

# **Zusatz zum Modulhandbuch**

## **für den Master Studiengang Quantum Engineering**

Mit Modulbeschreibungen zu zusätzlichen Veranstaltungen gem. § 6 der Studienordnung für den Master Studiengang Quantum Engineering vom 27. Februar 2020

**zusammengestellt für die Fachrichtungen Physik und Systems Engineering  
der Universität des Saarlandes**

RS-Sem	Modul	CP	SWS
Zusätzliche Veranstaltungen Studiengang Master Quantum Engineering PO 2020 (gemäß §6 der Studienordnung für den Master-Studiengang Quantum Engineering vom 27.Februar.2020)			
3	Angewandte Optik und Photonik	5	4
3	Applied Quantum Information Theory: Quantum Algorithms and quantum error correction	5	4
3	Optik für Fortgeschrittene – Advanced Optics	5	4
3	Nichtlineare Optik	5	4
3	Digitales Datenmanagement für die Ingenieurwissenschaften	3	3
3	Physikalische Messtechnik in der Materialcharakterisierung	4	3
3	Medizinische Messtechnik	4	3

Modul <b>Angewandte Optik und Photonik: Optische Technologien in Industrie, Telekommunikation und Medizin</b>					Abk. <b>AOP</b>
Studiensem. <b>1,3</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>Wintersemester</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

<b>Modulverantwortlicher</b>	Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Martin Straub
<b>Dozent</b>	Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Martin Straub
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Physikalische Wahlpflicht Bachelor- und Master Physik, Biophysikalische Wahlpflichtveranstaltung Master Biophysik, Allgemeine Wahlpflicht Master Quantum Engineering
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	3 SWS Vorlesung, 1 SWS Seminar
<b>Arbeitsaufwand</b>	45 h Vorlesung, 45 h Vor- und Nachbereitung, 15 h Seminar, 45 h Vorbereitung des Seminarvortrags
<b>Modulnote</b>	Note der Prüfung

#### Lernziele/Kompetenzen

- Vertieftes Verständnis von Licht-Materie-Wechselwirkung, Strahlquellen und Detektoren, Design und Eigenschaften optischer Systeme, Fourier-optischen Methoden, optischer Sensorik und Messtechnik, Faseroptik, hochauflösender optische Mikroskopie und Lithographie, Mikro- und Nanooptik.
- Fähigkeit zur Beurteilung und Planung der praktischen Anwendung optischer Technologien
- Berechnung optischer Problemstellungen anhand komplexer Feld- und Materialgrößen
- Eigenständige Erarbeitung und Präsentation aktueller Forschungsthemen in Optik und Photonik anhand englischsprachiger Fachliteratur

#### Inhalt

- Radiometrie und Photometrie: Physikalische Größen und lichttechnischer Einsatz
- Licht-Materie Wechselwirkung in Dielektrika, Halbleitern und Metallen: Dispersion, Absorption, Streuprozesse. Polarisation, Dichroismus und Doppelbrechung, Flüssigkristall-Devices
- Strahlquellen und Detektoren in unterschiedlichen Spektralbereichen
- Design und Eigenschaften optischer Komponenten und Systeme: Adaptive Optik, dicke und asphärische Linsen, Gradient-Index-Optiken, Strahlverlaufsberechnung, Aberrationen
- Fourier-Optik und Kohärenztheorie, Anwendungen in Mikroskopie und Astronomie
- Optische Sensorik und Messtechnik: 3D-Formen, Vibration, Temperatur, Feuchtigkeit u.a.
- Faseroptik und optische Breitband-Telekommunikation
- Hochauflösende optische Fern- und Nahfeldmikroskopie, optische Überauflösungstechniken
- Projektions- und Laserrasterlithographie, optische 2D- und 3D-Nanostrukturierung
- Mikro-, Nano- und integrierte Optik, Plasmonik, photonische Kristalle und all-optische Devices

