - 4.5. PECULIARITIES OF SPATIALLY CONFINED ELECTROMAGNETIC FIELDS
    - 4.5.1. PHOTONIC WHEELS
5. LIGHT-MATTER-INTERACTIONS AT THE NANOSCALE
  - 5.1. PLASMONIC VERSUS DIELECTRIC SCATTERERS
  - 5.2. MULTIPOLE DECOMPOSITION AND DIPOLE EMISSION
    - 5.2.1. OTHER NUMERICAL/THEORETICAL METHODS
  - 5.3. INTERACTION OF STRUCTURED LIGHT WITH INDIVIDUAL NANOSTRUCTURES
  - 5.4. SELECTED APPLICATIONS:
    - 5.4.1. METAMATERIALS - FROM NEGATIVE REFRACTION TO INVISIBILITY CLOAKS
    - 5.4.2. NANOPARTICLE-BASED COLORING
    - 5.4.3. TRAFFIC-CONTROL FOR LIGHT AT THE NANOSCALE
    - 5.4.4. MEASURING LIGHT AT THE NANOSCALE
  - 5.5. QUANTUM EMITTERS
6. MICROSCOPY AND NANOSCOPY
  - 6.1. RAYLEIGH'S CURSE AND (LINEAR) RESOLUTION LIMITS
  - 6.2. 'FAR-FIELD' MICROSCOPY
    - 6.2.1. SELECTED TECHNIQUES AND THEIR WORKING PRINCIPLE
  - 6.3. (NONLINEAR) SUPERRESOLUTION AND LOCALIZATION-BASED MICROSCOPY
  - 6.4. NEAR-FIELD SCANNING OPTICAL MICROSCOPY (NSOM)
    - 6.4.1. THE HISTORY OF NSOM IN A NUTSHELL
    - 6.4.2. DIFFERENT CATEGORIES OF NSOM
7. TRAP BEAMS AND OPTICAL TWEEZERS
  - 7.1. OPTICAL FORCES AND TORQUES
  - 7.2. TRAPPING AND MANIPULATING MICROPARTICLES WITH LIGHT FIELDS
8. SNEAK PEEK: THE WORLD OF THE FIELD OF PLASMONICS
  - 8.1. INTERACTION OF LIGHT WITH METALS
    - 8.1.1. OPTICAL PROPERTIES OF METALS - THE DRUDE MODEL
    - 8.1.2. PERMITTIVITY AND DIELECTRIC FUNCTION

- 8.2. SURFACE PLASMON POLARITONS (SPP)
- 8.2.1. EXCITATION OF SPPS AND PLASMON DISPERSION
- 8.3. LOCALIZED PARTICLE PLASMONS
- 8.3.1. LOCAL FIELD ENHANCEMENT
- 9. NANOFABRICATION IN A NUTSHELL
- 9.1. ELECTRON-BEAM LITHOGRAPHY (EBL)
- 9.2. FOCUSED ION-BEAM MILLING (FIB)
- 9.3. PICK-AND-PLACE HANDLING OF NANOSTRUCTURES

#### **Lernziele und Kompetenzen:**

Die Studierenden

- erläutern die wesentliche Inhalte der Vorlesung
- wenden die Methoden auf konkrete Beispiele an

#### **Literatur:**

Principles of Nano-Optics by Lukas Novotny and Bert Hecht, Cambridge University Press, ISBN: 978-1107005464

---

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

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

**[1] Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Bachelor of Science): ab 5. Semester**

(Po-Vers. 2010 | NatFak | Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Bachelor of Science) | Bachelorprüfung | Physikalische Wahlfächer)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Physics (Master of Science)", "Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)", "Physik (Bachelor of Science)", "Physik (Master of Science)", "Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Master of Science)" verwendbar.

---

#### **Studien-/Prüfungsleistungen:**

Nano-Optics (Prüfungsnummer: 939191)

(englische Bezeichnung: Nano-Optics)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 25

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

Erstablesung: SS 2018, 1. Wdh.: SS 2018 (nur für Wiederholer)

1. Prüfer: Peter Banzer

---

#### **Organisatorisches:**

Lecture starts April 18, 2018