

# Modulhandbuch

---

## Master

# Biomedizinische Technik

---

**Studienordnungsversion: 2014**

**gültig für das Wintersemester 2019/20**

Erstellt am: 05. November 2019  
aus der POS Datenbank der TU Ilmenau  
Herausgeber: Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau  
URN: urn:nbn:de:gbv:ilm1-mhb-15959



<b>Technisches Nebenfach BMT Msc</b>					MO	9
Numerische Mathematik	2 1 0				SL	4
Partielle Differentialgleichungen	2 1 0				SL	4
Angewandte Biomechanik	1 0 2				SL	3
Applikationsorientierter Systementwurf	1 1 0				SL	3
Bildgebende Systeme in der Medizin 3	1 0 0				SL 45min	2
Bildverarbeitung in der Medizin 2	2 1 0				SL	4
Biokompatible Werkstoffe	2 0 0				SL	3
Diagnostik- und Therapietechnik der Augenheilkunde	2 1 0				SL	3
Grundlagen des Strahlenschutzes	2 0 0				SL 20min	2
Inverse bioelektromagnetische Probleme	1 1 0				SL	3
Kognitive Systeme / Robotik	2 0 0				SL	4
Lernen in kognitiven Systemen	2 1 0				SL	4
Mensch-Maschine-Interaktion	2 1 0				SL	3
Mikrowellensensorik in der Medizin	1 1 0				SL 30min	3
Modellierung biomechanischer Systeme	2 0 0				SL 30min	3
Numerische Feldberechnung	2 1 0				SL 30min	3
Physiologische Optik und Psychophysik	1 1 0				SL 60min	3
Rechnergestützte Messdatenerfassung	1 1 0				SL 30min	3
Regelungs- und Systemtechnik 2 - Profil MTR und BMT	2 1 1				SL	5
Robotvision	2 1 0				SL	4
Sehen und Refraktion	2 0 0				SL	3
Signalverarbeitung in der Medizintechnik	2 1 0				SL	3
Spezielle Verfahren der Biosignalverarbeitung	2 0 0				SL	2
Strahlenschutz in der Medizin	1 1 0				SL	3
Technik der Strahlentherapie	2 1 0				SL 20min	3
Technisches Seminar Strahlentherapie	1 0 1				SL	2
<b>Nichttechnisches Nebenfach BMT Msc</b>					MO	6
					SL	0
					SL	0
<b>Master-Arbeit mit Kolloquium</b>					FP	30
Kolloquium zur Master-Arbeit					PL 30min	6
Masterarbeit		900 h			MA 6	24

## Modul: Biosignalverarbeitung

Modulnummer: 100341

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Peter Husar

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Die Studierenden kennen die wichtigsten Biosignale im Amplituden- und Frequenzverhalten. Sie erhalten Fachkenntnisse und Methodenkompetenz auf dem Gebiet der Zeit-Frequenz-Verteilungen und im Raum-Zeit-Bereich. Sie sind in der Lage, Biosignale entsprechend ihrer Natur als instationäre Prozesse, die in Zeit, Frequenz und Raum extrem dynamisch sind, methodisch kompetent zu analysieren, darzustellen, zu präsentieren und Konsequenzen für signalbasierte Therapie zu entwerfen.

Weiterhin sind die Studierenden fähig, die speziellen Probleme der medizinischen Bildverarbeitung zu erkennen und erwerben die grundlegende Methodenkompetenz, um eigenständig elementare medizinische Bildverarbeitungsprobleme zu lösen. Die Studierenden sind in der Lage die erworbene Methodenkompetenz in Matlab umzusetzen und auf praktische Problemstellungen anwenden zu können. Des Weiteren sind sie befähigt auf Basis der erworbenen Grundlagen auch fortgeschrittene Methoden der medizinischen Bildverarbeitung zu untersuchen.

Außerdem erlangen die Studierenden Wissen über die wichtigsten informationsverarbeitenden Systeme der modernen Gesundheitsversorgung. Sie kennen und verstehen die Struktur und Architektur heutiger Krankenhausinformationssysteme und telemedizinische Anwendungen, die damit verbundenen spezifischen Problemfelder und die Anforderungen an Hard- und Software. Die Studierenden können adäquate Aufgaben aus dem klinischen Umfeld analysieren, bewerten und geeignete Lösungsansätze entwickeln. Sie sind in der Lage medizinische Software zu analysieren und zu bewerten und können diese in der Klinik anwenden. Die Studierenden besitzen methodische Kompetenz bei der Entwicklung medizinischer IVSysteme. Sie sind in der Lage informationstechnische Sachverhalte in der Medizin klar und korrekt zu kommunizieren. Die Studierenden sind in der Lage System-kompetenz für medizinische Informationsverarbeitung in interdisziplinären Teams zu vertreten.

### Voraussetzungen für die Teilnahme

### Detailangaben zum Abschluss

Für diese Modulprüfung werden die dem Modul zugehörigen Prüfungen einzeln abgelegt. Die Note dieser Modulprüfung wird errechnet aus dem mit den Leistungspunkten gewichteten Durchschnitt (gewichtetes arithmetisches Mittel) der Noten der einzelnen bestandenen Prüfungsleistungen.

# Bildverarbeitung in der Medizin 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5592 Prüfungsnummer: 2200084

Fachverantwortlich: Dr. Marko Helbig

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2222

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																																	

## Lernergebnisse / Kompetenzen

Der Studierende erkennt die speziellen Probleme der medizinischen Bildverarbeitung und erwirbt die grundlegende Methodenkompetenz, um eigenständig elementare medizinische Bildverarbeitungsprobleme zu lösen. Dabei nutzt der Studierende auch die bereits erworbenen Grundlagen, die zuvor in anderen Fächern zur Signalverarbeitung und zur Bildgebung vermittelt wurden. Der Studierende ist in der Lage die erworbene Methodenkompetenz in Matlab umzusetzen und auf praktische Problemstellungen anwenden zu können. Des Weiteren ist er befähigt auf Basis der erworbenen Grundlagen auch fortgeschrittene Methoden der medizinischen Bildverarbeitung zu untersuchen.

## Vorkenntnisse

- Signale und Systeme
- Grundlagen der Biosignalverarbeitung
- Biosignalverarbeitung 1
- Bildgebung in der Medizin 1

## Inhalt

Im Rahmen der Vorlesung werden die Grundlagen der Bildverarbeitung mit einem speziellen Fokus auf die in der Medizintechnik relevanten Bereiche vermittelt. Die Schwerpunkte werden dabei insbesondere auf die Bildrepräsentation und Bildeigenschaften, die Bildvorverarbeitung, sowie die Segmentierungsverfahren gelegt. Im Rahmen des Seminars werden die behandelten Methoden zur Lösung praktischer Aufgabenstellungen mit Hilfe von Matlab eingesetzt und diskutiert.

- Gliederung:
- Einführung in die Bildverarbeitung und Vorstellung spezieller Probleme in medizinischen Anwendungen
  - Bildrepräsentation und Bildeigenschaften im Ortsbereich und im Ortsfrequenzbereich (zweidimensionale Fouriertransformation)
  - Bildvorverarbeitung (lineare diskrete Operatoren, Bildrestauration, Bildregistrierung, Bildverbesserung)
  - Morphologische Operationen
  - Segmentierung (Pixelbasierte Segmentierung, Regionenbasierte Segmentierung, Kantenbasierte Segmentierung, Wasserscheidentransformation, Modellbasierte Segmentierung)
  - Merkmalsextraktion und Einführung in die Klassifikation

## Medienformen

Hauptsächlich Tafel ergänzt um Folien mit Beamer für die Vorlesung; Whiteboard und rechen technisches Kabinett für das Seminar

## Literatur

1. Klaus D. Tönnies, „Grundlagen der Bildverarbeitung“, Pearson Studium, 1. Auflage, 2005.
2. Heinz Handels, „Medizinische Bildverarbeitung“, Vieweg + Teubner, 2. Auflage, 2009.
3. Bernd Jähne, „Digitale Bildverarbeitung“, Springer, 6. Auflage, 2005.
4. Angelika Erhardt, „Einführung in die Digitale Bildverarbeitung“, Vieweg + Teubner, 1. Auflage, 2008.
5. Rafael C. Gonzales and Richard E. Woods, „Digital Image Processing“, Pearson International, 3. Edition, 2008.
6. Geoff Dougherty, „Digital Image Processing for Medical Applications“, Cambridge University Press, 1. Edition, 2009.
7. William K. Pratt, „Digital Image Processing“, Wiley, 4. Edition, 2007.

8. Wilhelm Burger and Mark J. Burge, „*Principles of Digital Image Processing – Core Algorithms*“, Springer, 1. Edition, 2009.

9. John L. Semmlow, „*Biosignal and Medical Image Processing*“, CRC Press, 2. Edition, 2009.

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Informatik 2013

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

Master Ingenieurinformatik 2014

Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2008

Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2013 Vertiefung AM

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

## Biosignalverarbeitung 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Pflichtfach      Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5599      Prüfungsnummer: 2200083

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Husar

Leistungspunkte: 4      Workload (h): 120      Anteil Selbststudium (h): 86      SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 2222

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen die wichtigsten Biosignale im Amplituden- und Frequenzverhalten. In dieser Veranstaltung erweitern sie ihre Fachkenntnisse und Methodenkompetenz um zwei neue Dimensionen: Zeit-Frequenz-Verteilungen und Raum-Zeit-Bereich. Sie sind in der Lage, Biosignale entsprechend ihrer Natur als instationäre Prozesse, die in Zeit, Frequenz und Raum extrem dynamisch sind, methodisch kompetent zu analysieren, darzustellen, zu präsentieren und Konsequenzen für signalbasierte Therapie zu entwerfen.

### Vorkenntnisse

- Signale und Systeme
- Biosignalverarbeitung 1
- Biostatistik
- Elektro- und Neurophysiologie
- Elektrische Messtechnik
- Prozessmess- und Sensortechnik

### Inhalt

- Zeitvariante Verteilungen: Signaldynamik, Instationarität, zeitliche und spektrale Auflösung
- Methodik: lineare und quadratische Zeit-Frequenz-Analysemethoden
- STFT, Spektrogramm
- Wavelets
- Wignerbasierte Verteilungen
- Signalverarbeitung in Raum-Zeit, Array Signal Processing: Theorie des Beamforming, Praktikable Ansätze für Beamforming, räumliche Filterung, adaptive Beamformer
- Ableitungsreferenzen
- Topographie und Mapping räumlicher Biosignale
- Signalzerlegung: Orthogonal PCA, Unabhängig ICA
- Artefakterkennung und -elimination in verschiedenen Signaldomänen: Zeit, Frequenz, Raum, Verbunddomänen, Adaptive Filter in Zeit und Raum
- EKG: Entstehung, Ausbreitung, physiologische und pathologische Muster, Diagnostik, automatisierte Detektion, Applikation
- Ähnlichkeitsmaße und Vergleich in Zeit, Frequenz und Raum

### Medienformen

Folien mit Beamer für die Vorlesung, Tafel, Computersimulationen. Whiteboard und rechentechnisches Kabinett für das Seminar

### Literatur

1. Bronzino, J. D. (Ed.): The Biomedical Engineering Handbook, Vol. I + II, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton 2000
2. Husar, P.: Biosignalverarbeitung, Springer, 2010
3. Akay M.: Time Frequency and Wavelets in Biomedical Signal Processing. IEEE Press, 1998
4. Bendat J., Piersol A.: Measurement and Analysis of Random Data. John Wiley, 1986
5. Hofmann R.: Signalanalyse und -erkennung. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1998
6. Hutten H.: Biomedizinische Technik Bd.1 u. 3. Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, 1992
7. Proakis, J.G, Manolakis, D.G.: Digital Signal Processing, Pearson Prentice Hall, 2007

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

Master Ingenieurinformatik 2014

Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2008

Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2013 Vertiefung AM



## KIS, Telemedizin, eHealth

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5601

Prüfungsnummer: 2200106

Fachverantwortlich:

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 75	SWS: 4.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2222

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				3	1	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse über Datenverarbeitungsaufgaben und Informationssysteme im Krankenhaus und in der modernen Gesundheitsversorgung. Sie kennen den Rechtsrahmen ärztlichen Handelns (Datenschutz) und die daraus abgeleiteten Aufgaben (Datensicherheit). Die Studierenden kennen Struktur und Architektur heutiger Krankenhausinformationssysteme und telemedizinischer Anwendungen, die damit verbundenen spezifischen Problemfelder und die Anforderungen an Hard- und Software. Die Studierenden können adäquate Aufgaben aus dem klinischen Umfeld analysieren, bewerten und geeignete Lösungsansätze entwickeln. Sie können diese informationstechnischen Sachverhalte klar und korrekt kommunizieren und in interdisziplinären Teams vertreten.

### Vorkenntnisse

Grundlegende med. Begriffe, Grundkenntnisse in Datenbanken und Software Engineering, Krankenhausökonomie / Krankenhausmanagement

### Inhalt

- Krankenhausinformationssystem - Definition, Bestandteile, Struktur und Architektur
- Krankenhausinformationssystem – Management-Komponenten, Patientenverwaltung, Abrechnung
- Klinische Subsysteme, Operationsmanagement, Labor, Pflege, Intensivmedizin, , Qualitätssicherung
- Kommunikationsstandards – HL7, DICOM, andere
- Medizinische Dokumentation – Ziele, Umsetzung, konventionelle und elektronische Patientenakte, klinische Basisdokumentation
- Datenschutz und Datensicherheit
- Telemedizin - Definition, Anwendungen; Telemedizinische Standards, Home-Monitoring
- Elektronische Gesundheitskarte – Telematik-Infrastruktur, Architektur, Anwendungen

### Medienformen

Powerpoint-Folien, Tafel, studentische Vorträge

### Literatur

- Lehmann, T.: Handbuch der Medizinischen Informatik. Hanser 2005
- Kramme, R. (Hrsg.): Medizintechnik – Verfahren. Systeme, Informationsverarbeitung. Springer 2002
- Haas, P.: Medizinische Informationssysteme und elektronische Krankenakte. Springer 2005
- Jähn, K.: e-Health. Springer 2004
- Herbig, B.: Informations- und Kommunikationstechnologien im Krankenhaus. Schattauer 2006
- Leimer u.a.: Medizinische Dokumentation. Schattauer, 2012
- Gärtner: Gärtner, Medizintechnik und Informationstechnologie. TÜV Media GmbH

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biomedizinische Technik 2009
- Master Biomedizinische Technik 2014
- Master Ingenieurinformatik 2014
- Master Wirtschaftsinformatik 2009
- Master Wirtschaftsinformatik 2011
- Master Wirtschaftsinformatik 2013

Master Wirtschaftsinformatik 2014  
Master Wirtschaftsinformatik 2015  
Master Wirtschaftsinformatik 2018  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung BT

## Modul: Biomedizinische Technik

Modulnummer: 100342

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Ziel des Moduls ist es spezifische Kompetenzen auf dem Gebiet der Biomedizinischen Technik zu vermitteln. Die Studierenden kennen und verstehen die Messprinzipien in der Medizinischen Praxis, die damit verbundenen spezifischen Problemfelder und die Anforderungen an medizinische Messgeräte. Die Studierenden können Messaufgaben im klinischen Umfeld analysieren, bewerten und geeignete Lösungsansätze entwickeln. Die Studierenden sind in der Lage medizinische Messgeräte zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden verstehen die Messtechnik für bioelektrische und biomagnetische Signale, können diese in der Klinik anwenden und bewerten. Die Studierenden besitzen methodische Kompetenz bei der Entwicklung von Messtechnik für bioelektrische und biomagnetische Signale.

Die Studierenden besitzen methodenorientierten Kenntnissen der Bildsignalgenerierung im Ergebnis des genutzten physikalischen Wechselwirkungsprozesses sowie der Übertragung, Visualisierung und Speicherung des Bildsignales. Die Studierenden begreifen Bilderzeugungssysteme in der Medizin als spezialisierten Gegenstands- und Methodenbereich der Biomedizinischen Technik, der sich mit Analyse, Synthese und Optimierung sowie mit der Qualitätssicherung der Anwendung von Bilderzeugungssystemen in der Medizin beschäftigt. Die Studierenden sind in der Lage, auf der Ebene des Signalübertragungsprozesses Aufbau und Funktion der Bilderzeugungssysteme zu Erkennen und zu analysieren einschließlich der Aufwärtseffekte der genutzten physikalischen Wechselwirkungsprozesse. Sie verstehen die komplexen Zusammenhänge Bildgebender Systeme als technische Hilfsmittel zum Erkennen von Krankheiten. Sie sind in der Lage, deren Aufwand, Nutzen und Risiko im medizinischen Versorgungs- und ärztlichen Betreuungsprozess zu bewerten. Die Studierenden sind in der Lage messtechnische und bildgebende Sachverhalte in der Medizin klar und korrekt zu kommunizieren. Die Studierenden sind in der Lage Systemkompetenz für medizinische Messtechnik und Bildgebung in interdisziplinären Teams zu vertreten.

### Vorraussetzungen für die Teilnahme

### Detailangaben zum Abschluss

Für diese Modulprüfung werden die dem Modul zugehörigen Prüfungen einzeln abgelegt. Die Note dieser Modulprüfung wird errechnet aus dem mit den Leistungspunkten gewichteten Durchschnitt (gewichtetes arithmetisches Mittel) der Noten der einzelnen bestandenen Prüfungsleistungen.

## Bildgebende Systeme in der Medizin 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5605 Prüfungsnummer: 2200104

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Andreas Keller

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 68 SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS				
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S
2	0	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Kerninhalte orientieren sich überwiegend an methodenorientierten Kenntnissen der Bildsignalgenerierung im Ergebnis des genutzten physikalischen Wechselwirkungsprozesses sowie der Übertragung, Visualisierung und Speicherung des Bildsignales. Gerätetechnische Kenntnisse werden als aktuelle Anwendungsbeispiele gestaltet. Die Studierenden begreifen Bilderzeugungssysteme in der Medizin als spezialisierten Gegenstands- und Methodenbereich der Biomedizinischen Technik, der sich mit Analyse, Synthese und Optimierung sowie mit der Qualitätssicherung der Anwendung von Bilderzeugungssystemen in der Medizin beschäftigt. Die Studierenden sind in der Lage, auf der Ebene des Signalübertragungsprozesses Aufbau und Funktion der Bilderzeugungssysteme zu Erkennen und zu Analysieren einschließlich der Aufwärtseffekte der genutzten physikalischen Wechselwirkungsprozesse. Sie verstehen die komplexen Zusammenhänge Bildgebender Systeme als technische Hilfsmittel zum Erkennen von Krankheiten. Sie sind in der Lage, deren Aufwand, Nutzen und Risiko im medizinischen Versorgungs- und ärztlichen Betreuungsprozess zu bewerten.