**Weitere Informationen:** Vorlesungsfolien in englischer Sprache

**Unterrichtssprache:** Deutsch, auf Wunsch Englisch

#### Literaturhinweise:

- [1] E. Hecht: **Optics**, 5<sup>th</sup> Global Edition, Pearson Higher Education, 2016, ISBN 978-1-292-09693-3;  
E. Hecht, **Optik**, 7. Auflage, Reihe De Gruyter Studium, 2018, ISBN 978-3-11-052664-6
- [2] E. Hering, R. Martin: **Photonik**, Springer Verlag, 2006, ISBN 978-3-540-23438-8
- [3] J. Jahns, K.-H. Brenner: **Microoptics**, Springer Verlag, 2004, ISBN 0-387-20980-8
- [4] L. Novotny, B. Hecht: **Principles of Nano-Optics**, Cambridge UP., 2006, ISBN 978-0-521-83224-3

Modul <b>Applied Quantum Information Theory: Quantum Algorithms and quantum error correction</b>					Abk. AQIS
Studiensem. <b>1,2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Orth
<b>Dozent/inn/en</b>	Orth, Wilhelm-Mauch, Morigi
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Teilmodul zum Modul Physikalische Wahlpflicht (PWP)
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausuren oder mündliche Prüfungen, Präsentation und Aufschrieb, Übungsaufgaben
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	3 SWS Vorlesungen, 1 SWS Übung
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesungen 15 Wochen à 3 SWS = 45 Stunden Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 Stunden
<b>Modulnote</b>	Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung, Bearbeitung des kurzen Forschungsprojekts: 90 Stunden Mittelwert der Noten aus den Klausuren bzw. mündlichen Prüfungen, der Präsentation und dem Aufschrieb des kurzen Forschungsprojekts und den Übungsaufgaben

---

### Lernziele/Kompetenzen

- Verständnis wichtiger Quantenalgorithmen
- Verständnis von Quantenfehlervermeidung und Quantenfehlerkorrektur
- Erlangung der technischen Kompetenz zur Programmierung von Quantencomputern
- Verständnis von Originalliteratur in diesem Gebiet
- Understanding of important quantum computing algorithms
- Understanding of quantum error mitigation and quantum error correction
- Practical knowledge of quantum computer programming
- Ability to comprehend original research literature in the field

---

### Inhalt

- NISQ quantum algorithms: hybrid quantum-classical algorithms, variational quantum algorithms
- important quantum algorithm primitives: quantum Fourier transform, linear combination of unitaries (LCU), algorithms for optimization and Hamiltonian simulation
- quantum noise tomography: state tomography, gate tomography, gate set tomography
- quantum error mitigation: noise-agnostic and noise-aware error mitigation
- quantum error correction: stabilizer formalism, surface code, other error correction schemes
- practical implementation of quantum computing algorithms, tomography, error mitigation and correction using open source software packages and toolkits

---

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: englisch

Literaturhinweise: Werden in der Vorlesung bekannt gegeben.

Modul <b>Optik für Fortgeschrittene – Advanced Optics</b>					Abk. <b>AO</b>
Studiensem. <b>1,3</b>	Regelstudiensem. <b>3</b>	Turnus <b>Wintersemester</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

<b>Modulverantwortlicher</b>	Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Martin Straub
<b>Dozent</b>	Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Martin Straub
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Physikalische Wahlpflicht Bachelor- und Master Physik, Biophysikalische Wahlpflichtveranstaltung Master Biophysik, Allgemeine Wahlpflicht Master Quantum Engineering
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	3 SWS Vorlesung, 1 SWS Seminar
<b>Arbeitsaufwand</b>	45 h Vorlesung, 45 h Vor- und Nachbereitung, 15 h Seminar, 45 h Vorbereitung des Seminarvortrags
<b>Modulnote</b>	Note der Prüfung

#### Lernziele/Kompetenzen

- Vertiefte Kenntnisse von Grundlagen und Anwendungen in den folgenden Bereichen:
  - Licht-Materie Wechselwirkung in Dielektrika, Halbleitern und Metallen
  - Design und Eigenschaften moderner optischer Systeme und Komponenten
  - Fourier-Methoden in der Optik
  - Hochauflösende optische Mikroskopie
  - Optische Lithographie, optische Nanostrukturierung, Mikro- und Nanooptik
- Einen besonderen Schwerpunkt bildet die nichtlineare Optik und ihre Anwendungen:
  - Lichterzeugung und –ausbreitung in nichtlinearen Medien
  - Nichtlinear-optische Spektroskopie
  - Optisch-induzierte transiente und stationäre Materialveränderungen
  - Nichtlineare Optik von Oberflächen, in Wellenleitern und in Plasmen
- Berechnung optischer Problemstellungen anhand komplexer Feld- und Materialgrößen
- Eigenständige Erarbeitung und Präsentation aktueller optischer Forschungsthemen

