

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

Modulverantwortlicher	Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Martin Straub
Dozent	Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Martin Straub
Zuordnung zum Curriculum	Physikalische Wahlpflicht Bachelor- und Master Physik, Biophysikalische Wahlpflichtveranstaltung Master Biophysik, Allgemeine Wahlpflicht Master Quantum Engineering
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Klausur oder mündliche Prüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	3 SWS Vorlesung, 1 SWS Seminar
Arbeitsaufwand	45 h Vorlesung, 45 h Vor- und Nachbereitung, 15 h Seminar, 45 h Vorbereitung des Seminarvortrags
Modulnote	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**, 5th 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 Applied Quantum Information Theory: Quantum Algorithms and quantum error correction					Abk. AQIS
Studiensem. 1,2	Regelstudiensem. 2	Turnus	Dauer 1 Semester	SWS 4	ECTS-Punkte 5

Modulverantwortliche/r	Orth
Dozent/inn/en	Orth, Wilhelm-Mauch, Morigi
Zuordnung zum Curriculum	Teilmodul zum Modul Physikalische Wahlpflicht (PWP)
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Klausuren oder mündliche Prüfungen, Präsentation und Aufschrieb, Übungsaufgaben
Lehrveranstaltungen / SWS	3 SWS Vorlesungen, 1 SWS Übung
Arbeitsaufwand	Vorlesungen 15 Wochen à 3 SWS = 45 Stunden Übung 15 Wochen à 1 SWS = 15 Stunden Vor- und Nachbereitung Vorlesung, Bearbeitung der Übungsaufgaben, Klausur- oder Prüfungsvorbereitung, Bearbeitung des kurzen Forschungsprojekts: 90 Stunden
Modulnote	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 Optik für Fortgeschrittene – Advanced Optics					Abk. AO
Studiensem. 1,3	Regelstudiensem. 3	Turnus Wintersemester	Dauer 1 Semester	SWS 4	ECTS-Punkte 5

Modulverantwortlicher	Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Martin Straub
Dozent	Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Martin Straub
Zuordnung zum Curriculum	Physikalische Wahlpflicht Bachelor- und Master Physik, Biophysikalische Wahlpflichtveranstaltung Master Biophysik, Allgemeine Wahlpflicht Master Quantum Engineering
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Klausur oder mündliche Prüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	3 SWS Vorlesung, 1 SWS Seminar
Arbeitsaufwand	45 h Vorlesung, 45 h Vor- und Nachbereitung, 15 h Seminar, 45 h Vorbereitung des Seminarvortrags
Modulnote	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, Strahlverlaufsrechnung, 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 magnetooptische 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**, 5th 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 Nichtlineare Optik					Abk. NLO
Studiensem. 2	Regelstudiensem. 2	Turnus Sommersemester	Dauer 1 Semester	SWS 4	ECTS-Punkte 5

Modulverantwortlicher	Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Martin Straub
Dozent	Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Martin Straub
Zuordnung zum Curriculum	Physikalische Wahlpflicht Bachelor- und Master Physik, Biophysikalische Wahlpflichtveranstaltung Master Biophysik, Allgemeine Wahlpflicht Master Quantum Engineering
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Klausur oder mündliche Prüfung
Lehrveranstaltungen / SWS	3 SWS Vorlesung, 1 SWS Seminar
Arbeitsaufwand	45 h Vorlesung, 45 h Vor- und Nachbereitung, 15 h Seminar, 45 h Vorbereitung des Seminarvortrags
Modulnote	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**, 2nd 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 Seminar zu digitalem Datenmanagement für die Ingenieurwissenschaften					Abk. SDDMI
Studiensem. 2	Regelstudiensem. 3	Turnus WS	Dauer 1 Semester	SWS 3	ECTS-Punkte 3

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schütze
Dozent/inn/en	Prof. Dr. Kathrin Flaßkamp, Prof. Dr.-Ing. Paul Motzki, Prof. Dr. Andreas Schütze, Tizian Schneider, Christian Fuchs, Dr. Sophie Nalbach, Markus Herrmann-Wicklmayr
Zuordnung zum Curriculum	Bachelor/Master Systems Engineering, Bachelor/Master Quantum Engineering,
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen
Leistungskontrollen / Prüfungen	Ergebnisvorstellung (z. B. Vortrag, Tutorial, Datendokumentation) eines aktuellen Themas aus dem angebotenen Themenbereich.
Lehrveranstaltungen / SWS	2 SWS
Arbeitsaufwand	Gesamt 90 Stunden, davon • Wöchentliche Absprache mit den Betreuern 8 Wochen à 2 SWS = 12 Stunden • Vorbereitung und Dokumentation Seminarbeitrag = 74 Stunden • Ergebnisvorstellungen der Studierenden = 4 Stunden
Modulnote	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://imsi.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 Physikalische Messtechnik in der Materialcharakterisierung					Abk.
Studiensem. 1	Regelstudiensem. 1	Turnus WS	Dauer 1 Semester	SWS 3	ECTS-Punkte 4

Modulverantwortliche/r	Dr. Sarah Fischer		
Dozent/in/n/en	Dr. Sarah Fischer sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Forschungsgruppe MatBeyoNDT		
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering; Wahlbereich Master Eingebettete Systeme; Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik; Master AMASE Wahllehrveranstaltung		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen		
Leistungskontrollen / Prüfungen	Teilnahme an praktischer Übung, Erstellen eines Berichts und erfolgreiches mündliches Abtestat Klausur		
Lehrveranstaltungen / SWS	3 SWS, V2 Ü1		
Arbeitsaufwand	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	
Modulnote	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 Medizinische Messtechnik					Abk.
Studiensem. 3	Regelstudiensem. 3	Turnus WS	Dauer 1 Semester	SWS 3	ECTS-Punkte 4