### Vorkenntnisse

Physik, Messtechnik, Signale und Systeme

### Inhalt

**BILDGEBENDE SYSTEM IN DER MEDIZIN:**  
 Aufgaben, Ziele, Leistungsbewertung  
**SIGNALÜBERTRAGUNGSVERHALTEN:**  
 Charakteristik des elementaren BES, Erweiterung des Dynamikbegriffes, Systemklassen, Operatoreigenschaften, Heuristischer Ansatz, Vollständige Beschreibung, Koordinatentransformation, Statisches Verhalten, Kontrastübertragung, Örtliche Dynamik, Zerlegung in Impulse, Zerlegung in Sinusschwingungen, Rauschen, Übertragung von Rauschen, Auswirkung auf die Detailerkennbarkeit, Abtastsysteme, Örtliche Abtastung, 2D-Abtasttheorem, Undersampling, Aliasing, Querschnittrekonstruktionsverfahren, Modellansatz, Gefilterte Rückprojektion, Messung des Übertragungsverhaltens, Aussage des Übertragungsverhaltens, das Auge.  
**MAGNETRESONANZTOMOGRAFIE:**  
 Wechselwirkungseffekt, Mikroskopische Kernmagnetisierung, Makroskopische Kernmagnetisierung, Relaxation, Kernresonanz, Bestimmung der Relaxationszeiten, MR-Bildgebung, Ortsauflösung: Gradientenfelder, Prinzip, Möglichkeiten, Einzelschichtverfahren, Gerätetechnik.  
**DIAGNOSTISCHE ULTRASCHALLANWENDUNGEN:**  
 Wechselwirkungseffekte, Schall, Ultraschall, Schallausbreitung an Grenzschichten, Echoprinzip, Dopplerprinzip, Ultraschallerzeugung, -wandlung, Bildgebung, Echoimpulstechnik, A-Bild, B-Bild, M-Bild, Doppler, Farbdoppler, Übertragungsverhalten, Örtliches Auflösungsvermögen, Zeitliches Auflösungsvermögen, Störgrößen, Rauschen.

### Medienformen

PowerPoint-Präsentation, Mitschriften, Arbeitsblätter

### Literatur

- Bücher:
1. Imaging Systems for Medical Diagnostics; Ed.: Oppelt, A; 2nd. rev. & enl. ed.; Erlangen: Publicis 2005. 996 S.
  2. Barrett, H. H.; Swindell, W.: Radiological Imaging: The Theory of Image Formation, Detection, and Processing; Vol. I & II; New York: Academic Press 1981. 384+352 S.
  3. Buzug, T. M.: Computed Tomography From photon statistics to modern cone beam CT; Berlin: Springer 2008. -521 S.
  4. Buzug, T. M.: Einführung in die Computertomographie. Mathematisch-physikalische Grundlagen der

Bildrekonstruktion; Berlin: Springer 2004. 420 S.

5. Kalender, W. A.: Computed tomography: fundamentals, system technology, image quality, applications; 3., rev. ed.; Erlangen: Publicis Corp. Publ. 2011. 372 S.

6. Vlaardingerbroek, M. T.; Boer, J. A. den: Magnetresonanzbildgebung; Berlin: Springer 2004. 500 S.

7. Weishaupt, D.; Köchli, V. D.; Marincek, B.; Fröhlich, J.M.: Wie funktioniert MRI?; Berlin: Springer 2014. 180 S.

8. Ultraschall Lexikon; Berlin: Blackwell 1996. 145 S.

9. Götz, A.-J., Enke, F.: Kompendium der medizinisch – diagn. Ultrasonographie; Stuttgart: Enke 1997. 124 S.

10. Hedrick, W. A.; Hykes, D. L.; Starchman, D. E.: Ultrasound Physics and Instrumentation; 3rd Ed.; St. Louis: Mosby-Year Book 1995. 382 S.

11. Keller, A.: Magnet – Resonanz – Tomographie; in: Ardenne, Musiol, Klemradt (Hrsg.) Effekte der Physik und ihre Anwendungen; Frankfurt/M.: Verlag Harry Deutsch 2005. S. 82-86

12. Keller, A.: Röntgen – Computertomographie; in: Ardenne, Musiol, Klemradt (Hrsg.) Effekte der Physik und ihre Anwendungen; Frankfurt/M.: Verlag Harry Deutsch 2005. S. 230-234

#### Zeitschriften:

Keller, A.: Zum Übertragungsverhalten medizinischer Bilderzeugungssysteme

Teil 1: Begriffe, Charakteristik, Beschreibungsmöglichkeiten; mt-Medizintechnik 132(2012), Nr.4, S.152-157

Teil 2: Koordinatentransformation; mt-Medizintechnik 132(2012), Nr.5, S.188-194

Teil 3: Statisches Übertragungsverhalten; mt-Medizintechnik 133(2013), Nr.3,S.107-111

Teil 4: Örtliche Dynamik: Beschreibungsmethoden, Zerlegung in Impulse; mt-Medizintechnik 133(2013), Nr.5, S. 194-196

Teil 5: Örtliche Dynamik: Indirekte Beschreibung mittels Zerlegung in Sinusschwingungen; mt-medizintechnik 134(2014), Nr.4, S.145-150

Teil 6: Örtliche Dynamik: Kennfunktionen; mt-medizintechnik 135(2015), Nr.2, S.70-76

Teil 7: Rauschen; mt-medizintechnik 135(2015), Nr.4, S.153-156

Teil 8: Abtastsysteme; mt-medizintechnik 136(2016), Nr.3, S.28-34

Teil 9: Querschnittsrekonstruktion; mt-medizintechnik 136(2016), Nr.4, S.28-34

#### Detailangaben zum Abschluss

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

Master Ingenieurinformatik 2014

## Verfahren der Biomedizinischen Messtechnik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5603

Prüfungsnummer: 2200105

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jens Hauelsen

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0							
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2221							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester	2 1 0									

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Ziel der Veranstaltung ist es Verfahren der Medizinischen Messtechnik zu vermitteln. Die Studierenden kennen und verstehen die Messprinzipien in der Medizinischen Praxis, die damit verbundenen spezifischen Problemfelder und die Anforderungen an medizinische Messgeräte. Die Studierenden können Messaufgaben im klinischen Umfeld analysieren, bewerten und geeignete Lösungsansätze entwickeln. Die Studierenden sind in der Lage medizinische Messgeräte zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden verstehen die Messtechnik für bioelektrische und biomagnetische Signale, können diese in der Klinik anwenden und bewerten. Die Studierenden besitzen methodische Kompetenz bei der Entwicklung von Messtechnik für bioelektrische und biomagnetische Signale. Die Studierenden sind in der Lage messtechnische Sachverhalte in der Medizin klar und korrekt zu kommunizieren. Die Studierenden sind in der Lage Systemkompetenz für medizinische Messtechnik in interdisziplinären Teams zu vertreten.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Biomedizinischen Technik, Grundlagen der Medizinischen Messtechnik

### Inhalt

Elektrophysiologische Messverfahren (Elektrokardiografie, Elektroenzephalografie); Blutdruckmessung (methodische Grundlagen, Blutdruck-Parameter, direkte / indirekte Messverfahren); Blutflussmessung (methodische Grundlagen, Messverfahren); Respiratorische Messverfahren (physiolog./ messmethodische Grundlagen, Messgrößen, Messverfahren); optische Messverfahren (methodische Grundlagen, Photoplethysmografie, Spektralfotometrie, Pulsoximetrie)

### Medienformen

Tafel, Mitschriften, Folien, computerbasierte Präsentationen, Demonstration, Übungsaufgaben

### Literatur

- Hutten, H. (Hrsg.), Biomedizinische Technik Bd. 1, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 1992
- Meyer-Waarden, K.: Bioelektrische Signale und ihre Ableitverfahren, Schattauer-Verlag Stuttgart/New York 1985
- Webster, J.G. (Ed.): Medical Instrumentation - Application and Design, Houghton Mifflin Co. Boston/Toronto, 1992
- Bronzino, J. D. (Ed.): The Biomedical Engineering Handbook, Vol. I + II, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton 2000
- Malmivuo, J.: Bioelectromagnetism, Oxford University Press, 1995
- Kramme, R. (Hrsg.): Medizintechnik, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2002

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biomedizinische Technik 2009
- Master Biomedizinische Technik 2014
- Master Ingenieurinformatik 2014
- Master Mechatronik 2017
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

## Modul: Literaturseminar/ Praktikum/ Hauptseminar BMT Msc

Modulnummer: 100344

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Modulabschluss:

### Lernergebnisse

**Fachkompetenz:** Die Studierenden verstehen ein spezielles Forschungsthema auf dem Gebiet der Biomedizinischen Technik. Sie sind in der Lage:

1. Den Stand der Technik zu einer vorgegebenen Fragestellung zu erfassen, einzuordnen, zu bewerten und weiterzuvermitteln.
2. Ein vorgegebenes Experiment zu planen, durchzuführen und auszuwerten.
3. Zu einer vorgegebenen Fragestellung einen praktischen Aufbau oder Algorithmus zu planen, zu realisieren und zu testen.
4. Die Studierenden vertiefen die methodischen Kenntnisse durch experimentelle Verfahren und Ergebnisse. Sie erwerben praktische Fähigkeiten und Fertigkeiten auf spezifisch technischer Wechselwirkungsebene und gleichzeitig Erfahrungen über Aufwand, Nutzen und Risiko Biomedizinischer Technik und Medizinischer Informatik als technisches Hilfsmittel im medizinischen Versorgungs- und Betreuungsprozess.

**Methodenkompetenz:** Die Studierenden sind in der Lage, wissenschaftlich-technische Literatur zu recherchieren und auszuwerten. Ziel ist außerdem das Erwerben von Fähigkeiten im Bereich der Teamarbeit (Teams von ca. 3 Studierenden bearbeiten ein Thema). Es werden Fähigkeiten der Präsentation und Fähigkeiten im Bereich des Vermittelns von Wissen erworben. Die Studierenden sind in der Lage, die fachlichen Inhalte der jeweiligen Aufgabenstellung klar und korrekt zu kommunizieren.

**Systemkompetenz:** Die Studierenden werden befähigt, Abhängigkeiten einer speziellen Problemstellung zu verschiedenen Anwendungsgebieten herzustellen. **Sozialkompetenz:** Die Studierenden werden befähigt, wissenschaftliche Themen schriftlich und mündlich zu präsentieren.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Detailangaben zum Abschluss

## Hauptseminar BMT

Fachabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 1685 Prüfungsnummer: 2200172

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung		Fachgebiet: 2222	

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	0	2	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

**Fachkompetenz:** Die Studierenden verstehen ein spezielles Forschungsthema auf dem Gebiet der Biomedizinischen Technik. Sie sind in der Lage: 1. Den Stand der Technik zu einer vorgegebenen Fragestellung zu erfassen, einzuordnen und zu bewerten. 2. Ein vorgegebenes Experiment zu planen, durchzuführen und auszuwerten. 3. Zu einer vorgegebenen Fragestellung einen praktischen Aufbau oder Algorithmus zu planen, zu realisieren und zu testen. **Methodenkompetenz:** Die Studierenden sind in der Lage, wissenschaftlich-technische Literatur zu recherchieren und auszuwerten. **Systemkompetenz:** Die Studierenden werden befähigt, Abhängigkeiten einer speziellen Problemstellung zu verschiedenen Anwendungsgebieten herzustellen. **Sozialkompetenz:** Die Studierenden werden befähigt, wissenschaftliche Themen schriftlich und mündlich zu präsentieren.

### Vorkenntnisse

Pflichtmodul 2: BMT

### Inhalt

Das Hauptseminar besteht in der selbstständigen Bearbeitung eines Forschungsthemas, welches als solches nicht direkt Bestandteil der bisherigen Ausbildung war. Das Ziel besteht darin, zum Thema den State of the art zu erfassen, einzuordnen und zu bewerten. Der Student hat folgende Aufgaben zu erfüllen: Einarbeitung und Verständnis des Themenbereichs auf der Basis bisheriger Ausbildung, der vorgegebenen und weiterer für die umfassende Behandlung und das Verständnis notwendiger, selbst zu findender Literaturquellen. Einordnung des Themenbereichs in das wissenschaftliche Spektrum ingenieurtechnischer Fragestellungen auf der Basis der bis dahin in der Ausbildung vermittelten Erkenntnisse; Schriftliche und mündliche Präsentation der Ergebnisse

### Medienformen

Workshops mit Präsentation (Tafel, Handouts, Laptop)

### Literatur

Themenspezifische Vorgabe

### Detailangaben zum Abschluss

Prüfungsform:

#### 1. Schriftlicher Teil

- 15 - 20 Seiten (incl. Literaturverzeichnis)
- deutsche oder englische Sprache
- Elektronisch und Papierform

#### 2. Mündlicher Teil

- Vortrag (30 min)
- Diskussion (ca. 10 min)

Abschluss:

benotete Studienleistung

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Biomedizinische Technik 2008  
 Bachelor Biomedizinische Technik 2013  
 Bachelor Biomedizinische Technik 2014  
 Master Biomedizinische Technik 2009  
 Master Biomedizinische Technik 2014



Master Ingenieurinformatik 2014

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung BT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung BT

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung BT

## Literaturseminar BMT

Fachabschluss: Studienleistung alternativ      Art der Notengebung: Testat unbenotet

Sprache:      Pflichtkennz.: Pflichtfach      Turnus: Wintersemester

**Fachnummer: 101641**      **Prüfungsnummer: 2200538**

Fachverantwortlich: Dr. Uwe Graichen

Leistungspunkte: 1	Workload (h):30	Anteil Selbststudium (h):19	SWS:1.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet:2221

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				0	1	0																														

**Lernergebnisse / Kompetenzen**

Ziel der Veranstaltung ist es die Studierenden zu befähigen, aktuelle Fachliteratur zu verstehen und einordnen zu können sowie der Erwerb von grundlegenden Fähigkeiten der wissenschaftlichen Diskussion. Es werden Fähigkeiten der Präsentation und Fähigkeiten im Bereich des Vermittelns von Wissen erworben. Die Studierenden verstehen die Inhalte der wissenschaftlichen Publikationen, können diese bewerten und sind in der Lage, diese fachlichen Inhalte klar und korrekt zu kommunizieren.

**Vorkenntnisse**

Lerninhalte aus dem Bachelorstudiengang Biomedizinische Technik und aus dem Pflichtmodul BMT des Masterstudiengangs Biomedizinische Technik

**Inhalt**

Die Lehrveranstaltung ist angelehnt an das Format "Journal Club". Minimal drei, maximal sechs Studierende im Masterstudiengang BMT bilden eine Gruppe und wählen ein Thema (jedes Thema wird nur einmal vergeben). Zu Beginn des Semesters werden vom Betreuer sechs wissenschaftliche Publikationen an die Gruppe verteilt. Alle Gruppenmitglieder lesen sich in alle sechs Publikationen ein, um aktiv an der Diskussion teilnehmen zu können. Jeder Studierende wählt eine der vorgegebenen Journalpublikationen und erarbeitet einen ca. 10 minütigen Vortrag zur Präsentation des Inhaltes der Publikation und formuliert abschließend drei bis fünf Thesen. Der Vortrag und die Thesen dienen als Grundlage für eine ca. 20 minütige Diskussion in der Gruppe unter Anleitung des wissenschaftlichen Mitarbeiters (Betreuer). Der Betreuer wertet gemeinsam mit den Studierenden das Literaturseminar inkl. Diskussion aus. Um den Teilnahmechein zu erhalten, müssen die Studierenden an allen Seminaren Ihrer Gruppe teilnehmen.

**Medienformen**

Präsentation (Tafel, Laptop, Beamer), Diskussion

**Literatur**

C. Ascheron: Die Kunst des wissenschaftlichen Präsentierens und Publizierens. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2007;

Themenspezifische Vorgaben

**Detailangaben zum Abschluss**

**verwendet in folgenden Studiengängen:**

Master Biomedizinische Technik 2014

## Praktikum BMT

Fachabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache:Deutsch Pflichtkennz.:Pflichtfach Turnus:ganzjährig

Fachnummer: 8411

Prüfungsnummer:2200171

Fachverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Leistungspunkte: 4	Workload (h):120	Anteil Selbststudium (h):86	SWS:3.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet:2221

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				0	0	3																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Praktikumsinhalte orientieren sich an den Kerninhalten der Fächer. Die Studierenden vertiefen die methodischen Kenntnisse durch experimentelle Verfahren und Ergebnisse. Sie erwerben praktische Fähigkeiten und Fertigkeiten auf spezifisch technischer Wechselwirkungsebene und gleichzeitig Erfahrungen über Aufwand, Nutzen und Risiko Biomedizinischer Technik und Medizinischer Informatik als technisches Hilfsmittel im medizinischen Versorgungs- und Betreuungsprozess. Sie können Messergebnisse unter Nutzung entsprechender Programme auswerten, interpretieren und präsentieren.

### Vorkenntnisse

Den Praktikumsversuchen zugrundeliegende Module mit entsprechenden Fächern.

### Inhalt

In den Masterstudiengängen sind je nach Studienrichtung im Praktikum BMT unterschiedliche Praktikumsversuche zu absolvieren:

#### BMT-Master

- CT-Querschnittsrekonstruktion
- Ultraschallbilderzeugungssystem
- Bildverarbeitung
- EKG – Signalanalyse
- EMG – Messung
- EEG – Signalanalyse
- Elektronische Patientenakte
- Funktionsdiagnostik

#### WM 1: Ophthalmologische Technik

- Bestimmung der Sehschärfe (VISUS)
- Bestimmung der spektralen Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges - V() Kurve
- Gefäßanalyse am Augenhintergrund

#### WM 2: Radiologische Technik/Strahlenschutz

- Radioaktivität
- Eigenschaften und Wechselwirkungen von Röntgenstrahlen
- Bildverarbeitung in der Medizin 2

#### WM 3: Kognitive Robotik

- Computational Intelligence für Assistenzsysteme
- Datenklassifikation mit Support Vektor-Maschinen
- 3. Versuch aus einem anderen Wahlmodul

#### WM 4: Biomechanik

- Ganganalyse mit Kraftmessplatten
- Messung der Flimmerverschmelzungsfrequenz
- Überprüfung der Gültigkeit von Fitts Law an
- Touchscreens

#### WM 5: Bioelektromagnetismus

- Numerische Feldberechnung (Verf. d. bioelektromagn. Feldmod.)
- Multikanal EEG Ableitung
- EEG-Quellenlokalisierung
- Reizstromtechnik

#### WM 6: Elektromedizinische Technik

- EKG – Embedded System
- Biosignalverstärker
- Biotelemetrie

#### II-Master

- Beatmungstechnik
- CT-Querschnittsrekonstruktion
- Ultraschallbilderzeugungssystem
- Bildverarbeitung
- EEG – Signalanalyse
- Biostatistik / Biometrie
- Strahlungsdetektoren
- Funktionsdiagnostik

#### EIT-Master

- Beatmungstechnik
- CT-Querschnittsrekonstruktion
- Ultraschallbilderzeugungssystem
- Bildverarbeitung
- EMG – Messung
- EEG – Signalanalyse
- Funktionsdiagnostik

#### WM 2: Radiologische Technik/Strahlenschutz

- Radioaktivität
- Eigenschaften und Wechselwirkungen von Röntgenstrahlen
- Bildverarbeitung in der Medizin 2

#### WIW-Master

- Beatmungstechnik
- Biostatistik / Biometrie
- Funktionsdiagnostik
- Elektrische Sicherheit

#### Medienformen

Arbeitsunterlagen, die versuchsspezifisch Grundlagen, Versuchsplatzbeschreibungen, Versuchsaufgaben und Hinweise zur Versuchsdurchführung enthalten.

#### Literatur

Versuchsspezifisch aus den Arbeitsunterlagen des Einzelversuchs.

#### Detailangaben zum Abschluss

Prüfungsform: Praktikum

Abschluss: benotete Studienleistung

Gestufte Noten als arithmetisches Mittel aus den Noten der Einzelversuche.

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

Master Ingenieurinformatik 2009

Master Ingenieurinformatik 2014

## Modul: Designprojekt

Modulnummer: 100681

Modulverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Das Designprojekt ist eine Gruppenarbeit, die von 3 bis 4 Studierenden im Rahmen ihrer Spezialisierung durchzuführen ist. Dabei haben die Studierenden eigenständig Projektziele zu planen, in Form eines Projektantrags zu formulieren, umzusetzen und die erreichten Arbeitsergebnisse kritisch zu betrachten, zu bewerten und zu dokumentieren.