#### Inhalt

Lichtausbreitung in Materie: Dispersion, Absorption; Polarisierung: Dichroismus, Doppelbrechung u.a.  
 Optische Komponenten und Systeme: Adaptive Optik, dicke Linsen, Strahlverlaufsberechnung, Aberrationen. Strahlquellen und Detektoren. Fourier-Optik und Kohärenztheorie. Optische Sensorik und Messtechnik. Lithographie, Holographie, optische Nanostrukturierung. Mikro-, Nano-, integrierte Optik.  
*Nichtlineare Optik:* Wellenausbreitung in nichtlinearen Medien, nichtlineare Suszeptibilitäten, elektro- und magneto-optische Effekte, opt. Frequenzverdopplung, Summen- und Differenzfrequenzerzeugung, parametrische Verstärkung/Oszillation, stimulierter Ramaneffekt, Zwei-Photonen-Absorption, Spektroskopie, Kerr-Effekte, Selbstfokussierung und -phasenmodulation, transiente opt. Effekte, starke Licht-Materie-WW, Laserisotopentrennung. Nichtlineare Optik von Oberflächen, Wellenleitern und Plasmen.

**Weitere Informationen:** Vorlesungsfolien in englischer Sprache

**Unterrichtssprache:** Deutsch, auf Wunsch Englisch

#### Literaturhinweise:

- [1] E. Hecht: **Optics**, 5<sup>th</sup> Global Edition, Pearson Higher Education, 2016;  
 E. Hecht, **Optik**, 7. Auflage, Reihe De Gruyter Studium, 2018,  
 [2] Y. R. Shen, **The Principles of Nonlinear Optics**, Wiley, 2003.

Modul <b>Nichtlineare Optik</b>					Abk. <b>NLO</b>
Studiensem. <b>2</b>	Regelstudiensem. <b>2</b>	Turnus <b>Sommersemester</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>4</b>	ECTS-Punkte <b>5</b>

<b>Modulverantwortlicher</b>	Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Martin Straub
<b>Dozent</b>	Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Martin Straub
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Physikalische Wahlpflicht Bachelor- und Master Physik, Biophysikalische Wahlpflichtveranstaltung Master Biophysik, Allgemeine Wahlpflicht Master Quantum Engineering
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Klausur oder mündliche Prüfung
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	3 SWS Vorlesung, 1 SWS Seminar
<b>Arbeitsaufwand</b>	45 h Vorlesung, 45 h Vor- und Nachbereitung, 15 h Seminar, 45 h Vorbereitung des Seminarvortrags
<b>Modulnote</b>	Note der Prüfung

### Lernziele/Kompetenzen

- Vertiefte Kenntnisse von Grundlagen (Experimente, Theorie) und Anwendungen nichtlinearer Optik
  - Verständnis grundlegender Unterschiede zwischen linearer und nichtlinearer Optik
  - Kenntnis in der linearen Optik nicht existenter optischer Effekte und ihrer technischen Bedeutung
  - Verständnis der Rolle nichtlinearer Optik in wichtigen Anwendungsgebieten wie optische Telekommunikation, hochauflösende Mikroskopie und Lithographie sowie Lasertechnologie
- Beherrschung der klassischen, semi-klassischen und teilweise auch quantenelektrodynamischen Behandlung nichtlinear-optischer Prozesse
- Eigenständige Erarbeitung und Präsentation aktueller nichtlinear-optischer Forschungsthemen

