

Labor- und Messtechnik in der Biophysik (mit Übungen und Seminar)

(Prof. B. Hecht mit Prof. G. Harms, Prof. P. Jakob, Prof. M. Sauer)

4 St., Fr 13.30-16.30, SE 1

Die Veranstaltung umfasst 4 SWS Vorlesungen und Übungen/Seminar für Studierende ab dem 5. Fachsemester. Sie richtet sich an Studierende der Nanostrukturtechnik als Wahlpflichtveranstaltung nach dem Vordiplom (N) und an Studierende der Physik als Zulassungsvoraussetzung für das Prüfungsfach Angewandte Physik (S).

Inhalt:

Gegenstand der Vorlesung sind relevante Grundlagen von Molekularbiologie bis Zellbiologie sowie physikalische Grundlagen biophysikalischer Verfahren zu Untersuchung und Manipulation von biologischen Systemen. Schwerpunkte bilden optische abbildende Verfahren und Sensorik, Einzelteilchendetektion, Rastermikroskopie, sowie konventionelle Röntgentechnik, Computertomographie, ausgewählte bildgebende Verfahren der Nuklearmedizin und MR-Tomographie.

Scheinerwerb:

Kurzvortrag & 1-seitige schriftliche Zusammenfassung (vor dem Vortrag zu verteilen --> Sekretariat EP5) & Anwesenheitspflicht & Dateien abgeben.

Benotung:

Vortrag (50%) & Klausur (50%). Die Klausur wird nach dem "multiple-choice" Prinzip durchgeführt. Beispielfragen werden nach jeder Vorlesungseinheit ins Netz gestellt. Diplomstudenten müssen Vortrag halten und Klausur bestehen.

Prozedur:

1. Auswahl der Themen: Liste der Themen im Internet ab heute abend, email an mich mit 5 Wunschthemen. Themenvergabe nach Reihenfolge des Eingangs. Erste Vorträge 07.05.2010! in zwei Wochen.
2. Vortragsplanung:
 - 2 Wochen vor Vortrag: Vorbesprechung,
 - 1 Woche vor Vortrag: Besprechung mit Folienvorlagen
 - Zum Vortrag: 1-seitige Zusammenfassung
3. Vortragsdauer: 20 min. exakt! Diskussion und Fragen nach dem Vortrag
4. Am Ende: alle Vorträge und Vorlesungen und handouts auf CD → Dateien im Sekretariat EP5 abgeben (Scheinvoraussetzung!)

Termine:

1. 30.04.2010 Hecht
2. 07.05.2010 Hecht
3. 14.05.2010 **entfällt (nach Christi Himmelfahrt)**
4. 21.05.2010 Hecht
5. 28.05.2010 Harms
6. 04.06.2010 **entfällt (nach Fronleichnam)**
7. 11.06.2010 Harms
8. 18.06.2010 Harms
9. 25.06.2010 Sauer
10. 02.07.2010 Sauer
11. 09.07.2010 Sauer
12. 16.07.2010 Jakob
13. 23.07.2010 Jakob

11 Termine, bislang 12 Teilnehmer → d.h. 1-2 Kurzvorträge pro Sitzung

Überblick:

30.04. Optische Einzelmoleküldetektion und -Spektroskopie: Grundlagen (Hecht)

Inhalt:

- Einführung: Detektion einzelner Moleküle
- Theoretische Grundlagen
- Einzelmolekül-Observable

07.05. Optische Einzelmoleküldetektion und -Spektroskopie: Anwendungen auf Biologische Systeme (Hecht)

Inhalt:

- Einzelmoleküldiffusion
 - Zellmembran
 - Im Inneren der Zelle
- Einzelmolekülorientierung
 - Messung von Rotationen
- Einzelmolekülkolokalisierung
 - FRET
- Chemische Reaktionen auf Einzelmolekülebene

Vortragsthemen:

1. Förster-Energie transfer: Grundlagen und Anwendungsbeispiel
2. Einzelne Viren in Zellen verfolgen

3. Funktion molekularer Motoren auf der Einzelmolekülebene
4. Einzelmoleküle unterscheiden mit wenigen Photone

21.05 **Nano-optische Messmethoden in der Bio-Physik: Plasmonik (Hecht)**

Inhalt:

- Einführung in die Plasmonik
- Anwendungen plasmonischer Partikel in Sensorik, Bio-labeling

Vortragsthemen:

5. Hochauflösende Mikroskopie mit optischen Antennen
6. Zwei-Photonen Photolumineszenz von Gold
7. Photothermal imaging: Prinzip und particle-tracking in Zellen

28.05. **Molekularbiologie bis Zellbiologie, Proteomics, Massenspektrometrie, Elektronmikroskopie, Durchlichtmikroskopie (Harms)**

Inhalt:

- Prozessierung zellulärer Signale durch Proteomics mit Massenspektrometrie
- Proteomics mit Massenspektrometrie
- Organisation der Zelle (Abbildung von Organellen, Zellen, und Gewebe mit Elektronen- und Durchlicht-Mikroskopie)
- Elektronen- und einföhrung zu Durchlicht-mikroskopische Techniken (Optik, Aufbau, Auflösung, Kontrast und Probenpräparation)