### Voraussetzungen für die Teilnahme

### Detailangaben zum Abschluss

Abschluss: Einzelleistungen

Für die zu erbringenden Einzelleistungen Projektskizze, Projektantrag, Eröffnungsverteidigung, Zwischenverteidigung, Endverteidigung, Projektdurchführung und Abschlussdokumentation werden Punkte für die Gruppe und individuell vergeben. Aus der Gesamtpunktzahl ergibt sich eine gestufte Notengebung.

## Designprojekt

Fachabschluss: Prüfungsleistung alternativ Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 7868 Prüfungsnummer: 2200173

Fachverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Leistungspunkte: 6 Workload (h): 180 Anteil Selbststudium (h): 135 SWS: 4.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				0	0	4																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, ein gestelltes Problem zu analysieren, Lösungswege zu formulieren, praktisch umzusetzen und die Ergebnisse problem- und methodenorientiert zu analysieren, zu bewerten und zu dokumentieren. Sie besitzen Fähigkeiten und Fertigkeiten bei der Umsetzung technischer und physikalischer Wirkprinzipien, Anwendung technischer Sicherheit und der Qualitätssicherung. Die Studierenden sind fähig, kleinere Projektanträge zu erstellen, sich in der Gruppe zu organisieren, Arbeitspakete strukturiert aufzuteilen und im Projektverlauf anzupassen und zu ergänzen. Die Studierenden kennen Methoden und Werkzeuge des Projekt- und Zeitmanagements. Sie entwickeln und erwerben Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten in der gruppeninternen Kommunikation und der Konfliktbewältigung. Sie sind in der Lage, erreichte Ergebnisse nach außen zu kommunizieren und zu präsentieren und das Nichterreichen von Projektzielen kritisch zu hinterfragen, zu analysieren und zu bewerten.

### Vorkenntnisse

Lehrinhalte des Bachelorstudiengangs und des Pflichtmoduls BMT des Masterstudiums

### Inhalt

Das Designprojekt ist eine Gruppenarbeit, die von 3 bis 4 Studierenden im Rahmen ihrer Spezialisierung durchzuführen ist. Dabei haben die Studierenden eigenständig Projektziele planen, in Form eines Projektantrags zu formulieren, umzusetzen und die erreichten Arbeitsergebnisse kritisch zu betrachten, zu bewerten und zu dokumentieren.

### Medienformen

Tafel, Folien, computerbasierte Präsentationen, Demonstrationen

### Literatur

1. Fachunterlagen des Wahlmoduls bzw. der Spezialisierung
2. Jakoby, W.: Projektmanagement für Ingenieure: Ein praxisnahes Lehrbuch für den systematischen Projekterfolg. Springer Vieweg; 3.Aufl. 2015.
3. Zell, H.: Projektmanagement. - lernen, lehren und für die Praxis. Books on Demand; 5.Aufl. 2013.

### Detailangaben zum Abschluss

Für die zu erbringenden Einzelleistungen Projektskizze, Projektantrag, Eröffnungsverteidigung, Zwischenverteidigung, Endverteidigung, Projektdurchführung und Abschlussdokumentation werden Punkte für die Gruppe und individuell vergeben. Aus der Gesamtpunktzahl ergibt sich eine gestufte Notengebung.

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biomedizinische Technik 2009
- Master Biomedizinische Technik 2014
- Master Ingenieurinformatik 2009
- Master Ingenieurinformatik 2014

## Modul: Wahlmodul Ophthalmologische Technik

Modulnummer: 8199

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Sascha Klee

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Ziel des Moduls ist es grundlegenden Kompetenzen auf dem Gebiet der ophthalmologischen Technik zu vermitteln.

Die Studierenden kennen und verstehen den Sehvorgang vom Sinnesorgan bis zur kortikalen Verarbeitung. Sie besitzen Grundkenntnisse der Epidemiologie, Pathogenese, Diagnostik und Therapie der wichtigsten Augenerkrankungen. Sie kennen Diagnostik- und Therapietechnik der Ophthalmologie, können diese analysieren, bewerten und anwenden. Die Studierenden sind mit den Grundlagen von physiologische Optik und Psychophysik vertraut und können diese unter gegebenen Randbedingungen anwenden.

Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Prinzipien spezieller Probleme in der Ophthalmologie, können diese analysieren, bewerten und beim Syntheseprozess mitwirken. Die Studierenden sind in der Lage Fach- Methoden- und Systemkompetenz für Ophthalmologietechnik in interdisziplinären Teams zu vertreten.

Die Studierenden sind in der Lage grundlegende Sachverhalte im Bereich Ophthalmologietechnik klar und korrekt zu kommunizieren.

### Voraussetzungen für die Teilnahme

### Detailangaben zum Abschluss

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 60 min

Abschluss: Prüfungsleistung

Für die Modulprüfung werden die Fächer "Diagnostik- und Therapietechnik der Augenheilkunde", "Sehen und Refraktion" und "Ophthalmopathologie" im Komplex über 60 min geprüft. Die Note ergibt sich aus dem Ergebnis der Komplexprüfung.

## Diagnostik- und Therapietechnik der Augenheilkunde

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 101586 Prüfungsnummer: 2200533

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Sascha Klee

Leistungspunkte: 0	Workload (h): 0	Anteil Selbststudium (h): 0	SWS: 3.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung		Fachgebiet: 2224	

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden kennen alle wesentlichen ophthalmologische Diagnose- und Therapieverfahren, die auf optoelektronischen Prinzipien aufbauen und besitzen Kenntnisse über deren relevante medizinische Anwendung.
- Die Studierenden besitzen Kenntnisse über die zugrunde liegenden physikalisch-technischen und biophysikalischen Prinzipien dieser Systeme.
- Die Studierenden haben ein Grundverständnis für die sehr enge Wechselwirkung zwischen medizinischer Problemstellung und gerätetechnischer Lösung.
- Die Studierenden sind in der Lage, mit Anwendern und Entwicklern ophthalmologischer Geräte fachlich korrekt zu kommunizieren und Lösungskonzepte zu bewerten.

### Vorkenntnisse

BMT-BSc: Anatomie, Physiologie, Neurobiologie und klinisches Grundlagenwissen, Grundlagen BMT und BSV, GIG, Therapietechnik in der Ophthalmologie  
 BMT-MSc: Bildverarbeitung in der Medizin 1, Sehen und Refraktion

### Inhalt

- Verfahren und Geräte zur Diagnostik des vorderen Augenabschnittes
- Tonometrieverfahren, Perimetrie
- Selektive Farbkanalstimulationen
- Streulichtanalyse im Auge
- Verfahren und Geräte für die Diagnostik und Vermessung des Auges
- Kohärenzoptische Verfahren (OCT/PCI)
- Verfahren und Geräte zur Diagnostik des Augenhintergrundes
- Fluoreszenz-Lifetime-Imaging
- optische Kohärenztomographie am Fundus
- Koordinatensystem und Koregistrierung
- Gefäßdurchmesser/ retinale Gefäßanalyse
- Lasertechnologien zur Behandlung von Augenerkrankungen
- Sehprothesen (Artificial Vision)
- Der Lehrstoff wird in den Komplexen zeitlich und inhaltlich koordiniert mit den Lehrinhalten des Fachs Ophthalmopathologie vermittelt. Damit wird für die Studierenden des Wahlmoduls Ophthalmologietechnik der interdisziplinäre Zusammenhang vertieft.

Repetitorium Optik (verpflichtend für Wahlmodulstudenten):  
 • Wiederholung / Vermittlung wesentlicher optischer Gesetze sowie lichttechnischer Größen und ihrer Zusammenhänge

### Medienformen

Tafel, Computerpräsentation, Videoclips, Gerätedemonstrationen und Übungen an Gesunden, Seminar, PDF-Vorlesungsskripte als ergänzende Lehrmaterialien



## Literatur

- "Augenärztliche Untersuchungsmethoden" Wolfgang Straub. - 3., vollst. überarb. und erw. Aufl. - Stuttgart [u. a.] : Thieme, 2008
- "Optics of the Human Eye" David A. Atchison. - Rep. - Oxford [u.a.] : Butterworth-Heinemann, 2002
- "Optical devices in ophthalmology and optometry : technology, design principles, and clinical applications" Michael Kaschke. - Weinheim : Wiley-VCH, 2014
- "Kurzlehrbuch Augenheilkunde : mit 19 Tabellen" Thomas Damms. - 1. Aufl. - München : Elsevier, Urban & Fischer, c 2014
- "BASICS Augenheilkunde" Cordula Dahlmann. - 3. Aufl. - München : Elsevier, Urban & Fischer, c 2014
- "Technische Diagnostik in der Augenheilkunde" Claus Flittiger. - 1. Aufl. - Bern : Huber, 2012
- "Augenheilkunde" Gerhard K. Lang. - 5., überarb. Aufl. - Stuttgart [u.a.] : Thieme, c 2014

## Detailangaben zum Abschluss

Repetitorium Optik (nur für Wahlmodulstudenten):

Prüfungsform: schriftlich

Dauer: 30 min

Abschluss: Testat (Voraussetzung für Zulassung zur Komplexprüfung)

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

## Ophthalmopathologie

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 101589 Prüfungsnummer: 2200531

Fachverantwortlich: PD Dr. Edgar Nagel

Leistungspunkte: 0	Workload (h): 0	Anteil Selbststudium (h): 0	SWS: 2.0							
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2221							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester		2 0 0								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden können grundlegende medizinische Sachverhalte (z. B. Diagnose, Therapie, evidenzbasierte Medizin) für die Ophthalmologie anwenden.
- Die Studierenden haben Grundkenntnisse der Epidemiologie, Pathogenese, Diagnostik und Therapie der wichtigsten Augenerkrankungen in den entwickelten Ländern.
- Die Studierenden sind in der Lage, mit Augenärzten, medizinischem Assistenzpersonal und Technikern fachlich korrekt und terminologisch verständlich zu kommunizieren.
- Die Studierenden kennen wesentliche ophthalmologische diagnostische Verfahren sowie Prinzipien ihres gezielten klinischen Einsatzes.
- Die Studierenden erhalten das fachmedizinische Grundlagenwissen, um ophthalmotechnische Sachverhalte an der Schnittstelle von Medizin und Technik zu verstehen und neue Lösungsansätze zu entwickeln.

### Vorkenntnisse

BMT-BSc: Anatomie, Physiologie, Neurobiologie und klinisches Grundlagenwissen des Studienganges Biomedizinische Technik (BSC), Therapietechnik in der Ophthalmologie MSC BMT: Sehen und Refraktion

### Inhalt

- Kenntnisse der Pathogenese, wesentlichen Symptome, der Epidemiologie, der spezifischen diagnostischen und medizintechnisch-therapeutischen Methoden zu Erkrankungen aus folgenden Komplexen:
  - äußeres Auge und Hornhaut
  - Augenlinse
  - Glaukom
  - Netzhaut incl. Sehnerv, Zusammenhang Auge und Allgemeinerkrankungen
  - Binokularsehen und ophthalmologische Notfälle
- Der Lehrstoff wird in den Komplexen zeitlich und inhaltlich koordiniert mit den Lehrinhalten des Fachs Diagnostik und Therapietechnik der Ophthalmologie vermittelt. Damit wird für die Studierenden des Wahlmoduls Ophthalmologietechnik der interdisziplinäre Zusammenhang vertieft.
- Zu jedem Komplex wird ein Praktikum im Ophthalmolabor des BMTI durchgeführt.
- Im Komplex Netzhaut wird in einem Seminar interdisziplinäres Herangehen an Fachfragen geübt.

### Medienformen

Tafel, Computerpräsentation, Videoclips, Funktionstests und Demonstration am Gesunden

### Literatur

Allgemeine Primärempfehlung (Prüfungswissen):  
 Lang GK Augenheilkunde. Thieme, Stuttgart. 5. Aufl. 2014

Individuelle Sekundärempfehlung:

- Aktuelle Lehrbücher und Bildatlanten der Augenheilkunde, z.B.
- Kurzlehrbuch Augenheilkunde : mit 19 Tabellen / Thomas Damms. 1. Aufl. - München : Elsevier, Urban & Fischer, c 2014
  - BASICS Augenheilkunde / Cordula Dahmann. - 3. Aufl. - München : Elsevier, Urban & Fischer, c 2014
  - Augustin, Augenheilkunde. Springer Berlin-Heidelberg-New York; 3. Aufl. 2007

- Kanski, Bowling Klinische Ophthalmologie. Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH; 7. Aufl. 2012

Detailangaben zum Abschluss

Leistungspunkte: 2

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

## Physiologische Optik und Psychophysik

Fachabschluss: Studienleistung mündlich 60 min Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlpflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 7485 Prüfungsnummer: 2300287

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Christoph Schierz

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0							
Fakultät für Maschinenbau		Fachgebiet: 2331								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester	1 1 0									

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen die Grundlagen der visuellen Funktionen und wissen, wie diese mit dem Alltag und mit technischen Anwendungen in Bezug zu setzen sind. Der Teil Psychophysik befähigt zur Untersuchung der Wahrnehmungsfunktionen von Testpersonen.

### Vorkenntnisse

keine, Grundkenntnisse in Lichttechnik (z.B. Vorlesung Lichttechnik 1) von Vorteil

### Inhalt

Physiologische Optik: Aufbau und Funktion des Auges, Sehraum, Raum- und Tiefensehen, Helligkeit, Kontrast, Farbe, zeitliche Faktoren, circadiane Lichtwirkungen, Umweltwahrnehmung. Psychophysik: Klassische Psychophysik, Methoden der klassischen Psychophysik, Signaldetektion, Skalierungsmethoden

### Medienformen

Entwicklung an Tafel, Powerpoint-Folien (werden zur Verfügung gestellt), teilweise Skript, Übungs- und Informationsblätter

### Literatur

Literatur ist fakultativ. - Goldstein E.B.: Wahrnehmungspsychologie. 7. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg (2007) - Gregory R.L.: Auge und Gehirn. Psychologie des Sehens. Rowohlt Tb. (2001). - Schmidt R. F., Schaible H.-G.: Neuro- und Sinnesphysiologie. 5. Aufl. Springer, Berlin (2006). - Gescheider G. A.: Psychophysics: Method, Theory, and Application. 3rd Ed., Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey (1997).

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009  
 Master Biomedizinische Technik 2014  
 Master Maschinenbau 2009  
 Master Maschinenbau 2011  
 Master Maschinenbau 2014  
 Master Maschinenbau 2017  
 Master Medientechnologie 2009  
 Master Medientechnologie 2013  
 Master Optische Systemtechnik/Optronik 2014  
 Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017  
 Master Optronik 2008  
 Master Optronik 2010

## Sehen und Refraktion

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache:deutsch Pflichtkennz.:Pflichtfach Turnus:Wintersemester

Fachnummer: 101587 Prüfungsnummer:2200532

Fachverantwortlich: PD Dr. Edgar Nagel

Leistungspunkte: 0	Workload (h):0	Anteil Selbststudium (h):0	SWS:2.0																		
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet:2221																		
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS											
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester	2	0	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden besitzen Kenntnisse über Anatomie und Physiologie des Auges und der Augenanhangsorgane.
- Die Studierenden haben ein Grundverständnis des Sehvorganges (Abbildung und visuelle Wahrnehmung).
- Die Studierenden kennen die biologische und optische Entstehung der Refraktionsfehler.
- Die Studierenden kennen physikalisch-technische und biophysikalische Prinzipien der Bestimmung optometrischer Parameter sowie deren Anwendung in Diagnostikgeräten.
- Die Studierenden kennen wesentliche Verfahren zur Refraktionskorrektur, die zugrunde liegenden physikalisch-technischen und biophysikalischen Prinzipien sowie die verwendeten Therapiegeräte.
- Die Studierenden sind in der Lage, zum Thema Refraktion mit Augenärzten, medizinischem Assistenzpersonal und Technikern fachlich korrekt und terminologisch verständlich zu kommunizieren.
- Die Studierenden erhalten interdisziplinäre Grundlagenwissen, um refraktive Sachverhalte an der Schnittstelle von Medizin und Technik zu verstehen und neue Lösungsansätze zu entwickeln.

### Vorkenntnisse

BMT-BSc: Anatomie, Physiologie, Neurobiologie und klinisches Grundlagenwissen des Studienganges Biomedizinische Technik Therapietechnik in der Ophthalmologie

### Inhalt

- Anatomie und Physiologie des Auges
  - Physiologie des Sehens und der Wahrnehmung
  - Abbildung und Optik
  - Fehlsichtigkeiten
  - Verfahren und Geräte zur Diagnostik optometrischer Kenngrößen
  - Verfahren zur Refraktionskorrektur mit Schwerpunkt refraktiver Chirurgie (PRK, LASIK, refraktiver Linsentausch, add-on-IOL)
- Praktikum:
- Visus und Refraktionsbestimmung im OphthalmoLabor des BMTI
- Seminar:
- Aspekte der Refraktionskorrektur

### Medienformen

Tafel, Computerpräsentation, Videoclips, Funktionstests und Demonstration am Gesunden

### Literatur

Allgemeine Primärempfehlung (Prüfungswissen):  
 Lang GK Augenheilkunde. Thieme, Stuttgart. 5. Aufl. 2014

Individuelle Sekundärempfehlung:  
 Aktuelle Lehrbücher und Bildatlanten der Augenheilkunde, z.B.  
 - Kurzlehrbuch Augenheilkunde : mit 19 Tabellen / Thomas Damms. 1. Aufl. - München : Elsevier, Urban &

Fischer, c 2014

-BASICS Augenheilkunde / Cordula Dahlmann. - 3. Aufl. - München : Elsevier, Urban & Fischer, c 2014

- Augustin, Augenheilkunde. Springer Berlin-Heidelberg-New York; 3. Aufl. 2007

- Kanski, Bowling Klinische Ophthalmologie. Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH; 7. Aufl. 2012

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

**Modul: Wahlmodul Radiologische Technik / Strahlenschutz**

Modulnummer: 8200

Modulverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

**Lernergebnisse**

Die Kerninhalte orientieren sich überwiegend an Technik und Methodik der Anwendung ionisierender Strahlen in der Medizin zum Erkennen (radiologische bildgebende Diagnostik, Bildverarbeitung in der Medizin) und zum Heilen von Krankheiten (Strahlentherapie) sowie an der überaus wichtigen und kontroversen Problematik des Schutzes vor den schädigenden Nebenwirkungen ionisierender Strahlen (Strahlenschutz). Bilder u.a. radiologischer Bilderzeugungssysteme stellen enorme Datenmengen dar. Deren Erzeugung, Be- und Verarbeitung, quantitative Analyse zur Gewinnung diagnostisch relevanter Informationen, Übertragung und Archivierung erfordert eine einheitliche methodische Basis zur Beschreibung von Übertragung und Verarbeitung mehrdimensionaler Signale. Lernziel ist die Vermittlung langfristig gültiger, theoretisch methodischer Grundlagen zum Verständnis aktueller, von hoher Innovationsdynamik gekennzeichneter technischer Lösung als exemplarische Beispiele. Herausragende Besonderheit der Strahlentherapie ist die absichtlich herbeigeführte, therapeutisch erwünschte biologische Strahlenwirkung. Die klinische Dosimetrie zur Quantifizierung genau dieser therapeutischen Strahlenwirkungen erfordert neben der Vermittlung messmethodischer Grundlagen auch die Prägung berufsethischer Normen zur Wahrnehmung der gesetzlich fixierten Verantwortung am Patienten als nichtärztlicher Hochschulabsolvent. Das Risiko schädigender Nebenwirkungen ionisierender Strahlen wird in seiner Qualität auf physikalischer und biologischer Ebene und in seiner Quantität auf messtechnischer Ebene vorgest. Aus den bekannten strahlenbiologischen Kenntnissen werden Ziele und Grundsätze zur Tolerierung des Strahlenrisikos abgeleitet. Die Studierenden sind in der Lage, speziell die medizinische Strahlenanwendung im komplexen Zusammenhang von Aufwand, Nutzen und Risiko im medizinischen Versorgungs- und ärztlichen Betreuungsprozess zu bewerten.