### Inhalt

Wellenausbreitung und Wellenkopplung in nichtlinearen Medien; nichtlineare Suszeptibilitäten, ihre quantenphysikalische Darstellung und Symmetrien, Snellius-Gesetz der nichtlinearen Optik, Lichtfelder an Grenzflächen nichtlinearer Medien. Elektro- und magneto-optische Effekte, optische Frequenzverdopplung und höhere Harmonische, Summen- und Differenzfrequenzerzeugung, parametrische Verstärkung und Oszillation, stimulierter Raman-Effekt, Zwei- und Multiphotonen-Absorption. Nichtlinear-optische Spektroskopie: Quantum Beats, Sättigungsspektroskopie, dopplerfreie Zwei-Photonen-Absorptionsspektroskopie, Ramsey-Fringes. Vier-Wellen-Mischung, CARS, phasenkonjugierte Spiegel. Optisch induzierte Doppelbrechung, Kerr-Effekte, optische Bistabilität, Selbstfokussierung und Selbstphasenmodulation. Transiente optische Effekte: Optische Bloch-Gleichung, transiente Nutation, freier Induktionszerfall, Photonenechos, adiabatische Besetzungsinversion, selbstinduzierte Transparenz, Superfluoreszenz. Starke Licht-Materie Wechselwirkung. Laserisotopentrennung, Einzelmolekülspektroskopie. Nichtlineare Optik von Oberflächen, in Wellenleitern und Plasmen.

**Weitere Informationen:** Vorlesungsfolien in englischer Sprache

**Unterrichtssprache:** Deutsch, auf Wunsch Englisch

**Literaturhinweise:** [1] Y. R. Shen, **The Principles of Nonlinear Optics**, Wiley, 2003. [2] R. W. Boyd, **Nonlinear Optics**, Elsevier, 2008. [3] Y. V. G. S. Murti, C. Vijayan, **Physics of Nonlinear Optics**, 2<sup>nd</sup> ed., Springer, 2021. [4] G. New, **Introduction to Nonlinear Optics**, Cambridge University Press, 2011. [5] G. Agrawal, **Nonlinear Fiber Optics**, Elsevier, 2012. [6] M. Wegener, **Extreme Nonlinear Optics**, Springer, 2004. [7] Speziellere aktuelle Fachbücher, Übersichtsartikel und Publikationen.

Modul					Abk.
<b>Seminar zu digitalem Datenmanagement für die Ingenieurwissenschaften</b>					<b>SDDMI</b>
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>2</b>	<b>3</b>	<b>WS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze
<b>Dozent/inn/en</b>	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp, Prof. Dr.-Ing. Paul Motzki, Prof. Dr. Andreas Schütze, Tizian Schneider, Christian Fuchs, Dr. Sophie Nalbach, Markus Herrmann-Wicklmayr
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Bachelor/Master Systems Engineering, Bachelor/Master Quantum Engineering,
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Ergebnisvorstellung (z. B. Vortrag, Tutorial, Datendokumentation) eines aktuellen Themas aus dem angebotenen Themenbereich.
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Gesamt 90 Stunden, davon <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wöchentliche Absprache mit den Betreuern 8 Wochen à 2 SWS = 12 Stunden</li> <li>• Vorbereitung und Dokumentation Seminarbeitrag = 74 Stunden</li> <li>• Ergebnisvorstellungen der Studierenden = 4 Stunden</li> </ul>
<b>Modulnote</b>	Unbenotet

### Lernziele/Kompetenzen

In den Ingenieurwissenschaften findet die Wertschöpfung verstärkt in digitalen Artefakten statt. Die dadurch entstehenden Daten werden zunehmend größer, reichhaltiger und komplexer. Sie erfordern daher ein sorgfältiges Datenmanagement. Neben reinen Mess- und Simulations-Daten spielen auch Modelle (mathematisch oder algorithmisch) und Software (Programme) eine wichtige Rolle.

Ziel der Lehrveranstaltung ist es, dass Studierende bereits früh im Studium erfahren, was die Herausforderungen des Datenmanagements sind. Sie sollen sich mit etablierten wie neuen Kriterien zur Datenqualität vertraut machen, sie verstehen, einordnen und unterscheiden können.

Die Teilnehmer lernen, sich in aktuelle Themen des Datenmanagements einzuarbeiten und die gewonnenen Erkenntnisse in einem wissenschaftlichen Vortrag zu präsentieren. Neben dem Erwerb von Fachwissen zu aktuellen Methoden und Technologien wird durch die Abschlusspräsentation der Ergebnisse auch die Vermittlung von wissenschaftlichen Inhalten geübt.

