

---

**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. TRACTOR 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] **Physics (Master of Science): ab 1. Semester**  
(Po-Vers. 2015s | NatFak | Physics (Master of Science) | Master's examination | Physics elective courses)
- [2] **Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)**  
(Po-Vers. 2007 | NatFak | Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien) | Module Fachwissenschaft Physik | Wahlpflichtbereich | Weitere Module aus dem Wahlpflichtbereich 1)
- [3] **Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien)**  
(Po-Vers. 2010 | NatFak | Physik (1. Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien) | Module Fachwissenschaft Physik | Wahlpflichtbereich | Weitere Module aus dem Wahlpflichtbereich 1)
- [4] **Physik (Bachelor of Science): ab 5. Semester**  
(Po-Vers. 2007 | NatFak | Physik (Bachelor of Science) | alte Prüfungsordnungen | Bachelorprüfung | Physikalische Wahlfächer)
- [5] **Physik (Bachelor of Science): ab 5. Semester**  
(Po-Vers. 2010 | NatFak | Physik (Bachelor of Science) | Regulärer Bachelorstudiengang | Module des 3. bis 6. Fachsemesters | Physikalische Wahlfächer)
- [6] **Physik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2010 | NatFak | Physik (Master of Science) | Masterprüfung | Physikalische Wahlfächer)
- [7] **Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Bachelor of Science): ab 5. Semester**  
(Po-Vers. 2007 | NatFak | Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Bachelor of Science) | Bachelorprüfung | Physikalische Wahlfächer)
- [8] **Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Bachelor of Science): ab 5. Semester**  
(Po-Vers. 2010 | NatFak | Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Bachelor of Science) | Bachelorprüfung | Physikalische Wahlfächer)
- [9] **Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2010 | NatFak | Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Master of Science) | Masterprüfung | Physikalische Wahlfächer)
- [10] **Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Master of Science): ab 1. Semester**  
(Po-Vers. 2015s | NatFak | Physik mit integriertem Doktorandenkolleg (Master of Science) | Masterprüfung | Physics elective courses)

#### 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

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

1. Prüfer: Peter Banzer

---

**Organisatorisches:**

Lecture starts April 18, 2018