Hinweis: Dieses Modul ist eine der notwendigen Eingangsvoraussetzungen zur Anerkennung des Studienganges BMT zur postgradualen Qualifizierung als Medizinphysik-Experte.

**Voraussetzungen für die Teilnahme****Detailangaben zum Abschluss**

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 60 min

Abschluss: Prüfungsleistung

Für die Modulprüfung werden die Fächer Grundlagen des Strahlenschutz, Strahlenschutz in der Medizin und Technik der Strahlentherapie im Komplex über 60 min geprüft. Die Note ergibt sich aus dem Ergebnis der Komplexprüfung.

## Bildverarbeitung in der Medizin 2

Fachabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 7870 Prüfungsnummer: 2200157

Fachverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				2	1	0																								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Kerninhalte orientieren sich an den aus der medizinischen Bildgebung und Bildverarbeitung resultierenden interdisziplinären physikalischen, technischen und informationsverarbeitenden Problemen. Die Studierenden sind fähig, auf der Basis der vermittelten methodischen Grundlagen eine Bildverarbeitungsaufgabe zu erkennen, zu analysieren, zu bewerten und geeignete Lösungsansätze zu entwickeln. Sie kennen die zugrundeliegende Theorie, um die Stärken und Schwächen der Verfahren zur Registrierung, Merkmalsextraktion, Bildsegmentierung, Klassifikation und Visualisierung zu verstehen. Sie besitzen die methodischen Fähigkeiten und Fertigkeiten, Algorithmen zu entwickeln und geeignet zu evaluieren. Die Studierenden sind in der Lage, medizinische Bildverarbeitung als Bestandteil Biomedizinischer Technik zur Diagnostik und Therapie zu begreifen. Sie verstehen die Wirkungsweise komplexer Algorithmen und können sie selbst parametrisch steuern. Dabei sind die Studierenden mit Techniken der Qualitätssicherung in der Bildverarbeitung vertraut. Sie kennen die Möglichkeiten und Grenzen eingesetzter Bildanalyse- und Bildverarbeitungsprozesse sowie die Vor- und Nachteile computergestützter Diagnose und sind in der Lage, Aufwand, Nutzen und Risiko dieser Verfahren zu bewerten.

### Vorkenntnisse

Bildverarbeitung in der Medizin 1, Bildgebende Systeme in der Medizin 1+2, Klinische Verfahren 1+2

### Inhalt

Speicherung von Bilddaten:

- Datenreduktion und Datenkompression, Möglichkeiten in der medizinischen Anwendung
- JPEG und JPEG2000
- Medizinische Bilddatenstandards – DICOM und Alternativen

Bildbearbeitung:

- Qualitätsmaße für Bilder
- Bildverbesserung und Bildrestauration – Kantenerhaltendes Entrauschen
- Bildregistrierung – merkmals- und voxelbasiert

Bildanalyse:

- Segmentierung – Clustering, modellbasiert, Evaluation
- Merkmalsextraktion – Formanalyse, Texturanalyse
- Klassifikation – überwacht, unüberwacht
- Vermessung und Interpretation – Distanz, Winkel, Fläche, Volumen

Visualisierung von Bilddaten:

- Darstellung von Grauwertbildern – Wiederholung
- Darstellung von Farbbildern – Farbmodelle, Farb Räume, Transformation, Analyse
- 3D-Visualisierung - Surface-Rendering, Volume-Rendering, Beleuchtung und Schattierung

Zusatz:

Validierung  
 Qualitätsmaße für Bildanalyse-Algorithmen  
 Grundwahrheit  
 Repräsentativität

### Medienformen



## Literatur

1. Birkfellner, Wolfgang (2014): Applied Medical Image Processing, Second Edition: A Basic Course. 2.Aufl.; Taylor&Francis Inc.
2. Deserno, Thomas (Hg.) (2013): Biomedical Image Processing. Springer.
3. Dougherty, Geoff (2011): Medical Image Processing: Techniques and Applications. Springer.
4. Handels, Heinz (2009): Medizinische Bildverarbeitung. Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie. 2.Aufl.; Vieweg+Teubner.
5. Preim, Bernhard und Botha, Charl P. (2013): Visual Computing for Medicine: Theory, Algorithms, and Applications. 2.Aufl.; Morgan Kaufmann.
6. Tönnies, Klaus D. (2005): Grundlagen der Bildverarbeitung. Pearson Studium.
7. Tönnies, Klaus D. (2017): Guide to Medical Image Analysis: Methods and Algorithms. 2.Aufl.; Springer.

## Detailangaben zum Abschluss

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 20 min

Abschluss: benotete Studienleistung

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

## Grundlagen des Strahlenschutzes

Fachabschluss: über Komplexprüfung mündlich      Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Pflichtfach      Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5606      Prüfungsnummer: 90322

Fachverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Leistungspunkte: 2      Workload (h): 60      Anteil Selbststudium (h): 38      SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung      Fachgebiet: 2221

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
2	0	0																												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Kerninhalte orientieren sich überwiegend am Zusammenhang zwischen Nutzen und Risiko von Strahlenanwendungen. Das Risiko schädigender Nebenwirkungen ionisierender Strahlen wird in seiner Qualität auf physikalischer und biologischer Ebene und in seiner Quantität auf messtechnischer Ebene vorgestellt. Aus den bekannten strahlen-biologischen Kenntnissen werden Ziele und Grundsätze zur Tolerierung des Strahlenrisikos abgeleitet. EU-Grundnormen bestimmen nationale, normative Rahmen zur Risikobegrenzung und -minimierung. Die Studierenden begreifen den Strahlenschutz als komplexes, multidisziplinäres Gebiet zum Erkennen und Bewerten von und zum Schutz vor Strahlenwirkungen beim Menschen, anderen Lebewesen, in der Umwelt und an Sachgütern. Die Studierenden sind in der Lage, Strahlenanwendungen im komplexen Zusammenhang von Aufwand, Nutzen und Risiko bei der Produktion materieller Güter bzw. in Dienstleistungsprozessen zu bewerten.

### Vorkenntnisse

Physik, Messtechnik, Strahlenbiologie/Medizinische Strahlenphysik

### Inhalt

Strahlenexposition des Menschen - Expositionswege und -quellen; Natürliche Exposition; Zivilisat. Erhöhung d. Exp. aus natürl. Quellen; Zivilisatorische Exposition, Überblick, Medizinische Exposition.

Strahlenwirkung, Strahlenrisiko - Biologische Strahlenwirkungen, Überblick; Zielstellungen des Strahlenschutzes; Risiko; Risiko stochastischer Strahlenwirkungen; Risikofaktoren; Begründung des Basisgrenzwertes.

Strahlenexposition des Menschen - Expositionswege und -quellen; Natürliche Exposition; Zivilisat. Erhöhung d. Exp. aus natürl. Quellen; Zivilisatorische Exposition, Überblick, Medizinische Exposition und Einordnung.

Strahlenwirkung, Strahlenrisiko - Biologische Strahlenwirkungen, Überblick; Zielstellungen des Strahlenschutzes; Risiko; Risiko stochastischer Strahlenwirkungen; Risikofaktoren; Begründung des Basisgrenzwertes.

Strahlenschutzmesstechnik – Messaufgaben; Aktivität, Nuklididentifikation; Strahlenschutzdosimetrie; Körperdosisgrößen, Energiedosis, Organenergiedosis, Organdosis, Effektive Dosis; Dosismessgrößen, Konzept, Äquivalentdosis, Ortsdosisgrößen, Personendosisgrößen; Dosimetrie bei äußerer Exposition, Arten, Möglichkeiten, Anforderungen, Dosimeterfilm, Gleitschattendosimeter, OSL-Dosimeter, TLD-Dosimeter; Dosimetrie bei innerer Exposition, Offene Strahlenquellen, Expositionswege, Problemstellung, Einflussgrößen, Inkorporierte und kumulierte Aktivität, Effektive Folgedosis, Berechnung Organ- und Effektiver Dosis. Grundsätze des Strahlenschutzes - Ableitung aus den Zielstellungen; Rechtfertigung; Minimierung; Begrenzung. Grundlagen des Strahlenschutzrechtes – Geschichtliches; Rechtsgrundsatz; Normenpyramide; Internationale Grundlagen; Struktur und Organisation in Deutschland; Gesetze; Verordnungen, Geltungsbereiche, Verantwortung. Gesetze – Strahlenschutzgesetz; Verordnungen – Strahlenschutzverordnung; Bezug zu den bisherigen Verordnungen; Synopse.

Strahlenschutztechnik - Aufgaben, Arten; Einflüsse auf Dosis und Dosisleistung; Strahlenfeld einer Röntgeneinrichtung, Anteile, Einflussgrößen, Strahlenschutztechnik bei äußerer Exposition; Prüfung, Bewertung der Schutzwirkung. Überwachung und Kontrolle – Überblick; Notwendigkeit, Umfang.

Notfallexpositionssituationen - Begriffe, Beispiele; Maßnahmen; Strahlenexposition bei Hilfeleistungen; Meldepflicht; Vorbereitung der Brandbekämpfung.

### Medienformen

Tafel, Mitschriften, Folien, Arbeitsblätter, Powerpoint-Präsentation

## Literatur

1. Krieger, Hannes (2017): Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes. 5. Aufl.; Springer Spektrum.
  2. Vogt, Hans-Gerrit; Schultz, Heinrich (2011): Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes. 6. Aufl.; Carl Hanser Verlag GmbH & CO. KG.
  3. Gruben, Claus (2014): Grundkurs Strahlenschutz. Praxiswissen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen. 4. Aufl.; Springer Spektrum.
- Aktuelle Literatur nach Inkrafttreten des neuen Strahlenschutzgesetzes.

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009  
Master Biomedizinische Technik 2014  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT

## Strahlenschutz in der Medizin

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5611 Prüfungsnummer: 90323

Fachverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 68 SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
				1	1	0																								

**Lernergebnisse / Kompetenzen**

Die Kerninhalte orientieren sich am Zusammenhang zwischen Nutzen und Risiko medizinischer Strahlenanwendungen. Für die Spezialgebiete Röntgendiagnostik, Nuklearmedizin und Strahlentherapie werden Methoden und Beispiele zur Risikoquantifizierung beim Patienten und beim Personal vermittelt. Besonders die Rechtfertigung und die Minimierung des Strahlenrisikos für den Patienten prägen die Inhalte. Neben Kenntnissen zum speziellen normativen Rahmen werden die Studierenden befähigt, alle Möglichkeiten der Strahlenschutztechnik, der Planung der Arbeitsaufgaben, der physikalischen Strahlenschutzkontrolle u.a. Methoden zur Umsetzung von Zielen und Grundsätzen im Strahlenschutz bei der medizinischen Strahlenanwendung umzusetzen. Die Studierenden sind in der Lage, speziell die medizinische Strahlenanwendung im komplexen Zusammenhang von Aufwand, Nutzen und Risiko im medizinischen Versorgungs- und ärztlichen Betreuungsprozess zu bewerten. Das Fach ist eine der notwendigen Eingangsvoraussetzungen zur Anerkennung des Studienganges BMT zur postgradualen Qualifizierung als Medizinphysik-Experte.

**Vorkenntnisse**

Physik, Messtechnik, Strahlenbiologie/Medizinische Strahlenphysik, Bildgebende Systeme in der Medizin 1+2, Grundlagen des Strahlenschutzes

**Inhalt**

**Röntgendiagnostik:** Berechnung und Messung der Dosis - Strahlenexposition des Patienten, Expositionsbedingungen, Einflussgrößen, Röntgenstrahlenerzeugung, Wechselwirkung im Patienten, Abbildungsgeometrie, Schwächende Schichten nach dem Patienten, Bildwandler; Ermittlung der Patientenexposition, Messung, Berechnung; Werte der Patientenexposition, Anteile der Untersuchungsarten, Effektive Dosis, Strahlenexposition von Kindern, Strahlenexposition in der Schwangerschaft; Diagnostische Referenzwerte, Ziel, Messgrößen für Aufnahmen und Durchleuchtung, Messgrößen für CT; Möglichkeiten der Reduktion der Patientenexposition; Berufliche Strahlenexposition, Begrenzte u. überwachbare Größen, Erfordernis zur Körperdosisberechnung, Rechenweg, Überwachungsergebnisse; Monte-Carlo-Simulationen. Richtlinien und Normen - Zusammenstellung relevanter Richtlinien; Zusammenstellung relevanter Normen. Strahlenschutztechnik – Ziele; Anteile des Strahlenfeldes; Schwächung von Röntgenstrahlung; Abschirmungen, Ziel, Berechnungsansatz, Parameter, Beispiele zur Planung einer Röntgenabteilung; Sonstiger bautechnischer Strahlenschutz; Gerätetechnischer Strahlenschutz; Strahlenschutzzubehör; Richtwerte der Ortsdosis. Überwachung und Kontrolle - Genehmigung, Anzeige; Physikalische Strahlenschutzkontrolle, Errichtung von Strahlenschutzbereichen, Personendosimetrische Überwachung; Arbeitsmedizinische Vorsorge; Qualitätssicherung, Technischer Art, Ärztlicher Art; Unterweisungen; Strahlenanwendung am Menschen. Notfallexpositionssituationen.

**Nuklearmedizin:** Berechnung und Messung der Dosis - Rechnerische Abschätzung äußerer Exposition, Gammastrahlung, Betastrahlung; Hautexposition nach Kontamination; Körperdosen bei innerer Exposition; Interventionsschwellen; Referenzverfahren zur Dosisberechnung; Individualverfahren zur Dosisberechnung; Direkte Ermittlung; Beispiele; Personendosimetrische Überwachung. Freigabe radioaktiver Stoffe; Richtlinien und Normen - Zusammenstellung relevanter Richtlinien; Zusammenstellung relevanter Normen. Strahlenschutztechnik. Notfallexpositionssituationen - Begriffe und Beispiele; Maßnahmen, Rangfolge, Oberflächendekontamination, Hautdekontamination, Dekorporation; Exposition bei Hilfeleistung; Berichterstattung; Vorbereitung der Brandbekämpfung.

Zugehörige Exkursion zeigt die Aufgaben des MPE in der klinischen Routine und die medizinischen und technischen Anforderungen in der nuklearmedizinischen Diagnostik und Therapie insbesondere im Hinblick auf Strahlenschutzaspekte.

Strahlentherapie: Berechnung und Messung der Dosis - Klinische Dosimetrie, Zielstellung, Möglichkeiten, Überblick, Dosimetrie gepulster Strahlung; Personendosimetrie; Ortsdosimetrie; Luftkontamination; Freigabe aktivierter Materialien. Richtlinien und Normen - Zusammenstellung relevanter Richtlinien; Zusammenstellung relevanter Normen; Behördliche Verfahren, Genehmigung, Bestellung SSB, Transport; Haftungsfragen. Strahlenschutztechnik. Bauliche Planung strahlentherapeutischer Einrichtungen. Notfallexpositionssituationen – Begriffe; Patient, Besonderheiten; Personal, Maßnahmen; Strahlenexposition bei Hilfeleistung; Berichterstattung; Vorbereitung der Brandbekämpfung.

Zugehörige Exkursion zeigt die Aufgaben des MPE in der klinischen Routine und die medizinischen und technischen Anforderungen in der Strahlentherapie insbesondere im Hinblick auf Strahlenschutzaspekte.

#### Medienformen

Tafel, Mitschriften, Folien, Arbeitsblätter, Powerpoint-Präsentation

#### Literatur

1. Krieger, Hannes (2017): Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes. 5. Aufl.; Springer Spektrum.
  2. Vogt, Hans-Gerrit; Schultz, Heinrich (2011): Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes. 6.Aufl.; Carl Hanser Verlag GmbH & CO. KG.
  3. Grupen, Claus (2014): Grundkurs Strahlenschutz. Praxiswissen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen. 4.Aufl.; Springer Spektrum.
- Aktuelle Literatur nach Inkrafttreten des neuen Strahlenschutzgesetzes.

#### Detailangaben zum Abschluss

Für BMT-MSc im Wahlmodul Radiologische Technik/Strahlenschutz:

Bestandteil der Komplexprüfung

Für BMT-MSc als Nebenfach:

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 20 min

Abschluss: benotete Studienleistung

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

## Technik der Strahlentherapie

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5612 Prüfungsnummer: 90324

Fachverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 56	SWS: 3.0							
Fakultät für Informatik und Automatisierung		Fachgebiet: 2221								
SWS nach Fachsemester	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
		2 1 0								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Kerninhalte orientieren sich an den aus der strahlentherapeutischen Aufgabe resultierenden interdisziplinären physikalischen, strahlenbiologischen und technische Problemen. Die Studierenden werden befähigt, mit Hilfe der vermittelten methodischen Grundlagen zur physikalisch-technischen Bestrahlungsplanung sich in der medizinischen Praxis in ein therapeutisches Anwendungsgebiet hoher Dynamik einzuarbeiten. Die strahlentherapeutische Technik liefert die Kenntnisse zu den therapeutischen Möglichkeiten der Bestrahlungsmaschinen. Die klinische Dosimetrie befähigt die Studierenden, den erwünschten strahlenbiologischen Effekt unter Nutzung technischer Hilfsmittel quantitativ zu bestimmen. Hier liegen methodische Schwerpunkte des Faches. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, in ihrem eigenverantwortlichen Aufgabenbereich von der Lokalisation und Simulation über die Berechnung der dreidimensionalen Dosisverteilung bis zur technischen Qualitätssicherung und zum Strahlenschutz im physikalisch-technischen Bereich bei der Patientenversorgung als Partner des Arztes tätig zu werden.

### Vorkenntnisse

Physik, Messtechnik, Strahlenbiologie/Medizinische Strahlenphysik

### Inhalt

**Strahlentherapeutische Technik:** Röntgentherapieeinrichtungen – Röntgentherapieröhren; Röntgentherapiegeneratoren. Medizinische Linearbeschleuniger – Driftröhrenbeschleuniger; Wanderwellenbeschleuniger; Stehwellenbeschleuniger; Anforderungen an medizinische Beschleuniger; Strahlerkopf für Elektronenbetrieb; Strahlerkopf für Photonenbetrieb; Dosismonitorsystem; kV- und MV-Bildgebung zur Lagekontrolle; Technische Möglichkeiten der Bewegungskompensation; Kontroll- und Protokollsysteme; Cyberknife. Intraoperative Strahlentherapie. Einrichtungen mit umschlossenen Quellen – Afterloadingtherapieeinrichtungen; Telegammatherapieeinrichtungen; Gammaknife. Strahlentherapeutischer Gesamtprozess mit virtueller Simulation und Verifikation. Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle.

**Klinische Dosimetrie:** Dosisgrößen, Wechselwirkungskoeffizienten – LET; RBW. Dosismessung – Allgemeine Sondenmethode; Absolut- und Relativedosimetrie; Ansätze zur Umrechnung D<sub>Sonde</sub> in D<sub>Gewebe</sub>; Sekundärteilchengleichgewicht; Bragg-Gray-Bedingung; Messbereiche für Luftionisationskammern; Dosimetrie in gepulsten Feldern.