### Inhalt:

Aktuelle Themen aus dem Gebiet des digitalen Datenmanagements. Themen sind auf den Webseiten der beteiligten Professoren ausgeschrieben:

- <https://www.uni-saarland.de/lehrstuhl/flaskkamp/lehre.html>
- <https://imsl.de/digihoch2/>
- <https://www.lmt.uni-saarland.de/index.php/de/lehre/32-lehrangebot>

### Weitere Informationen

Betreuung: Nach Themenstellung wird mit dem/der Studierenden der Inhalt sowie die Gestaltung des Seminars besprochen und gemeinsam verfeinert.

Unterrichtssprache: Deutsch, auf Wunsch auch Englisch möglich.

Literaturhinweise: Literatur wird individuell nach Themenstellung zur Verfügung gestellt, weitere Literatur sollte selbst recherchiert werden.

Modul <b>Physikalische Messtechnik in der Materialcharakterisierung</b>					Abk.
Studiensem. <b>1</b>	Regelstudiensem. <b>1</b>	Turnus <b>WS</b>	Dauer <b>1 Semester</b>	SWS <b>3</b>	ECTS-Punkte <b>4</b>

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Sarah Fischer		
<b>Dozent/in/n/en</b>	Dr. Sarah Fischer sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Forschungsgruppe MatBeyoNDT		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Systems Engineering; Wahlbereich Master Eingebettete Systeme; Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik; Master AMASE Wahllehrveranstaltung		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	Teilnahme an praktischer Übung, Erstellen eines Berichts und erfolgreiches mündliches Abtestat Klausur		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	3 SWS, V2 Ü1		
<b>Arbeitsaufwand</b>	Vorlesung und Übungen 15 Wochen 2 SWS	30 h	
	Praktische Laborübungen	15 h	
	Vor- und Nachbereitung der praktischen Übungen	15 h	
	Vor- und Nachbereitung Vorlesung	30 h	
	Klausurvorbereitung	30 h	
<b>Modulnote</b>	Klausurnote		

---

### Lernziele/Kompetenzen

- Erlangen von vertieften Kenntnissen im Bereich mechanischer Funktionsmaterialien, Materialcharakterisierung und physikalischer Messtechnik
- Erlernen und Verstehen von Anforderungen an das Design von Systemen mit Materialien
- Erlernen und Verstehen von Grenzen und Herausforderungen bei der Durchführung von mechanischen Versuchen
- Kennenlernen typischer Auswertemethoden und experimentellen Herangehensweisen in Übungen und Praktikum

---

### Inhalt

- Einführung
  - Trends in der Materialentwicklung
    - Funktionsmaterialien
    - Mechanische Metamaterialien
    - Zelluläre Materialien
    - Programmierbare Materialien
  - Experimentelle Mechanik
    - Materialeigenschaften, wichtige Grundlagen
    - Messtechnik für Versuche
    - Versuchsdurchführung und -auslegung
  - Methoden und Messtechnik zur physikalischen Materialcharakterisierung
-

- 
- Akustische Methoden
  - Digitale Bildkorrelation (DIC)
  - Thermographie
  - Mikromagnetik
- 
- Physikalische Materialcharakterisierung in der industriellen Anwendung
    - Industriestandards für Materialkennwerte: Grundlagen und Grenzen
    - Materialauswahl für mechatronische Systeme
    - Skalierung von Charakterisierungsmethoden
  - Übungen mit praktischem Teil zur Vertiefung der Kenntnisse
    - Messtechnik und Aufbau
    - Fehlerquellen für Messfehler
    - Auswertung von Messdaten

---

Weitere Informationen

Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend online bereitgestellt.

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise:

- Begleitendes Material zur Vorlesung;
- Begleitende Bücher werden in der Vorlesung bekannt gegeben
- Div. Journalpublikationen und Konferenzbände.