Vortragsthemen:

8. Neural Networks and Learning – The Model
9. Elektronmikroskopie: Einzel-protein-strukturanalyse durch Cryoelectron Microscopy
10. Elektronmikroskopie: Improved Resolution and Contrast Through Abberation Correction
11. Massenspektrometrie: MALDI (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization) und Quadrupolemassenspektrometrie in Proteomics

11.06. **Fluoreszenztechniken, Fluoreszenzmikroskopie: Wide-field und Konfokal (Harms)**

Inhalt:

- Durchlichtmikroskopie Kontrast und verbesserungen in Imaging
- Zellular Bewegung und Migration in Gewebe und Organismen

- Fluoreszenzbestimmungen in der Biologie (Farbstoffe und deren Anwendung für Normalgebrauch in der Biologie, Labelling, FRET, Photophysik und Chemie)
- Spektroskopie und Durchflusszytometrie
- Optische Fluoreszenzmikroskopie
 - a. Konfokal
 - Fokussieren von Licht
 - Konzept der Point-spread function
 - Konfokal
 - Wide field
- Detektion von zellulärer Signale durch Fluoreszenzmikroskopie (FRET, Polarisation, FLIM, FRAP) mit klassische Assays als Nachweis

Vortragsthemen:

12. Cell Tracking (für Eukaroten und Prokaryoten) mit Durchlicht und Fluoreszenz- mikroskopie: Konzept, Aufbau, Beispiele, und Analyse
13. Deconvolution of optical images
14. Grüne Fluoreszierende Proteine (GFP) und Anwendungen in biologischen Bestimmungen
15. Durchflusszytommetrie und Anwendungen in der Biologie
16. Anwendungen von FRET (Fluorescence Resonance Energy Transfer) in Biologie
17. Dynamic Light Scattering in Biology, Biomedicine and Biophysics

18.06. **Histologie und Medizin- Tief ins Gewebe: Multiphoton Mikroskopie und andere Techniken (Harms)**

Inhalt:

- Intravital Microscopy
- Sheet Illumination Microscopy / Selective Plane Illumination Microscopy
- Nicht-Lineare Optik
- Multiphoton Mikroskopie (Aufbau und Verwendung: Optische Messungen in Gewebe)
- Laser Dissection
- Ultrasound Imaging
- Optische Tomographie

Vortragsthemen:

18. Zwei-Photon Fluoreszenz Mikroskopie – Prinzip, Setup, und Beispiele (Vor- und Nachteile im Vergleich zu Ein-Photon konfokal Mikroskopie)
19. Sheet Illumination Microscopy / Selective Plane Illumination Microscopy – Prinzip, Setup, und Beispiele

20. CARS Mikroskopie – Prinzip, Setup, und Beispiele

21. THz-Mikroskopie - Prinzip, Setup, und Beispiele

25.06 **DNA-Analytik/Diagnostik (Sauer)**

Vortragsthemen:

22. Einzelmolekül-DNA-Sequenzierung

23. Molecular Beacons/Smart Probes´

24. FISH/DNA-Chips

02.07 **Hochauflösende Fluoreszenzmikroskopie (Sauer)**

Vortragsthemen:

25. STED

26. SIM

27. PALM/STORM

09.07 **Dielektrische Einzelzellspektroskopie (Dr. Vladimir Sukhorukov)**

Vortragsthemen:

28. AC-elektrokinetische Techniken zur Analyse von Zellen

29. Elektrorotation von Zellen

30. Mikrofluidische Systeme zur Zellanalyse

16.07. **Struktur in atomarer Auflösung (Jakob)**

Inhalt:

- Röntgenstrukturanalyse
- Kristallbau
- Braggbedingung, reziprokes Gitter, Laumethode, Debye-Scherrer-Verfahren
- Einkristalldiffraktometrie
- Atomarer Formfaktor, Strukturfaktor, Phasenproblem
- Cryokristallographie
- Röntgenquellen

Vortragsthemen:

31. Neutronendiffraktometrie: Informationsgehalt, Vor- und Nachteile & Einsatzbereiche
32. Elektronendiffraktometrie: Informationsgehalt, Vor- und Nachteile & Einsatzbereiche
33. Synchrotronquellen für Strukturuntersuchungen

23.07. 1D-NMR-Verfahren (Jakob)

Inhalt:

- Magnetischer Dipol, Kernspin, Elektronenspin
- Zeemaneffekt
- Magnetisierung
- Larmorfrequenz
- Kernresonanz, chemische Verschiebung
- Relaxation, Spin-Spin-Wechselwirkung
- NMR-Spektrometer

Vortragsthemen:

34. Physikalische Grundlagen und Informationsgehalt der NMR-Relaxationszeiten T1 & T2
35. Messmethoden zur NMR-Relaxationszeitbestimmung
36. Grundlagen der Fourier-Transformation: Informationsgehalt eines 1D-NMR-Spektrums
37. Longitudinally-detected ESR (LODESR)
38. Proton-Electron Double Resonance Imaging (PEDRI)
39. Fourier-Transform ESR