**Bestrahlungsplanung:** Zielstellung, Schritte - Biologisch-medizinische Bestrahlungsplanung - Toleranzdosis; Physikalisch-technische Bestrahlungsplanung. Auswahl von Strahlenart und -energie – Röntgenstrahlen bis 300 kV; Protonen und Schwerionen; Neutronen; Gammastrahlen, Bremsstrahlen, Elektronen. Auswahl der Bestrahlungstechnik – Zielvolumenkonzept; Möglichkeiten und Begriffe; Kontakttherapie; Stehfeldbestrahlung; Bewegungsbestrahlung; Keilfilter und Blöcke; Zeitliche Optimierung - Fraktionierung. Praktische Durchführung – Konformalbestrahlung; Topometrie; Dosisverteilung; Manuelle Ermittlung; Computergestützte Ermittlung; Vergleich aktueller Planungsalgorithmen auch zu Monte-Carlo-Simulationen; Optimierung; Inverse Planung; 3D-CRT; IMRT; VMAT; Aktuelle Entwicklungen. Planungsvergleichsstudien.

In 2 Exkursionen wird die biologisch-medizinische und die physikalisch-technische Ebene in der Strahlentherapie in der klinischen Routine von Ärzten und Physikern beleuchtet. Dabei wird auf das Aufgabengebiet des MPE in der Routine an praktischen Beispielen Bezug genommen.

### Medienformen

Tafel, Mitschriften, Folien, Arbeitsblätter, Powerpoint-Präsentation

### Literatur

1. Krieger, Hanno (2017): Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes. 5.Aufl. Springer Spektrum.
2. Krieger, Hanno (2017): Strahlungsquellen für Technik und Medizin. 3.Aufl.: Springer Spektrum.
3. Krieger, Hanno (2013): Strahlungsmessung und Dosimetrie. 2.Aufl.: Springer Spektrum.
4. Hinterberger, Frank (2008): Physik der Teilchenbeschleuniger und Ionenoptik. 2.Aufl., Springer.
5. Schlegel, Wolfgang (Hg) (2018): Medizinische Physik: Grundlagen-Bildgebung-Therapie-Technik. Springer Spektrum.
6. Wannemacher, Michael; Wenz, Frederik (2013): Strahlentherapie. 2.Aufl.; Springer.

#### Detailangaben zum Abschluss

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009  
Master Biomedizinische Technik 2014

## Modul: Wahlmodul Kognitive Robotik

Modulnummer: 101564

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Horst-Michael Groß

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Die Studierenden kennen den aktuellen Stand der Biorobotik, in Kombination mit den aktuellen Möglichkeiten der "klassischen" Robotik, Sensorik und Aktorik, Computational Intelligence (Lösung von Signal-, Bildverarbeitungs- und Controlproblemen) unter adäquater Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstellen (verbale und nonverbale Interaktion für unterschiedliche Endnutzergruppen). Die Studierenden lösen einen Teil der Aufgaben in der Gruppe. Sie sind in der Lage, auf Kritiken und Lösungshinweise zu reagieren. Sie verstehen die Notwendigkeit einer sorgfältigen und ehrlichen Arbeitsweise unter Kennzeichnung von Stärken und Schwächen eigener Lösungen.

Die Studierenden erwerben die notwendigen Kenntnisse und Befähigungen, um aus biomechanischen Experimentaldaten Modelle abzuleiten.

Die Studierenden kennen die Prinzipien einer rationalen Therapie von Erkrankungen des Bewegungsapparates. Basierend auf dem aktuellen Erkenntnisstand der Funktionellen Morphologie sind sie in der Lage, Neuentwicklungen kritisch und wissenschaftsbasiert zu würdigen.

Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse der Schnittstellengestaltung von Assistenzsystemen.

### Voraussetzungen für die Teilnahme

### Detailangaben zum Abschluss



## Kognitive Systeme / Robotik

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 181 Prüfungsnummer: 2200444

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Horst-Michael Groß

Leistungspunkte: 0	Workload (h): 0	Anteil Selbststudium (h): 0	SWS: 3.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung		Fachgebiet: 2233	

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
2	1	0																												

**Lernergebnisse / Kompetenzen**

In der Vorlesung Kognitive Robotik lernen die Studenten die Begrifflichkeiten und das Methodenspektrum der Kognitiven Robotik kennen. Sie verstehen übergreifende Ansätze zur Konzeption und der Realisierung von Robotik-Komponenten aus der Sicht von Sensorik, Aktorik und kognitiver Informationsverarbeitung. Sie kennen Techniken der Umgebungswahrnehmung und der lokalen und globalen Navigation von Kognitiven Robotern in komplexer realer Einsatzumgebung.

Die Studierenden sind in der Lage, Fragestellungen aus dem o. g. Problemkreisen zu analysieren, durch Anwendung des behandelten Methodenspektrums Lösungskonzepte für unterschiedliche Fragestellungen der Service- und Assistenzrobotik zu entwerfen und umzusetzen, sowie bestehende Lösungskonzepte zu bewerten. Vor- und Nachteile der Komponenten und Verfahren im Kontext praktischer Anwendungen sind den Studierenden bekannt.

**Vorkenntnisse**

Vorlesungen Neuroinformatik und Maschinelles Lernen, Angewandte Neuroinformatik

**Inhalt**

Die Lehrveranstaltung vermittelt das erforderliche Methodenspektrum aus theoretischen Grundkenntnissen und praktischen Fähigkeiten zum Verständnis, zur Implementierung und zur Anwendung von Verfahren der Roboternavigation sowie zur Informations- und Wissensverarbeitung in Kognitiven Robotern. Sie vermittelt sowohl Faktenwissen, begriffliches und algorithmisches Wissen aus folgenden Themenkomplexen:

- Begriffsdefinitionen (Kognitive Robotik, Servicerobotik, Assistenzrobotik), Anwendungsbeispiele und Einsatzgebiete
    - Basiskomponenten Kognitiver Roboter
    - Sensorik und Aktuatorik: aktive und passive / interne und externe Sensoren; Antriebskonzepte und Artikulationstechniken
    - Basisoperation zur Roboternavigation: Lokale Navigation und Hindernisvermeidung incl. Bewegungssteuerung (VFH, VFH+, DWA); Anbindung an die Motorsteuerung; Arten der Umgebungsmodellierung und -kartierung; probabilistische Selbstlokalisierung (Bayes-Filter, Kalman-Filter, Partikel-Filter, MCL); Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) Techniken (online SLAM, Full SLAM); Pfadplanung (Dijkstra, A\*, D\*, E\*, Rapidly-Exploring Random Trees (RRTs) )
      - Steuerarchitekturen nach Art der Problemdekomposition und der Ablaufsteuerung
      - Leistungsbewertung und Benchmarking Kognitiver Roboter (Metriken und Gütemaße, Gestaltung von Funktionstests)
        - Aktuelle Entwicklungen der Service- und Assistenzrobotik mit Zuordnung der vermittelten Verfahren
- Im Rahmen des Pflichtpraktikums werden die behandelten methodischen und algorithmischen Grundlagen der Roboternavigation (Erzeugung einer Occupancy Grid Maps, Pfadplanung (Dijkstra und A\* Algorithmus), Selbstlokalisierung mittels Partikelfilter) durch die Studierenden selbst softwaretechnisch umgesetzt und im Rahmen eines vorgefertigten Python-Frameworks implementiert.

**Medienformen**

Präsenzvorlesung mit Powerpoint, Arbeitsblätter zur Vorlesung, Übungsaufgaben, Videos, Python Apps, studentische Demo-Programme, e-Learning mittels „Jupyter Notebook“

**Literatur**

- Hertzberg, J., Lingemann, K., Nüchter: A. Mobile Roboter; Springer Vieweg 2012

- Siciliano, B., Khatib: O. Springer Handbook of Robotics, Springer 2016
- Thrun, S., Burgard, W., Fox, D.: Probabilistic Robotics, MIT Press 2005
- Siegwart, R., Nourbakhsh, I. R.: Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT Press 2004

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

Master Informatik 2009

Master Informatik 2013

Master Ingenieurinformatik 2009

Master Ingenieurinformatik 2014

Master Mechatronik 2017

Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2014

## Lernen in kognitiven Systemen

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache:deutsch Pflichtkennz.:Pflichtfach Turnus:Sommersemester

Fachnummer: 182 Prüfungsnummer:2200443

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Horst-Michael Groß

Leistungspunkte: 0 Workload (h):0 Anteil Selbststudium (h):0 SWS:3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet:2233

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Vorlesung "Lernen in Kognitiven Systemen" lernen die Studierenden aufbauend auf der Vorlesung „Neuroinformatik und Maschinelles Lernen“ die konzeptionellen, methodischen und algorithmischen Grundlagen des Maschinellen Lernens zum Erwerb komplexer Verhaltensleistungen in kognitiven Systemen (Autonome Systeme, Roboter, Prozessteuerungen, Spiele) durch Lernen aus Erfahrungen kennen. Sie verstehen die grundsätzliche Herangehensweise dieser Form des Wissenserwerbs, der Generierung von handlungsorientiertem Wissen aus Beobachtungen und Erfahrungen. Die Studierenden lernen die wesentlichen Konzepte, Lösungsansätze sowie Modellierungs- und Implementierungstechniken beim Einsatz von Verfahren des Reinforcement Learnings und dessen Spielarten kennen. Sie sind in der Lage, praxisorientierte Fragestellungen aus dem o. g. Problemkreis zu analysieren, durch Anwendung des behandelten Methodenspektrums auf Fragestellungen aus den behandelten Bereichen neue Lösungskonzepte zu entwerfen und algorithmisch umzusetzen sowie bestehende Lösungen zu bewerten. Vor- und Nachteile der Komponenten und Verfahren im Kontext praktischer Anwendungen sind den Studierenden bekannt.

### Vorkenntnisse

Vorlesung Neuroinformatik

### Inhalt

Die Lehrveranstaltung vermittelt das erforderliche Methodenspektrum aus theoretischen Grundkenntnissen und praktischen Fähigkeiten zum Verständnis, zur Implementierung und zur Anwendung neuronaler und probabilistischer Techniken des Erwerbs von Handlungswissen durch Lernen aus evaluativ bewerteten Erfahrungsbeispielen. Sie vermittelt sowohl Faktenwissen, begriffliches und algorithmisches Wissen aus folgenden Themenkomplexen:

- Begriffliche Grundlagen: Verhalten; Agent; Zweck und Bedeutung von Lernprozessen; Stability-Plasticity Dilemma; Exploration-Exploitation Dilemma
- Reinforcement Learning (RL): Grundidee des RL; General RL-Task; Schwache und starke RL-Verfahren, RL als Markov Decision Process (MDP); Basiskomponenten eines RL-Agenten; Value/Action-Value Iteration und das Bellman´sche Optimalitätsprinzip; Q-Learning, Boltzmann-Aktionsauswahl; SARSA-Learning; On-policy und off-policy Verfahren; Eligibility Traces; RL und teilweise Beobachtbarkeit; Lösungsansätze zur Behandlung von POMDP
- Neuronale Umsetzung von RL-Agenten: Value Approximation am Beispiel TD-Gammon; NFQ-Verfahren; ADHDP-Verfahren; Grundidee von Policy Search Algorithmen
- Deep Reinforcement Learning (DRL) als Form des End-to-End Learnings: Atari Deep RL; AlphaGo
- Learning Classifier Systems (LCS)
- Imitation Learning
- Multi-Agenten Systeme (MAS); Motivation und Arten von Multi-Agentensystemen; Konzepte zur Koordinierung von Agenten; Koordination mittels W-Lernen
- Exemplarische Software-Implementierungen von RL-Verfahren für Navigationsaufgaben, Spiele, Prozessteuerungen

Im Rahmen des Pflichtpraktikums sollen in C++ oder Python eigene Plugins zur Anwendung des Reinforcement Learnings am Beispiel der Roboternavigation im Simulator erstellt und experimentell untersucht werden.

### Medienformen

Präsenzvorlesung mit Powerpoint, Arbeitsblätter zur Vorlesung, Übungsaufgaben, Videos, Python Apps, studentische Demo-Programme, e-Learning mittels „Jupyter Notebook“

#### Literatur

- Sutton, R., Barto, A. Reinforcement Learning – An Introduction. MIT Press 1998
- Bishop, Ch.: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006
- Alpaydin, Ethem: Maschinelles Lernen, Oldenbourg Verlag 2008
- Murphy, K. : Machine Learning – A Probabilistic Perspective, MIT Press 2012
- Goodfellow, I. et al.: Deep Learning, MIT Press 2016

#### Detailangaben zum Abschluss

mPL 30 min, im Modul kognitive Robotik

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2014  
Master Informatik 2009  
Master Informatik 2013  
Master Ingenieurinformatik 2009  
Master Ingenieurinformatik 2014  
Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2014

## Robotvision

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 183 Prüfungsnummer: 2200446

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Horst-Michael Groß

Leistungspunkte: 0 Workload (h): 0 Anteil Selbststudium (h): 0 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2233

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Vorlesung Robotvision lernen die Studierenden die Begrifflichkeiten und das Methodenspektrum des Maschinellen Sehens mit Fokus in der mobilen Robotik kennen. Sie verstehen das Paradigma der handlungsorientierten Wahrnehmung - insbesondere zur visuellen Roboternavigation in natürlicher Umwelt. Sie beherrschen wichtige Basisoperationen für die visuelle Wahrnehmung der Umgebung (Tiefe, Bewegung, Hindernisse, Freiraum, Räumlichkeiten, eigene Position in der Welt) und können Handlungskonsequenzen aus der visuellen Wahrnehmung der Umgebung ableiten. Sie kennen Techniken der vision-basierten Umgebungswahrnehmung und der lokalen und globalen Navigation von Kognitiven Robotern in komplexer realer Einsatzumgebung.

Die Studierenden sind in der Lage, Fragestellungen aus dem o. g. Problemkreisen zu analysieren, durch Anwendung des behandelten Methodenspektrums Lösungskonzepte für unterschiedliche Fragestellungen der Service- und Assistenzrobotik zu entwerfen und umzusetzen, sowie bestehende Lösungskonzepte zu bewerten. Vor- und Nachteile der Komponenten und Verfahren im Kontext praktischer Anwendungen sind den Studierenden bekannt.

### Vorkenntnisse

LV Neuroinformatik

### Inhalt

Die Lehrveranstaltung vermittelt das erforderliche Methodenspektrum aus theoretischen Grundkenntnissen und praktischen Fähigkeiten zum Verständnis, zur Implementierung und zur Anwendung von Verfahren der vision-basierten Roboternavigation sowie zur erforderlichen Informations- und Wissensverarbeitung. Sie vermittelt sowohl Faktenwissen, begriffliches und algorithmisches Wissen aus folgenden Themenkomplexen:

- Basisoperationen d. Roboternavigation
- Neuronale Basisoperationen der visuo-motorischen Verarbeitung – der neuronale Instruktionssatz: funktionelle und topografische Abbildungen (u.a. log-polare Abbildung), AuflösungsPyramiden, neuronale Felddynamik, ortsvariante Informationsverarbeitung
- Basisoperationen & Technologien für die visuelle Umgebungswahrnehmung:
  - Detektoren & Deskriptoren für Interest-Points in 2D-Bildern
  - Bewegungssehen und optischer Fluss
  - Tiefenwahrnehmung, Tiefenkameras (RGB-D Kameras)
  - Detektoren & Deskriptoren für Tiefenbilder (3D-Bilder)
  - Visuelle Odometrie
- Vision-basierte Roboternavigation
  - Hindernisvermeidung (u.a. flussbasiert, Untergrund-Segmentierung)
  - Mapping und Selbstlokalisierung
  - Visuelles SLAM (Simultaneous Localization and Map Building inkl. ORB-SLAM)
  - Innovative Entwicklungen (z.B. Semantisches Labeln)
  - Exemplarische Software-Implementierungen von Basisoperationen

Im Rahmen des Pflichtpraktikums werden die behandelten methodischen und algorithmischen Grundlagen der vision-basierten Roboternavigation durch die Studierenden selbst softwaretechnisch umgesetzt und im Rahmen eines vorgefertigten Robotersimulations-Frameworks implementiert.

### Medienformen

Präsenzvorlesung mit Powerpoint, Arbeitsblätter zur Vorlesung, Übungsaufgaben, Videos, Python Apps, e-

Learning mittels „Jupyter Notebook“

#### Literatur

- Hertzberg, J., Lingemann, K., Nüchter, A.: Mobile Roboter, Springer 2012 - Siegwart, R., Nourbakhsh, I. R., Scaramuzza, D.: Introduction to Autonomous Mobile Robots. MIT Press 2004 - Jähne, B. Digitale Bildverarbeitung. Springer Verlag 2005 - Bradsky, G., Kaehler, A. Learning OpenCV: Computer Vision with OpenCV Library
- Siciliano, B., Khatib: O. Springer Handbook of Robotics, Springer 2016
- Thrun, S., Burgard, W., Fox, D.: Probabilistic Robotics, MIT Press 2005

#### Detailangaben zum Abschluss

Die Leistung besteht aus einer schriftlichen Klausur (60 min) und der nachgewiesenen Aktivübung.

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biomedizinische Technik 2014
- Master Informatik 2009
- Master Informatik 2013
- Master Ingenieurinformatik 2009
- Master Ingenieurinformatik 2014
- Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2014

## Kognitive Robotik

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 60 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache:deutsch Pflichtkennz.:Pflichtfach Turnus:Sommersemester

Fachnummer: 101648 Prüfungsnummer:2200590

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Horst-Michael Groß

Leistungspunkte: 12 Workload (h):360 Anteil Selbststudium (h):292 SWS:6.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet:2233

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Vorlesung Kognitive Robotik lernen die Studenten die Begrifflichkeiten und das Methodenspektrum der Kognitiven Robotik kennen. Sie verstehen übergreifende Ansätze zur Konzeption und der Realisierung von Robotik-Komponenten aus der Sicht von Sensorik, Aktorik und kognitiver Informationsverarbeitung. Sie kennen Techniken der Umgebungswahrnehmung und der lokalen und globalen Navigation von Kognitiven Robotern in komplexer realer Einsatzumgebung.

Die Studierenden sind in der Lage, Fragestellungen aus dem o. g. Problemkreisen zu analysieren, durch Anwendung des behandelten Methodenspektrums Lösungskonzepte für unterschiedliche Fragestellungen der Service- und Assistenzrobotik zu entwerfen und umzusetzen, sowie bestehende Lösungskonzepte zu bewerten. Vor- und Nachteile der Komponenten und Verfahren im Kontext praktischer Anwendungen sind den Studierenden bekannt.