Modul <b>Medizinische Messtechnik</b>					Abk.
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>WS</b>	<b>1 Semester</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Andreas Schütze		
<b>Dozent</b>	Dr. Christian Bur		
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Master Systems Engineering Master Quantum Engineering		
<b>Zulassungsvoraussetzungen</b>	Keine formalen Voraussetzungen		
<b>Leistungskontrollen / Prüfungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> <li>• Bearbeitung eines Themas aus dem Spektrum der Vorlesung und dessen Präsentation im Rahmen eines Seminarvortrags</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen / SWS</b>	3 SWS, V2 Ü/S1		
<b>Arbeitsaufwand</b>	3 Stunden pro Woche: 2 VL, 1 Ü/S Vorlesung + Seminarvorträge 2 SWS 30 h Übung/Tutorium (zweiwöchig) 1 SWS 15 h Vor- und Nachbereitung Vorlesung und Übung 25 h Eigenständige Bearbeitung eines Themas aus dem Spektrum der Vorlesung 25 h Prüfungsvorbereitung 25 h		
<b>Modulnote</b>	Endnote wird berechnet aus den Teilnoten mündliche Prüfung und Seminarvortrag (70:30)		

---

### Lernziele/Kompetenzen

Die Studierenden erhalten eine Einführung in Medizintechnik, insbesondere in Messtechnik und Sensorik in medizinischen Anwendungen. Als Einstieg lernen Studierende Methoden und Sensorprinzipien zur Messung von physiologischen Parametern, wie z. B. Körperkerntemperatur oder Herzzeitvolumen, und bildgebende Verfahren, z. B. Mammographie, kennen. Ein Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der Messung volatiler Substanzen in der Ausatemluft. Ausgehend von der Messung klassischer Atemgase während mechanischer Beatmung werden Standardatemtests, wie der Helicobacter-Test, besprochen. Zur tiefgehenden Atemgasanalyse, bspw. zur Identifikation von Biomarkern zur Früherkennung von Krankheiten (z. B. Aceton für Diabetes) oder zum Drug Monitoring, werden verschiedene Probenahmetechniken sowie analytische Messmethoden thematisiert. Ergänzend hierzu werden sensorbasierte Ansätze, wie Multisensoren, Biosensoren, mit Ansätzen effektiver Kalibrierung und Signalverarbeitung studiert. Alle Sensorprinzipien und Messverfahren werden anschaulich mit Anwendungsbeispielen eingeführt. Neben fachspezifischen Inhalten, die über die Vorlesung und Übungen vermittelt werden, können Studierende sich selbstständig in neue Messmethoden im Rahmen eines Seminars einarbeiten und die Ergebnisse in der Gruppe präsentieren.

---

---

## Inhalt

- Messung physiologischer Parameter
  - Körperkerntemperatur, Blutdruck, Blutfluss, Herzzeitvolumen, Puls
  - EKG, EEG
- Einführung bildgebende Verfahren
  - Röntgen, Mammographie
  - Computertomographie
  - MRT
  - Ultraschall
- Einführung in Messung von Atemgasen
  - Einführung in mechanische Beatmung (Beatmungsgerät)
  - Messung von Atemgasen: Sauerstoffgehalt, CO<sub>2</sub>
  - Anwendungen: Atemtest Helicobacter, Laktose Toleranz Test
- Methoden der Probennahme
- Analytische Messmethoden zur Atemgasanalyse
  - Identifikation von Biomarkern mit GC-MS, PTR-MS, SIFT
  - Ionenmobilitäts-Spektrometrie (IMS), z.B. zur Messung von volatilen Anästhetika
- Sensorsysteme
  - Sensorarrays, z.B. zur Krebserkennung
  - Virtuelle Multisensoren
  - Einschub: Signalverarbeitung und Kalibrierung
  - Biosensors
- Anwendungen
  - Biomarker-Detektion
  - Früherkennung von Krankheiten (z.B. Asthma, Krebsfrüherkennung)
  - Drug Monitoring
- Headspace Analyse
  - Blut, Speichel, Urin

---

## Weitere Informationen

Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend im Internet zum Download bereitgestellt (<http://www.lmt.uni-saarland.de>).

Unterrichtssprache: deutsch, optional englisch

## Literaturhinweise:

- begleitendes Material zur Vorlesung
- wird in der Vorlesung bekannt gegeben
- Div. Journalpublikationen und Konferenzbände