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Andreas Schütze				
Dozent	Dr. Christian Bur				
Zuordnung zum Curriculum	Master Systems Engineering Master Quantum Engineering				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine formalen Voraussetzungen				
Leistungskontrollen / Prüfungen	• Mündliche Prüfung • Bearbeitung eines Themas aus dem Spektrum der Vorlesung und dessen Präsentation im Rahmen eines Seminarvortrags				
Lehrveranstaltungen / SWS	3 SWS, V2 Ü/S1				
Arbeitsaufwand	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				
Modulnote	Endnote wird berechnet aus den Teilnoten mündliche Prüfung und Seminarvortrag (70:30)				

Lernziele/Kompetenzen

Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse der Medizintechnik mit Schwerpunkt auf der Messtechnik und Sensorik in medizinischen Anwendungen erworben. Sie kennen die physiologischen Grundlagen des Menschen, u.a. Erregbarkeit von Zellen, Herzmechanik und Kreislaufsysteme, und Methoden und Prinzipien zur Messung von physiologischen Parametern, z.B. Messung elektrischer Signale und kardiovaskulärer Größen. Darauf aufbauend sind Studierende mit Ventilation und Atemmechanik vertraut und kennen Methoden des respiratorischen Monitorings sowie Methoden zur Messung von Blutgasen. Nach einer Einführung in den Anästhesiearbeitsplatz mit Messung klassischer Atem- und Narkosegasen (CO₂, O₂, volatile Anästhetika) haben die Studierenden umfassende Kenntnis erlangt zur Bewertung von Atemgasen, des sog. Breath Volatils, mit analytischen Methoden und Sensorsystemen. Sie kennen zugelassene Atemgastests, wie bspw. Helicobacter-Test, und typische Biomarker. Hierzu haben die Studierenden unterschiedliche Messverfahren (spezifische Sensoren vs. Sensorarrays) kennengelernt, die Wichtigkeit der Probenahme und der Sensorsystemkalibrierung sowie Grundzüge der Sensorsignalverarbeitung. Am Beispiel eines ex-vivo Schweinelungenmodells – das im Rahmen einer Exkursion zum Universitätsklinikum des Saarlandes näher behandelt wird – wird das Potential von Sensorsystemen zum nicht-invasiven Drug Monitoring anhand von aktuellen Forschungsfragestellungen gezeigt.

Alle Sensorprinzipien und Messverfahren werden anschaulich mit Anwendungsbeispielen und praktischen Übungen 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. Für Studierende aus dem Studiengang *Quantum Engineering* wird ein Bezug zur Quantentechnologie über die Seminararbeit hergestellt.

Inhalt

- Physiologische Grundlagen und Messung physiologischer Parameter
 - Erregbarkeit von Zelle und Fortleitung von Aktionspotenzialen
 - Elektroenzephalographie (EEG) und Elektromyografie (EMG)
 - Herz und Elektrokardiographie (EKG)
 - Kreislaufsysteme und Messung von Blutdruck, Blutfluss, Herzzeitvolumen, Puls
 - Messung der Körperkerntemperatur
- Respiratorisches Monitoring
 - Grundlagen der Ventilation, Lunge und Atmung
 - Lungenfunktionsdiagnostik (u.a. Spirometrie, Bodyplethysmographie, Single-Breath-Methode, u.a.)
 - Pulsoxymetrie, Analyse von Blutgasen (O₂, CO₂, pH)
- Messung klassischer Atemgase
 - Anästhesiearbeitsplatz: Mechanische Ventilation, Herz-Lungen-Maschine
 - Messung klassischer Atem- und Narkosegase (Kapnographie, Sauerstoffmessung)
 - Anwendungen Atemgastests: Helicobacter, Laktose Toleranz Test, u.a.
- Breath Volatile – Messung von Atemgasen I
 - Sampling – Das Problem der Probennahme
 - Einführung in analytische Messmethoden (GC-MS, PTR-MS, SIFT, IMS)
- Breath Volatile – Messung von Atemgasen II
 - Higher Order Chemical Sensing I – Sensorarrays
 - Higher Order Chemical Sensing II – Virtuelle Multisensoren
 - Einführung in die Signalverarbeitung
 - Strategien zur Kalibrierung
- Anwendungen: Ex-vivo Schweinelungenmodell (Exkursion)
 - Drug Monitoring mit Sensorsystemen
- Beyond Breath
 - Messung von Hautausgasungen
 - Headspace-Analyse von Körperflüssigkeiten (Blut, Urin, Speichel)
- Optional (ggf. als Seminar): Einführung bildgebende Verfahren
 - Röntgen, Mammographie
 - Computertomographie
 - Magnetresonanztomographie
 - Ultraschall

Für Studierende im Master *Quantum Engineering* wird über die Seminararbeit, die Teil der Prüfungsleistung ist, ein Bezug zur Quantumtechnologie hergestellt, bspw. aus dem Bereich der Magnetresonanztomographie als ein bildgebendes Verfahren.

Weitere Informationen unter www.lmt.uni-saarland.de
Vorlesungsunterlagen (Folien) und Übungen werden begleitend in MS Teams

Unterrichts und Prüfungssprache: deutsch (englisch nach Vereinbarung)

Literaturhinweise:

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