### Vorkenntnisse

Vorlesungen Neuroinformatik und Maschinelles Lernen, Angewandte Neuroinformatik

### Inhalt

Die Lehrveranstaltung vermittelt das erforderliche Methodenspektrum aus theoretischen Grundkenntnissen und praktischen Fähigkeiten zum Verständnis, zur Implementierung und zur Anwendung von Verfahren der Roboternavigation sowie zur Informations- und Wissensverarbeitung in Kognitiven Robotern. Sie vermittelt sowohl Faktenwissen, begriffliches und algorithmisches Wissen aus folgenden Themenkomplexen:

- Begriffsdefinitionen (Kognitive Robotik, Servicerobotik, Assistenzrobotik), Anwendungsbeispiele und Einsatzgebiete
  - Basiskomponenten Kognitiver Roboter
  - Sensorik und Aktuatorik: aktive und passive / interne und externe Sensoren; Antriebskonzepte und Artikulationstechniken
  - Basisoperation zur Roboternavigation: Lokale Navigation und Hindernisvermeidung incl. Bewegungssteuerung (VFH, VFH+, DWA); Anbindung an die Motorsteuerung; Arten der Umgebungsmodellierung und –kartierung; probabilistische Selbstlokalisierung (Bayes-Filter, Kalman-Filter, Partikel-Filter, MCL); Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) Techniken (online SLAM, Full SLAM); Pfadplanung (Dijkstra, A\*, D\*, E\*, Rapidly-Exploring Random Trees (RRTs) )
  - Steuerarchitekturen nach Art der Problemdekomposition und der Ablaufsteuerung
  - Leistungsbewertung und Benchmarking Kognitiver Roboter (Metriken und Gütemaße, Gestaltung von Funktionstests)
  - Aktuelle Entwicklungen der Service- und Assistenzrobotik mit Zuordnung der vermittelten Verfahren
- Im Rahmen des Pflichtpraktikums werden die behandelten methodischen und algorithmischen Grundlagen der Roboternavigation (Erzeugung einer Occupancy Grid Maps, Pfadplanung (Dijkstra und A\* Algorithmus), Selbstlokalisierung mittels Partikelfilter) durch die Studierenden selbst softwaretechnisch umgesetzt und im Rahmen eines vorgefertigten Python-Frameworks implementiert.

### Medienformen

Präsenzvorlesung mit Powerpoint, Arbeitsblätter zur Vorlesung, Übungsaufgaben, Videos, Python Apps, studentische Demo-Programme, e-Learning mittels „Jupyter Notebook“

### Literatur

- Hertzberg, J., Lingemann, K., Nüchter: A. Mobile Roboter; Springer Vieweg 2012

- Siciliano, B., Khatib: O. Springer Handbook of Robotics, Springer 2016
- Thrun, S., Burgard, W., Fox, D.: Probabilistic Robotics, MIT Press 2005
- Siegwart, R., Nourbakhsh, I. R.: Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT Press 2004

Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2014



## Modul: Wahlmodul Bioelektromagnetismus

Modulnummer: 8207

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Ziel des Moduls ist es grundlegenden Kompetenzen auf dem Gebiet des Bioelektromagnetismus zu vermitteln. Die Studierenden kennen und verstehen die Modellierungsstrategien für bioelektrische und biomagnetische Phänomene, können diese analysieren, bewerten und anwenden, sowie für gegebene Teilsysteme Modelle entwerfen.

Die Studierenden sind mit den Grundlagen von direkten und inversen Problemen in Bioelektromagnetismus vertraut und können diese unter gegebenen Randbedingungen lösen.

Sie sind in der Lage diese Kompetenzen in den Syntheseprozess bioelektrischer und biomagnetischer Modellierung einfließen zu lassen. Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Prinzipien spezieller Verfahren der Biosignalverarbeitung, können diese analysieren, bewerten und beim Syntheseprozess mitwirken. Die Studierenden sind in der Lage Fach- Methoden- und Systemkompetenz für Bioelektromagnetismus in interdisziplinären Teams zu vertreten.

Die Studierenden sind in der Lage grundlegende Sachverhalte im Bereich Bioelektromagnetismus klar und korrekt zu kommunizieren.

### Voraussetzungen für die Teilnahme

### Detailangaben zum Abschluss

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 60 min

Abschluss: Prüfungsleistung

Für die Modulprüfung werden die Fächer "Inverse bioelektromagnetische Probleme", "Numerische Feldberechnung" und "Spezielle Verfahren der Biosignalverarbeitung" im Komplex über 60 min geprüft. Die Note ergibt sich aus dem Ergebnis der Komplexprüfung.

## Inverse bioelektromagnetische Probleme

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 7869 Prüfungsnummer: 90343

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung		Fachgebiet: 2221	

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				1	1	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Ziel der Veranstaltung ist es die Studierenden zu befähigen inverse Probleme in Bioelektromagnetismus zu lösen.
- Die Studierenden kennen und verstehen die Grundlagen der verwendeten Optimierungsverfahren, können diese bewerten und anwenden.
- Die Studierenden sind in der Lage inverse Probleme in der Biomedizintechnik zu erkennen und zu analysieren.
- Die Studierenden sind in der Lage für gegebene inverse Probleme eine Lösungsstrategie zu entwerfen und diese umzusetzen.
- Die Studierenden sind in der Lage zu Optimierung und inversen Problemen in der Biomedizintechnik klar und korrekt zu kommunizieren.

### Vorkenntnisse

Anatomie, Physiologie und klinisches Grundlagenwissen des Studienganges Biomedizinische Technik (BSC)

### Inhalt

- Einführung (Motivation, Definition und Klassifizierung inverser Probleme in der Biomedizintechnik (Beispiele EIT, ...), Abgrenzung zu bildgebenden Verfahren, Begriffsdefinitionen, wdh. messtechnische Randbedingungen, Vorwärtsmodelle, Quellenmodelle)
- Deterministische und stochastische Optimierungsverfahren (Deterministisch: gradientenfreie und gradientenbasierte Verfahren, Stochastisch: evolutionäre Algorithmen, Simulated Annealing, Particle Swarm Optimization)
- Erweiterte Quellenmodelle (neurobiologische Grundlagen, neuronale Massenmodelle, neuronale Feldmodelle).
- A-priori Information und Regularisierungstechniken (Einbeziehung anatomischer und neurobiologischer Informationen, optimale Regularisierungsparameter)
- Bioelektromagnetische Quellenrekonstruktion (räumlich-zeitliche Dipolanalyse, Minimum-Norm Verfahren)
- Scanning Methoden (Räumliche Filter, Beamformer, multiple signal classification)
- Datenfusionstechniken unterschiedlicher Modalitäten (EEG / MEG / fMRI / PET); Prädiktionsmodelle

### Medienformen

Tafel, Mitschriften, Folien, computerbasierte Präsentationen, Demonstration, Übungsaufgaben

### Literatur

1. Fletcher, R.: Practical methods of optimization. J W & S, Chichester, 1987
2. Bäck, T. und Schwefel, H.-P.: Evolutionary algorithms in theory and practice: Evolution strategies, evolutionary programming, genetic algorithms. Oxford University Press, NY, 1996
3. Louis, A.K.: Inverse und schlecht gestellte Probleme. Teubner 1989.
4. Haueisen, J.: Numerische Berechnung und Analyse biomagnetischer Felder. Wissenschaftsverlag Ilmenau, 2004
5. Wilfried Andrä, Hannes Nowak (Editors): Magnetism in Medicine: A Handbook, 2nd, Completely Revised and Enlarged Edition, Wiley, 2006

### Detailangaben zum Abschluss

Wird als Teilfach in der mündlichen Komplexprüfung Bioelektromagnetismus geprüft.

Als Technisches Nebenfach:

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 20 min

Abschluss: benotete Studienleistung

verwendet in folgenden Studiengängen:



## Numerische Feldberechnung

Fachabschluss: über Komplexprüfung

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1343

Prüfungsnummer: 90342

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Hannes Töpfer

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 56	SWS: 3.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2117							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester	2 1 0									

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Fachkompetenz: Naturwissenschaftliche und angewandte Grundlagen; Einbindung des angewandten Grundlagenwissens der Informationsverarbeitung Methodenkompetenz: Systematisches Erschließen und Nutzen des Fachwissens, systematische Dokumentation von Arbeitsergebnissen; Methoden und Modellbildung, Planung, Simulation und Bewertung komplexer Systeme Systemkompetenz: Überblickwissen über angrenzende Fachgebiete, die für die Gestaltung von Systemen wichtig sind Sozialkompetenz: Prozessorientierte Vorgehensweise unter Zeit- und Kostengesichtspunkten

### Vorkenntnisse

Theoretische Elektrotechnik 1 Theoretische Elektrotechnik 2 (empfohlen)

### Inhalt

Mathematische und physikalische Feldmodellierung; Numerische Methoden und Algorithmen zur Berechnung elektromagnetischer Felder; Elektromagnetisches \*Computer Aided Design\*, Preprocessing; Postprocessing (Kapazitäten, Induktivitäten, Kräfte); Software für Feldberechnungen; Lösung einfacher Feldaufgaben mit vorhandener Software

### Medienformen

Vorlesungsskript und Übungsaufgaben (pdf-Format)

### Literatur

[1] Binns, K.; Lawrenson, P.J.; Trowbridge, C.W.: The analytical and numerical solution of electric and magnetic fields. John Wiley & Sons, Chichester, 1992 [2] Hafner, Ch.: Numerische Berechnung elektromagnetischer Felder. Springer-Verlag Berlin, 1987 [3] Hameyer, K.; R. Belmans: Numerical modelling and design of electrical machines and devices. WIT Press, Southampton-Boston, 1999 [4] Harrington, R.F.: Field computation by moment methods. IEEE Press, Piscataway, 1993 [5] Jin, J.: The finite element method in electromagnetics. John Wiley & Sons, New York, 2002 [6] Kost, A.: Numerische Methoden in der Berechnung elektromagnetischer Felder. Springer, Berlin, 1994 [7] Lowther, D.A., P.P. Silvester: Computer-Aided Design in Magnetics. Springer-Verlag Berlin, 1986 [8] Sadiku, M.N.O.: Numerical Techniques in Electromagnetics. CRC Press, Boca Raton, 2001 [9] Taflov, A., S.C. Hagness: Computational electrodynamics: the finite-difference time-domain method. Artech House, Boston, 2000 [10] Zhou, P.: Numerical analysis of electromagnetic fields. Springer, Berlin-Heidelberg, 1993

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008  
Master Biomedizinische Technik 2009  
Master Biomedizinische Technik 2014

## Spezielle Verfahren der Biosignalverarbeitung

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 7872 Prüfungsnummer: 90344

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Husar

Leistungspunkte: 2 Workload (h): 60 Anteil Selbststudium (h): 38 SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2222

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	0	0																											

**Lernergebnisse / Kompetenzen**

Die Studierenden kennen und verstehen die Grundlagen der speziellen Verfahren der Biosignalverarbeitung, können diese bewerten und anwenden. Die Studierenden sind in der Lage Biosignale mit Hilfe von fortgeschrittenen Verfahren zu verarbeiten. Die Studierenden sind in der Lage, die Eigenschaften von Biosignalen zu bestimmen und geeignete Verarbeitungsmethoden auszuwählen, sowie diese anzupassen und anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage zu den speziellen Verfahren der Biosignalverarbeitung klar und korrekt zu kommunizieren.

**Vorkenntnisse**

- Signale und Systeme
- Biosignalverarbeitung 1
- Biosignalverarbeitung 2
- Biostatistik
- Anatomie und Physiologie
- Elektro- und Neurophysiologie

**Inhalt**

- Independent Component Analysis
- Matching Pursuit
- Tensorbasierte Datenzerlegung
- Statistiken und Spektren höherer Ordnung
- Zustandsmodelle
- Multipolbasierte Datenzerlegung

**Medienformen**

Folien mit Beamer für die Vorlesung, Tafel, Computersimulationen.

**Literatur**

1. Durka, P: Matching Pursuit and Unification in EEG Analysis. Artech House Inc; April 2007
2. Nikias, C.L., Petropolu, A.P.: Higher-Order Spectra Analysis. PTR Prentice-Hall Inc., 1993
3. Hyvärinen, A., Karhunen, J., Oja, E.: Independent Component Analysis, John Wiley @ Sons, 2001
4. Bronzino, J. D. (Ed.): The Biomedical Engineering Handbook, Vol. I + II, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton 2000
5. Husar, P.: Biosignalverarbeitung, Springer, 2010
6. Proakis, J.G, Manolakis, D.G.: Digital Signal Processing, Pearson Prentice Hall, 2007

**Detailangaben zum Abschluss**

Wird als Teilfach in der mündlichen Komplexprüfung Bioelektromagnetismus geprüft.  
 Als Technisches Nebenfach:  
 Prüfungsform: mündlich  
 Dauer: 20 min  
 Abschluss: benotete Studienleistung

**verwendet in folgenden Studiengängen:**

Master Biomedizinische Technik 2009  
 Master Biomedizinische Technik 2014

## Numerische Mathematik

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch und Englisch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 764 Prüfungsnummer: 2400007

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Hans Babovsky

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0																																	
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2413																																	
SWS nach Fach- semester	1.FS		2.FS		3.FS		4.FS		5.FS		6.FS		7.FS		8.FS		9.FS		10.FS																	
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
	2	1	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden - kennen die wichtigsten grundlegenden Verfahren der numerischen Mathematik, - sind fähig, diese in Algorithmen umzusetzen und auf dem Computer zu implementieren, - sind in der Lage, einfache praktische Fragestellungen zum Zweck der numerischen Simulation zu analysieren, aufzubereiten und auf dem Computer umzusetzen, - können die Wirkungsweise angebotener Computersoftware verstehen, kritisch analysieren und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit einschätzen.

### Vorkenntnisse

Mathematik- Grundvorlesungen für Ingenieure (1.-3.FS)

### Inhalt

Numerische lineare Algebra: LU-Zerlegungen, Iterationsverfahren; Nichtlineare Gleichungssysteme: Fixpunkt-, Newton-Verfahren; Interpolation und Approximation: Speicherung und Rekonstruktion von Signalen, Splines; Integration: Newton-Cotes-Quadraturformeln; Entwurf von Pseudocodes.

### Medienformen

Skript

### Literatur

F. Weller: Numerische Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg 2001

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Biomedizinische Technik 2008  
 Bachelor Biomedizinische Technik 2013  
 Bachelor Biomedizinische Technik 2014  
 Bachelor Ingenieurinformatik 2008  
 Bachelor Ingenieurinformatik 2013  
 Bachelor Mechatronik 2008  
 Bachelor Medientechnologie 2008  
 Bachelor Medientechnologie 2013  
 Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
 Master Biomedizinische Technik 2009  
 Master Biomedizinische Technik 2014

## Partielle Differentialgleichungen

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich      Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkenn.: Wahlpflichtfach      Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1018      Prüfungsnummer: 2400009

Fachverantwortlich: Dr. Jürgen Knobloch

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2416

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Vorlesung werden Grundlagen der partiellen Differentialgleichungen vermittelt. Die Studierenden sollen unter Verwendung der in den ersten drei Semestern Mathematikausbildung (Mathematik 1 – 3) erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten - den neuen mathematischen Kalkül erfassen und sicher damit umgehen können (Rechenfertigkeiten, Begriffliches) - Umformtechniken bei der Handhabung der Differentialoperatoren kennenlernen und diese in Physik und Elektrotechnik anwenden können - klassische Methoden (Separationsmethode) bei der Lösung der gängigen partiellen Differentialgleichungen (Wellengleichung, Wärmeleitungsgleichung, Potentialgleichung) zur Kenntnis nehmen und anwenden können. In Vorlesungen und Übungen wird Fach- und Methodenkompetenz vermittelt.

### Vorkenntnisse

Mathematik 1, 2 und 3

### Inhalt

Quasilineare Partielle Differentialgleichungen 1. Ordnung;  
 Lineare hyperbolische p.DGL 2. Ordnung und Anwendung auf die Wellengleichung (d'Alembert- und Fouriermethode);  
 Lineare parabolische p.DGL 2. Ordnung mit Anwendung auf die Wärmeleitungsgleichung;  
 Lineare elliptische p.DGL 2. Ordnung mit Anwendung in der Potentialtheorie.

### Medienformen

Tafel

### Literatur

Evans, L.C., Partial Differential Equations, Amer. Math. Society, Grad. Studies, 1998;  
 Pap E., Takaci A., Takaci D., Part. Differential Equations through Examples and Exercises, Kluwer Acad. Publ., 1997;  
 Meinhold, P. und Wagner, E., Partielle Differentialgleichungen, Teubner 1990.

### Detailangaben zum Abschluss

Schriftlich, 90 Minuten

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Biomedizinische Technik 2008  
 Bachelor Biomedizinische Technik 2013  
 Bachelor Biomedizinische Technik 2014  
 Bachelor Maschinenbau 2008  
 Bachelor Maschinenbau 2013  
 Bachelor Mechatronik 2008  
 Bachelor Medientechnologie 2008  
 Bachelor Optronik 2008  
 Master Biomedizinische Technik 2009  
 Master Biomedizinische Technik 2014

## Modul: Wahlmodul Elektromedizinische Technik

Modulnummer: 8217

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Peter Husar

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Die Studierenden erwerben die notwendigen Kenntnisse und Befähigungen, um modellbasierte Strategien rationaler Diagnostik und Therapie des menschlichen Bewegungsapparates aktiv umzusetzen. Sie sind in der Lage,

- anthropometrische und bewegungsanalytische Studien selbstständig durchzuführen,
- aus biomechanischen Experimentaldaten Modelle abzuleiten resp. Modellvorhersagen experimentell zu überprüfen.

Die Studierenden kennen die Prinzipien einer rationalen Therapie von Erkrankungen des Bewegungsapparates. Basierend auf dem aktuellen Erkenntnisstand der Klinischen Biomechanik und der Funktionellen Morphologie sind sie in der Lage, Neuentwicklungen kritisch und wissenschaftsbasiert zu würdigen. Die Studierenden sind befähigt, Prinzipien der Frakturbehandlung und Endoprothetik für die Auswahl und Auslegung von Versorgungssystemen anzuwenden und einfache Systeme auch quantitativ auszulegen. Grundlage dafür sind aufgabenangepasste Kenntnisse der theoretischen und experimentellen Biomechanik.

Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse der Schnittstellengestaltung von Assistenzsystemen.

### Voraussetzungen für die Teilnahme

### Detailangaben zum Abschluss

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 60 min

Abschluss: Prüfungsleistung

Für die Modulprüfung werden die Fächer "Applikationsorientierter Systementwurf", "Rechnergestützte Messdatenerfassung" und "Signalverarbeitung in der Medizintechnik" im Komplex über 60 min geprüft. Die Note ergibt sich aus dem Ergebnis der Komplexprüfung.



## Applikationsorientierter Systementwurf

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 9233 Prüfungsnummer: 2200307

Fachverantwortlich: Daniel Laqua

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 68 SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2222

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	1	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Der Studierende erkennt die speziellen Probleme beim Entwurf komplexer elektronischer Schaltungen im Bereich der Medizintechnikentwicklung. Dabei nutzt der Studierende auch die bereits erworbenen Grundlagen, die zuvor in anderen Fächern wie Messelektronik und Schaltungstechnik vermittelt wurden. Der Studierende ist in der Lage die erworbene Methodenkompetenz in eigenen Systementwürfen umzusetzen und in praktischen Problemstellungen anwenden zu können. Des Weiteren ist er befähigt auf Basis der erworbenen Grundlagen auch fortgeschrittene Messmethoden und Hardwarekonzepte zu entwerfen.

### Vorkenntnisse

- Messelektronik für BMT 1
- Messelektronik für BMT 2
- Grundlagen der Schaltungstechnik
- Elektronik
- Allgemeine Elektrotechnik 1-3

### Inhalt

Im Rahmen der Vorlesung werden vertiefendes Wissen und methodische Ansätze mit einem speziellen Fokus auf die in der Medizintechnik relevanten Bereiche vermittelt. Der Fokus liegt dabei besonders auf dem konzeptionellen Teil bei der Lösung von Hardwareproblemstellungen. Im Rahmen des Seminars werden konkrete Beispiele benutzt um ein praxisbezogenes Verständnis zu entwickeln.

- Gliederung:
- Analoges Frontend und Sensorik (Operationsverstärker als integrierter Schaltkreis, Spezialanwendung Isolationsverstärker, Designprozess analoges Frontend, Messgrößenwandler, Signalpegelanpassung bei Single Supply)
  - EKG-Monitor (Elektrische Signalcharakteristika, Störeinflüsse, Endstörmaßnahmen, Philosophie der Auflösung, Analog Digital Wandler)
  - Pulsoximeter (Aufbau, Auswahl der Lichtquelle, LED Treiber zur Leutmittelansteuerung, Aufbau und physikalisches Funktionsprinzip des Photosensor, Photosensorschaltung)
  - Highspeed Messdatenübertragung (Übertragungsformen, Serielle Datenverbindung, Adressierbare Hochgeschwindigkeitsschnittstellen)
  - Powermanagement (Bauelemente für die Spannungsversorgung, Energy Harvesting)

### Medienformen

Hauptsächlich Tafel ergänzt durch Powerpoint mit Beamer für die Vorlesung

### Literatur

1. B. Carter and T. R. Brown, "HANDBOOK OF OPERATIONAL AMPLIFIER APPLICATIONS," no. October. pp. 1–94, 2001.
2. R. Mancini, "Op Amps For Everyone Design Reference," *white paper*, no. August. 2002.
3. R. Lerch, *Elektrische Messtechnik*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007, p. 673.
4. S. Franco, *Design with operational amplifiers and analog integrated circuits*, 2nd ed. San Francisco: McGraw-Hill New York, 1988.
5. P. Husar, *Biosignalverarbeitung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010, p. 514.
6. J. G. Webster, *Design of Pulse Oximeters*. IOP Publishing Ltd, 1997, p. 257.
7. J. D. Lenk, *Simplified Design of Switching Power Supplies*. Newnes, 1996, p. 217.
8. S. Priya and D. J. Inman, Eds., *Energy Harvesting Technologies*. Boston, MA: Springer US, 2009, p. 522.

Detailangaben zum Abschluss

Wird als Teilfach in der mündlichen Komplexprüfung Elektromedizinische Technik geprüft.

Als Technisches Nebenfach:

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 20 min

Abschluss: benotete Studienleistung

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

## Rechnergestützte Messdatenerfassung

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Pflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 7875 Prüfungsnummer: 90354

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Vesselin Detschew

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 68 SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2222

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				1	1	0																														

**Lernergebnisse / Kompetenzen**

Die Studierenden kennen Aufbau, Funktion und Einsatzfelder wesentlicher Komponenten der medizinisch relevanten digitalen Messtechnik (Analog-Digital-Wandler, Mikroprozessoren und Mikrocontroller, Bussysteme und Schnittstellen). Sie kennen Prinzipien und Hardwarestrukturen paralleler Programmierung (DSP, FPGA, GPU). Die Studierenden erlernen die grundlegende Vorgehensweise bei der Anwendung eines FPGA's in der Biomedizintechnik und der Programmierung eines FPGA's mittels VHDL.

**Vorkenntnisse**

Elektrotechnik, Elektrische Messtechnik, Messelektronik in der BMT II

**Inhalt**

- Komponenten medizintechnisch relevanter Digitalmesstechnik: ADC (Abtastung, Quantisierung, Wandlungsprinzipien, Parameter), Mikroprozessoren und Mikrocontroller (Architekturen, Speicher, Interruptkonzept, Timer, I/O, Programmierung), Bussysteme und Schnittstellen
- Grundkonzepte paralleler Messdatenverarbeitung: DSP, FPGA, GPU
- FPGA (Aufbau, Funktionsweise, Grundlagen der Programmierung mit VHDL)
- Seminarinhalte: Programmierübungen mit FPGA-Entwicklungsboard

**Medienformen**

Powerpoint-Folien, Tafel, Demonstration, FPGA-Entwicklungsboard

**Literatur**

- Hartl u.a.: Elektronische Schaltungstechnik. Pearson Studium, 2008
- Maloberti: Data Converters. Springer, 2007
- Wüst: Mikroprozessortechnik. Vieweg, 2010
- Rauber, Rürger: Parallele Programmierung. Springer, 2012
- Reichardt, Schwarz: VHDL-Synthese. De Gruyter-Studium, 2015
- Kesel, Bartholomä: Entwurf von digitalen Schaltungen und Systemen mit HDLs und FPGAs. Oldenbourg, 2013
- Sauer: Hardware-Design mit FPGA, elektor, 2010
- Molitor, Ritter: Kompaktkurs VHDL, Oldenbourg-Verlag, 2013
- Baese: Digital Signal Processing with Field Programmable Gate Arrays. Springer, 2014

**Detailangaben zum Abschluss**

Wird als Teilfach in der mündlichen Komplexprüfung Elektromedizinische Technik geprüft.  
 Als Technisches Nebenfach:  
 Prüfungsform: mündlich  
 Dauer: 30 min  
 Abschluss: benotete Studienleistung

**verwendet in folgenden Studiengängen:**

- Master Biomedizinische Technik 2009
- Master Biomedizinische Technik 2014
- Master Ingenieurinformatik 2014

## Signalverarbeitung in der Medizintechnik

Fachabschluss: über Komplexprüfung Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 7874 Prüfungsnummer: 90352

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Husar

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2222

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen und beherrschen ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung auf dem Gebiet der Elektromedizin für Diagnostik, Therapie und Rehabilitation. Sie sind im Stande, relevante methodische und technologische Details der elektromedizinischen Methoden und Technologien zu analysieren, zu bewerten und entwerfen sowie zu synthetisieren.

### Vorkenntnisse

- Signale und Systeme
- Biosignalverarbeitung 1
- Biosignalverarbeitung 2
- Biostatistik
- Anatomie und Physiologie
- Elektro- und Neurophysiologie
- Messelektronik für Biomedizintechnik 1 und 2
- Bildgebung

### Inhalt

- Theorie, Methodik und Lösungsansätze zur pulsoximetrischen Bestimmung der Sauerstoffsättigung im Blut, SpO2
- EKG: Ableitung, Verarbeitung, computergestützte Signaldetektion und Kurvermessung, pathologische Muster und Diagnosevorschlag
- Detektion von Biosignalen: Theorie der Signaldetektion, Energie- und Matched Detektor, Applikationsbeispiele auf EEG und EKG
- Bioimpedanz: Theorie und Methodik der elektrisch basierten messtechnischen Erfassung, Aspekte des Messaufbaus, Aufnahme und Auswertung der plethysmographischen Kurve
- Elektrographie: Übersicht über elektrographische Aufnahmemethoden, Messprinzipien, Signalanalyse und diagnostische Wertigkeit: EGG, EOlfG, GEP, ECochG, EHG
- Elektrotherapie: Wirkung des niederfrequenten und des hochfrequenten elektrischen Stromes
- Signalformen für die Elektrotherapie: Galvanisation, Iontophorese, Diodynamik, Hochvoltstrom, TENS, faradische Ströme, Elektrodenanlagen und -techniken.

### Medienformen

Folien mit Beamer für die Vorlesung, Tafel.

### Literatur

1. Kuhn K: Elektrogastrographie: Evaluierung von Normwerten unter Berücksichtigung des Alterns und äußerer Störeinflüsse; Dissertation, Hohe Medizinische Fakultät, Ruhr-Universität Bochum, 2001
2. Klaus Goeschen, Eckhard Koepcke: Kardiokardiographie-Praxis, Thieme Verlag, 6.Auflage, ISBN
3. Jezewski J, Horoba K, Matonia A, Wrobel J: Quantitative analysis of contraction patterns in electrical activity signal of pregnant uterus as an alternative to mechanical approach; Physiological Measurement 26, p. 753-767, 2005
4. Eichholz S: Objektive Riechprüfung mit kognitiven Potentialen durch Aufzeichnung olfaktorisch evozierter Potentiale (OEP) und der kontingenten negativen Variation (CNV), Dissertation, Klinik für Hals-/Nasen- und Ohrenheilkunde der Medizinischen Fakultät Charite der Humboldt-Universität zu Berlin, 2004
5. Welge-Lüssen A, Wolfensberger M, Kobal G, Hummel T: Grundlagen, Methoden und Indikationen der objektiven Olfaktometrie; Laryngo-Rhino-Otol 81, p. 661-667, 2002 Georg Thieme Verlag Stuttgart, ISSN 0935-8943

6. Murali S, Kulisch VV: Analysis of fractal and fast fourier transform spectra of Human Electroencephalograms induced by odors; International Journal of Neuroscience 117(10), p. 1383-1401, 2007
7. Kobal G: Gustatory evoked-potentials in man; Electroencephalography and clinical Neurophysiology 62(6), p. 449-454, 1985
8. Jürgen Hellbrück, Wolfgang Ellermeier „Hören, Physiologie, Psychologie und Pathologie“ Hogrefe-Verlag; Göttingen Bern Toronto Seattle 1993 und 2004; Rohnsweg 25, 37085 Göttingen; ISBN: 3-8017-1475-6
9. Trotzke J: Stellenwert der Electrocochleographie bei der Diagnose von Morbus Menière; Dissertation; Medizinische Fakultät der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg; 2004

#### Detailangaben zum Abschluss

Wird als Teil der Komplexprüfung "Elektromedizinische Technik" geprüft.

Als technisches Nebenfach:

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 30 min

Abschluss: benotete Studienleistung

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

## Mikrowellensensorik in der Medizin

Fachabschluss: Studienleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 101506 Prüfungsnummer: 2200509

Fachverantwortlich: Dr. Marko Helbig

Leistungspunkte: 3	Workload (h):90	Anteil Selbststudium (h):68	SWS:2.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung		Fachgebiet:2222	

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				1	1	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Lehrveranstaltung hat zum Ziel, den Studierenden der Biomedizinischen Technik die Grundlagen der Mikrowellensensorik, insbesondere zum Zwecke der Anwendung in der Medizin zu vermitteln.

Die Studierenden kennen die physikalischen Grundlagen, welche die Ausbreitung und die Wechselwirkungen von Mikrowellen in Medien (insbes. Gewebe) und an dielektrischen Grenzflächen bestimmen. Sie besitzen grundlegende Kenntnisse über Methoden der Messtechnik im Mikrowellenbereich (u.a. über Netzwerkanalyse, dielektrische Spektroskopie) als auch über die dazu notwendigen technischen Komponenten und Messsysteme. Sie kennen Prinzipien und technische Umsetzungen ultrabreitbandiger Sensorik im Mikrowellenbereich, insbesondere der UWB-Radartechnik. Die Studierenden können medizinische Einsatzfelder der UWB-Sensorik benennen und ihr Potential analysieren. Sie kennen technische Voraussetzungen, signalanalytische Methoden sowie aktuelle Herausforderungen und Lösungsansätze der medizinischen Bildgebung und berührungslosen Vitaldatenerfassung mittels Mikrowellen.

Im letzten Teil der Lehrveranstaltung weisen die Studierenden nach, dass sie die vermittelten Kenntnisse auch in praktischen Messungen und Aufgabenstellungen einsetzen können.

### Vorkenntnisse

Elektrotechnik, Elektromagnetisches Feld, Elektrische Messtechnik

### Inhalt

- Physikalische Grundlagen: Mikrowellen im Spektrum elektromagnetischer Wellen, Wechselwirkungen elektromagnetischer Wellen in Medien, Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in Medien, Transmission und Reflexion an Grenzflächen
- Mikrowellenmesstechnik: Leitungsgeführte Wellenausbreitung, Streuparameter (S-Parameter), Messung der S-Parameter, Dielektrische Spektroskopie
- Antennen und Bauelemente für die Mikrowellensensorik: Grundlegende Begriffe und Kenngrößen, Antennen für Mikrowellensensorik
- UWB- und UWB-Radar: Ultrabreitbandtechnik, M-Sequenztechnologie, Grundlagen zum UWB-Radar, Beamforming / Migration, Oberflächenrekonstruktion mittels Boundary Scattering Transform, UWB-Sensorik in der Medizin
- Praktikum mit den thematischen Inhalten: Dielektrische Spektroskopie, Bildgebung / Beamforming, Berührungslose Vitaldatenerfassung

### Medienformen

Powerpoint-Folien, Tafel, Demonstrationen, Praktische Übungen und Messungen im Labor

### Literatur

- Detlefsen, Siart: Grundlagen der Hochfrequenztechnik. Oldenbourg, 2012
- Gustrau: Hochfrequenztechnik. Hanser, 2013
- Meinke: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer, 1992
- Thumm, Wiesbeck, Kern: Hochfrequenzmesstechnik. Vieweg + Teubner, 1998
- Hiebel: Grundlagen der vektoriellen Netzwerkanalyse. Rohde & Schwarz, 2011
- Göbel: Radartechnik. VDE-Verlag, 2011
- Sachs: Handbook of Ultra-Wideband Short-Range Sensing. Wiley-VCH, 2013
- Dössel / Buzug: Medizinische Bildgebung. (Bd. 7 der Reihe Biomedizinische Technik), de Gruyter, 2013

### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2014

## Regelungs- und Systemtechnik 2 - Profil MTR und BMT

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich 120 min                      Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache:deutsch    Pflichtkennz.:Wahlpflichtfach                      Turnus:Wintersemester

Fachnummer: 100273    Prüfungsnummer:2200508

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Johann Reger

Leistungspunkte: 5	Workload (h):150	Anteil Selbststudium (h):105	SWS:4.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung		Fachgebiet:2213	

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	1																														

**Lernergebnisse / Kompetenzen**

Die Studierenden können für ein lineares dynamisches System eine Zustandsraum-Darstellung aufstellen oder eine andere Systembeschreibung (wie Übertragungsfunktion oder Blockschaltbild) dahin überführen. Auf dieser Basis können sie die Systemeigenschaften (Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit) ermitteln, eine lineare Zustandsrückführung sowie einen Beobachter durch Eigenwertvorgabe entwerfen. Diese zentralen Methoden der Behandlung von dynamischen Systemen im Zustandsraum werden um weitere Bausteine ergänzt (z.B. Störbeobachter, Störkompensation, Entwurf auf Entkopplung, Trajektorienfolgeregelung, Überführung und Entwurf im Zeitdiskreten), die von den Studierenden je nach Aufgabenstellung zu einer geeigneten Gesamtregelung kombiniert werden können.

**Vorkenntnisse**

Vorausgesetzt wird der erfolgreiche Abschluss des Moduls „Regelungs- und Systemtechnik 1“.

**Inhalt**

- Lineare Mehrgrößensysteme: Zustandsdarstellung, Linearität, Zeitvarianz & Zeitinvarianz, zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Systeme
  - Linearisierungen: am Betriebspunkt, entlang einer Trajektorie, durch Eingangs-/Zustandstransformation
  - Lösung im Zeitbereich: Ähnlichkeitstransformation, Jordan-Normalform, Transitionsmatrix, zeitdiskrete und abgetastete Systeme; Vergleich mit Lösung über Übertragungsfunktion
    - Stabilität: gleichmäßig, asymptotisch, nach Lyapunov, exponentiell; Kriterien: Norm der Transitionsmatrix, Eigenwerte, Hurwitz-Kriterium, Kharitonov-Polynome, Lyapunov-Funktion; im Zeitdiskreten: Eigenwerte, Hurwitz-Kriterium über Tustin-Transformation
    - Steuerbarkeit & Erreichbarkeit: Begriffsklärung; Kriterien: Steuerbarkeits-Gramsche, Silverman-Meadows-Kriterium, Rangkriterium nach Kalman, Popov-Belevitch-Hautus-Kriterium (zeitdiskret & zeitkontinuierlich)
    - Zustandsregler: Regelungsnormalform, Polvorgaberegler, Vorfilterentwurf, Formel von Ackermann, Deadbeat-Regler
    - Erweiterungen: PI-Zustandsregler, einfache Entkopplungsregler, inversionsbasierter Entwurf von Folgeregelungen, Minimalphasigkeit
    - Beobachtbarkeit & Rekonstruierbarkeit: Begriffsklärung; Kriterien: Beobachtbarkeits-Gramsche, Silverman-Meadows-Kriterium, Rangkriterium nach Kalman; Dualität
      - Beobachter: Beobachtbarkeitsnormalform, Zustandsbeobachter und Separationstheorem

<https://www.tu-ilmenau.de/regelungstechnik/lehre/regelungs-und-systemtechnik-2/>

**Medienformen**

Die Konzepte werden während der Vorlesung an der Tafel entwickelt. Über Beamer steht ergänzend das Skript mit Beispielen und Zusammenfassungen zur Verfügung. Zur Veranschaulichung werden numerische Simulationen gezeigt. Das Skript kann im Copyshop erworben oder im PDF-Format frei herunter geladen werden. Auf der Vorlesungs-Webseite finden sich weiterhin aktuelle Informationen, Übungsaufgaben und Unterlagen zur Prüfungsvorbereitung.

**Literatur**

- Ludyk, G., Theoretische Regelungstechnik 1 & 2, Springer, 1995
- Olsder, G., van der Woude, J., Mathematical Systems Theory, VSSD, 3. Auflage, 2004



- Rugh, W., Linear System Theory, Prentice Hall, 2. Auflage, 1996

#### Detailangaben zum Abschluss

Zusätzlich zur Prüfungsleistung muss das Praktikum positiv abgeschlossen werden.

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013  
Bachelor Informatik 2013  
Bachelor Ingenieurinformatik 2013  
Bachelor Mechatronik 2013  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013  
Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
Master Biomedizinische Technik 2014  
Master Electrical Power and Control Engineering 2013  
Master Micro- and Nanotechnologies 2008  
Master Micro- and Nanotechnologies 2013  
Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung AT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung AT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung AT

## Modul: Wahlmodul Biomechanik

Modulnummer: 101572

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Hartmut Witte

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Die Studierenden erwerben die notwendigen Kenntnisse und Befähigungen, um modellbasierte Strategien rationaler Diagnostik und Therapie des menschlichen Bewegungsapparates aktiv umzusetzen.

Sie sind in der Lage,

- anthropometrische und bewegungsanalytische Studien selbstständig durchzuführen,
- aus biomechanischen Experimentaldaten Modelle abzuleiten resp. Modellvorhersagen experimentell zu überprüfen.

Die Studierenden kennen die Prinzipien einer rationalen Therapie von Erkrankungen des Bewegungsapparates. Basierend auf dem aktuellen Erkenntnisstand der Klinischen Biomechanik und der Funktionellen Morphologie sind sie in der Lage, Neuentwicklungen kritisch und wissenschaftsbasiert zu würdigen. Die Studierenden sind befähigt, Prinzipien der Frakturbehandlung und Endoprothetik für die Auswahl und Auslegung von Versorgungssystemen anzuwenden und einfache Systeme auch quantitativ auszulegen. Grundlage dafür sind aufgabenangepasste Kenntnisse der theoretischen und experimentellen Biomechanik.

Die Studierenden besitzen Grundkenntnisse der Schnittstellengestaltung von Assistenzsystemen.

### Voraussetzungen für die Teilnahme

### Detailangaben zum Abschluss

Für diese Modulprüfung werden die dem Modul zugehörigen Prüfungen einzeln abgelegt. Die Note dieser Modulprüfung wird errechnet aus dem mit den Leistungspunkten gewichteten Durchschnitt (gewichtetes arithmetisches Mittel) der Noten der einzelnen bestandenen Prüfungsleistungen.

## Biokompatible Werkstoffe

Fachabschluss: über Komplexprüfung schriftlich

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 365

Prüfungsnummer: 2300523

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Edda Rädlein

Leistungspunkte: 0	Workload (h): 0	Anteil Selbststudium (h): 0	SWS: 2.0																			
Fakultät für Maschinenbau			Fachgebiet: 2351																			
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS												
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	
semester																						
		2	0	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Grundkenntnisse zu medizinischen Kriterien der Implantologie Erwerb von Spezialkenntnissen zu Werkstoffeigenschaften, Herstellungstechnologien und Anwendungsfeldern biokompatibler/bioaktiver Implantatmaterialien.

### Vorkenntnisse

Physik, Chemie, Grundlagen der Werkstoffwissenschaft

### Inhalt

Medizinische Kriterien der Implantologie, Biokompatibilität, Bioaktivität, allgemeine Werkstoffkriterien, Implantatpolymere, Biogene Werkstoffe, Glas, Keramik, Glaskeramik, Metalle, Silikone, Beschichtungen, Werkstofftests und Zulassung, Bioaktive Werkstoffe, Oberflächenfunktionalisierung

### Medienformen

Tafelbild, Anschauungsmuster, PowerPoint, Skript

### Literatur

E. Wintermantel, S.-W. Ha, Medizintechnik: life science engineering  
Springer, Berlin 2008 (4. Auflage), ISBN 978-3-540-74924-0\*Gb  
L.L. Hench, Bioceramics, J.Am.Ceram.Soc. 81 (1998) 1705-1728  
W. Vogel, Glaschemie, Springer Verlag, Berlin etc. 1992

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Biotechnische Chemie 2013  
Bachelor Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013 Vertiefung  
Bachelor Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013 Vertiefung  
Master Biomedizinische Technik 2014  
Master Mechatronik 2008  
Master Mechatronik 2014  
Master Werkstoffwissenschaft 2010

## Klinische Biomechanik

Fachabschluss: über Komplexprüfung alternativ Art der Notengebung: unbenotet  
 Sprache: Deutsch (Gastbeiträge im Seminar auch in Englisch) Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 101418 Prüfungsnummer: 2300503

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Hartmut Witte

Leistungspunkte: 0	Workload (h):0	Anteil Selbststudium (h):0	SWS:2.0
Fakultät für Maschinenbau			Fachgebiet:2348

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	0	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden wissen das Wissenschaftsfeld der Klinischen Biomechanik einzuordnen, insbesondere in Bezug zur Funktionellen Morphologie, zur Sportbiomechanik und anderen Feldern der experimentellen Biomechanik
  - Die Studierende erwerben gegenüber dem Modul "Anatomie & Physiologie" erweiterte Kenntnisse über die Mechanik der Bewegungsapparate
    - Die Studierenden kennen aktuelle Konzepte der Osteosynthese und Endoprothetik incl. der zugrundeliegenden Modelle als Basis rationaler Therapie
    - Die Studierenden wissen ausgewählte Produktklassen der Biomedizintechnik aufgabenbezogen zu bewerten und beherrschen Grundlagen der Indikationsstellung
    - Die Studierenden kennen grundlegende Prozessabläufe der Im- und Explantation von Osteosynthesematerialien und Endoprothesen
      - Die Studierenden können einfache Konstruktionen der Osteosynthese rechnerisch auslegen
      - Die Studierenden erwerben Kenntnisse der Audiologie, Audiometrie und technischen Versorgung von Gehörbeeinträchtigungen

### Vorkenntnisse

- Biomedizinische Grundkenntnisse in Breite und Tiefe wie im Modul "Anatomie & Physiologie" vermittelt
- Grundkenntnisse der Technischen Mechanik in Breite und Tiefe wie im Ba MTR oder im Ba BT vermittelt
- Ökologische Kenntnisse wie im Fach "Umweltsysteme" (Ba MTR, Ba BT) vermittelt
- Kenntnisse der Materialkunde (Chemie, Werkstoffwissenschaften) wie im Ba MTR oder im Ba BT vermittelt

### Inhalt

- Funktionelle Morphologie
- Grundlagen der Osteogenese
- Grundlagen der Osteosynthese
- Gelenkmechanik
- Endoprothetik
- Hörphysiologie
- Audiometrie
- Ausgewählte Aspekte der Audiologie

### Medienformen

- Seminaristische Vorlesungen unter Nutzung von Präsentationen, Erarbeitung von Tafelbildern, Filmmaterial
- Nutzung von existenten Produkten zur Osteosynthese und Endoprothetik als Demonstrationsmaterial

### Literatur

Beigestellte Reader zum Einstieg und zur Orientierung.  
 Vertiefung durch selbst recherchierte und empfohlene Literatur.

### Detailangaben zum Abschluss

Im Abstimmung mit der Lehrkraft wird im Laufe der zweiten Semesterhälfte mit jeder/m Studierenden ein Themenausschnitt aus dem Curriculum zur Bearbeitung festgelegt, z.B. die rechnerische Auslegung einer

einfachen Osteosynthese.

Geforderte Leistungen: Dokumentation von Aufgabenstellung, erarbeitetem Anforderungskatalog, Konzeptbildung, Prinzipienfindung, begründete Prinzipienauswahl, Funktionspläne, mechanische Auslegung Vorschläge für Zukaufkomponenten mit Bezugsquellennachweis.

Kostenplan

Dokumentation auf Papier (mit Unterschrift) und CD/DVD

Zusätzlich werden gefordert:

- die kritische Analyse eines Artikels zu Themen der Veranstaltung (Vorschlag durch Studierende/n, Festlegung durch Lehrkraft)
- die schriftliche Beantwortung einiger Fragen zu in der Veranstaltung diskutierten Themen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2014

Master Mechatronik 2017

## Mensch-Maschine-Interaktion

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich

Art der Notengebung: Testat / Generierte

Sprache:deutsch

Pflichtkennz.:Pflichtfach

Turnus:Wintersemester

Fachnummer: 101352

Prüfungsnummer:2200510

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Horst-Michael Groß

Leistungspunkte: 3	Workload (h):90	Anteil Selbststudium (h):56	SWS:3.0																			
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet:2233																			
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS												
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	
semester																						
			2	1	0																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Vorlesung Mensch-Maschine-Interaktion lernen die Studierenden die Begrifflichkeiten und das Methodenspektrum der Mensch-Maschine Interaktion unter Realwelt-Bedingungen kennen. Sie beherrschen wichtige Basisoperationen zur (vorrangig visuellen) Wahrnehmung von Menschen und zur Erkennung von deren Intentionen und Zuständen und kennen Techniken zur nutzeradaptiven Dialogführung. Die Studierenden sind in der Lage, Fragestellungen aus dem o. g. Problembereichen zu analysieren, durch Anwendung des behandelten Methodenspektrums Lösungskonzepte für unterschiedliche Fragestellungen der Service- und Assistenzrobotik zu entwerfen und umzusetzen, sowie bestehende Lösungskonzepte zu bewerten. Vor- und Nachteile der Komponenten und Verfahren im Kontext praktischer Anwendungen sind den Studierenden bekannt.

### Vorkenntnisse

Vorlesung Neuroinformatik ist wünschenswert

### Inhalt

Die Lehrveranstaltung vermittelt das erforderliche Methodenspektrum aus theoretischen Grundkenntnissen und praktischen Fähigkeiten zum Verständnis, zur Implementierung und zur Anwendung von Verfahren der Interaktion zwischen Mensch und Maschine (mit Fokus auf vision-basierten Verfahren sowie dem Einsatz auf Robotersystemen) sowie zur erforderlichen Informations- und Wissensverarbeitung. Sie ergänzt die parallel laufende Vorlesung „Robotvision“, die sich um Aspekte der Roboternavigation kümmert, um wichtige Erkennungsverfahren der Mensch-Roboter Interaktion (HRI). Die Lehrveranstaltung vermittelt das dazu notwendige Faktenwissen sowie begriffliches, methodisches und algorithmisches Wissen aus den folgenden Kernbereichen:

A – Ausgewählte Basisoperationen für viele Erkennungsverfahren

- Basisoperationen der MMI im Rahmen eines Mustererkennungsprozesses
- Leistungsbewertung von Klassifikatoren: Gütemaße; Crossvalidation-Technik; Bewertung von binären Klassifikatoren, Gütemaß ROC/Precision Recall Kurven, usw.
- Bildaufbereitung und Bildanalyse: Beleuchtungs- / Histogrammausgleich; AuflösungsPyramiden; Lineare Subspace Methoden (HKA / PCA); Gabor-Wavelet-Funktionen (Gaborfilter) zur effizienten Bildbeschreibung;
- Bewegungsanalyse in Videosequenzen
- Techniken zur Repräsentation von Zeit: Dynamic Time Warping, Hidden Markov Modelle (HMMs)
- Bayes Filtering als probabilistische Zustandsschätzer: Grundidee, Markov-Annahme, Grundprinzip des rekursiven Bayes-Filters, Bewegungs- und Sensormodell, Arten der Beliefrepräsentation in Bayes Filtern; Partikel Filter

B – Wichtige Verfahren zur Erkennung von Nutzerzustand & Nutzerintention

- Vision-basierte Nutzerdetektion, Nutzertracking, Nutzeridentifikation
- Zeigeposen- und Gestenerkennung
- Erkennung von Mimik (Emotionen, Stress) und Interaktionsinteresse + aktuelle Entwicklungen
- Sprachbasierte Mensch-Maschine Kommunikation: sprachbasierte Erkennung von Nutzerinstruktionen und Nutzerzustand (Kommandowort- und Spracherkennung, Prosodieerkennung);
- Multimodale Dialogsysteme: Bestandteile von Dialogsystemen; Besonderheiten multimodaler Dialogsysteme

Dialogsysteme

C – Anwendungsbeispiele für Assistenzfunktionen in öffentlicher & privater Umgebung

- Soziale Assistenzroboter für die Gesundheitsassistenz

- Robotische Bewegungsassistenz am Beispiel Reha I
- Sturzdetektion im häuslichen Umfeld

D – Gastvorlesung zur sprachbasierten MMI und zu Hidden Markov Modellen sowie deren Einsatz in der Spracherkennung, Unterschriftserkennung und Gestenerkennung

Im Rahmen des Aktivpraktikums werden ausgewählte methodische und algorithmische Grundlagen der MMI durch die Studierenden selbst softwaretechnisch umgesetzt und durch kleine Programmbeispiele vertieft. Als Programmiersprache wird Python verwendet. Für Verfahren des Maschinellen Lernens wird die scikit-Learn Toolbox verwendet.

#### Medienformen

Präsenzvorlesung mit Powerpoint, Arbeitsblätter zur Vorlesung, Übungsaufgaben, Videos, Python Apps, e-Learning mittels „Jupyter Notebook“

#### Literatur

- Schenk, J, Rigoll, G. Mensch-Maschine-Kommunikation: Grundlagen von sprach- und bildbasierten Benutzerschnittstellen, Springer 2010
- Li, S und Jain, A.: Handbook of Face Recognition, 2004
- Bishop, Ch.: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006
- Guyon, I., Gunn, S., Nikravesh, M., Zadeh, L.: Feature Extraction: Foundations and Applications, Studies in fuzziness and soft computing 207, Springer, 2006
- Maltoni, D., et al.: Biometric Fusion, Handbook of Fingerprint Recognition, Kapitel 7, Springer, 2009

#### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biomedizinische Technik 2014
- Master Informatik 2013
- Master Ingenieurinformatik 2009
- Master Ingenieurinformatik 2014
- Master Medientechnologie 2013
- Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2014

## Modellierung biomechanischer Systeme

Fachabschluss: über Komplexprüfung mündlich

Art der Notengebung: unbenotet

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtfach

Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 7434	Prüfungsnummer: 2300502
------------------	-------------------------

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Lena Zentner

Leistungspunkte: 0	Workload (h): 0	Anteil Selbststudium (h): 0	SWS: 2.0
Fakultät für Maschinenbau			Fachgebiet: 2344

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	0	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können unterschiedliche Verhalten in der Natur mit mathematisch-physikalischen Modellen beschreiben und simulieren. Weiterhin wenden sie die Modelle auf biomechanische Systeme, wie Rollstuhl, Menschenkörper, Schaukel etc. an und können deren statisches (z. B. Baumstatik) und dynamisches (z. B. Fortbewegung) Verhalten beschreiben.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Mechanik

### Inhalt

Mechanik der Pflanzen, Baumstatik; Muskelkontraktion, HILL'sche Formel, Modellierung passiver Muskeleigenschaften; Biomechanik des Sportes; Schwingungen in der Natur; Einführung in die LAGRANGE-Theorie holonom (Doppelschaukel, Arm- und Beinbewegung) und anholonom (Rollstuhl, Schlitten) Systeme; Populationsdynamik; Dimensionstheorie

### Medienformen

Frontalunterricht mit Nutzung aller gängigen Medien / Seminaristische Vorlesung

### Literatur

Mattheck, C.: „Design in der Natur“, Rombach Verlag, 1997; „Grundriss der Biomechanik“, Berlin: Akad.-Verl., 1989  
 Mattheck, C.: Die Körpersprache der Bauteile - Enzyklopädie der Formfindung nach der Natur. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), 2017  
 Donskoi „Grundlagen der Biomechanik“, Sportverlag, 1975  
 Glaser „Grundriss der Biomechanik“, Akademie Verlag GmbH, 1989  
 Hoppe „Biophysik“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1977  
 Werner Nachtigal „Biomechanik“, Vieweg+Teubner Verlag, 2001  
 Timischl, W.: Mathematische Methoden in den Biowissenschaften; Springer Spektrum, 2016

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biomedizinische Technik 2009
- Master Biomedizinische Technik 2014
- Master Mechatronik 2008
- Master Mechatronik 2014
- Master Mechatronik 2017



---

## Modul: Technisches Nebenfach BMT Msc

Modulnummer: 100350

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Modulabschluss:

Lernergebnisse

Ziel des Technischen Nebenfachs ist es Kompetenzen auf Nebenfächern zu vermitteln. Die Lernziele sind in den einzelnen Fächern definiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Bachelor BMT

Detailangaben zum Abschluss

keine

## Numerische Mathematik

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch und Englisch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 764 Prüfungsnummer: 2400007

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Hans Babovsky

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 2413

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden - kennen die wichtigsten grundlegenden Verfahren der numerischen Mathematik, - sind fähig, diese in Algorithmen umzusetzen und auf dem Computer zu implementieren, - sind in der Lage, einfache praktische Fragestellungen zum Zweck der numerischen Simulation zu analysieren, aufzubereiten und auf dem Computer umzusetzen, - können die Wirkungsweise angebotener Computersoftware verstehen, kritisch analysieren und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit einschätzen.

### Vorkenntnisse

Mathematik- Grundvorlesungen für Ingenieure (1.-3.FS)

### Inhalt

Numerische lineare Algebra: LU-Zerlegungen, Iterationsverfahren; Nichtlineare Gleichungssysteme: Fixpunkt-, Newton-Verfahren; Interpolation und Approximation: Speicherung und Rekonstruktion von Signalen, Splines; Integration: Newton-Cotes-Quadraturformeln; Entwurf von Pseudocodes.

### Medienformen

Skript

### Literatur

F. Weller: Numerische Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg 2001

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Biomedizinische Technik 2008  
 Bachelor Biomedizinische Technik 2013  
 Bachelor Biomedizinische Technik 2014  
 Bachelor Ingenieurinformatik 2008  
 Bachelor Ingenieurinformatik 2013  
 Bachelor Mechatronik 2008  
 Bachelor Medientechnologie 2008  
 Bachelor Medientechnologie 2013  
 Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
 Master Biomedizinische Technik 2009  
 Master Biomedizinische Technik 2014

## Partielle Differentialgleichungen

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich      Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkenn.: Wahlpflichtfach      Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1018      Prüfungsnummer: 2400009

Fachverantwortlich: Dr. Jürgen Knobloch

Leistungspunkte: 4      Workload (h): 120      Anteil Selbststudium (h): 86      SWS: 3.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften      Fachgebiet: 2416

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Vorlesung werden Grundlagen der partiellen Differentialgleichungen vermittelt. Die Studierenden sollen unter Verwendung der in den ersten drei Semestern Mathematikausbildung (Mathematik 1 – 3) erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten - den neuen mathematischen Kalkül erfassen und sicher damit umgehen können (Rechenfertigkeiten, Begriffliches) - Umformtechniken bei der Handhabung der Differentialoperatoren kennenlernen und diese in Physik und Elektrotechnik anwenden können - klassische Methoden (Separationsmethode) bei der Lösung der gängigen partiellen Differentialgleichungen (Wellengleichung, Wärmeleitungsgleichung, Potentialgleichung) zur Kenntnis nehmen und anwenden können. In Vorlesungen und Übungen wird Fach- und Methodenkompetenz vermittelt.

### Vorkenntnisse

Mathematik 1, 2 und 3

### Inhalt

Quasilineare Partielle Differentialgleichungen 1. Ordnung;  
 Lineare hyperbolische p.DGL 2. Ordnung und Anwendung auf die Wellengleichung (d'Alembert- und Fouriermethode);  
 Lineare parabolische p.DGL 2. Ordnung mit Anwendung auf die Wärmeleitungsgleichung;  
 Lineare elliptische p.DGL 2. Ordnung mit Anwendung in der Potentialtheorie.

### Medienformen

Tafel

### Literatur

Evans, L.C., Partial Differential Equations, Amer. Math. Society, Grad. Studies, 1998;  
 Pap E., Takaci A., Takaci D., Part. Differential Equations through Examples and Exercises, Kluwer Acad. Publ., 1997;  
 Meinhold, P. und Wagner, E., Partielle Differentialgleichungen, Teubner 1990.

### Detailangaben zum Abschluss

Schriftlich, 90 Minuten

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Biomedizinische Technik 2008
- Bachelor Biomedizinische Technik 2013
- Bachelor Biomedizinische Technik 2014
- Bachelor Maschinenbau 2008
- Bachelor Maschinenbau 2013
- Bachelor Mechatronik 2008
- Bachelor Medientechnologie 2008
- Bachelor Optronik 2008
- Master Biomedizinische Technik 2009
- Master Biomedizinische Technik 2014

## Angewandte Biomechanik

Fachabschluss: Studienleistung alternativ      Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach      Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 7414      Prüfungsnummer: 2300505

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Hartmut Witte

Leistungspunkte: 3      Workload (h): 90      Anteil Selbststudium (h): 56      SWS: 3.0  
 Fakultät für Maschinenbau      Fachgebiet: 2348

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	1	0	2																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten können bei ausreichender fachlicher Einarbeitung in spezielle bio-medizinische Fragestellungen biomechanische Analysen eigenständig konzipieren und durchführen. Sie kennen die Unterschiede zwischen den Möglichkeiten und Grenzen der mechanischen Analyse technischer, biologischer und hybrider Systeme und können Fragestellungs-bezogen geeignete Verfahren auswählen und anwenden. Die Teilnehmer erwerben biomechanische Grundkenntnisse zur Konzeption und Realisation biomechanischer Experimental-Setups. Sie können ausgewählte Möglichkeiten der Gewinnung, Auswertung und Darstellung biomechanischer Daten anwenden.

### Vorkenntnisse

- Curriculares Abiturwissen Biologie
- Technische Mechanik (Statik, Festigkeitslehre, Kinematik, Dynamik)

### Inhalt

- Kurze Historie der Biomechanik
- Propädeutik: Anthropometrie
- Teilgebiete der Biomechanik: Funktionelle Morphologie, Klinische Biomechanik, Arbeitswissenschaftliche Biomechanik, Sportbiomechanik
  - Gemeinsamkeiten mit und Unterschiede zur Technischen Mechanik
  - Experimentelle vs. Theoretische Biomechanik
  - Modellbildung mit Fokus auf die Anwendungsbeispiele in der Veranstaltung)
  - Ausgewählte, gemeinsam zu bearbeitende Beispiele aus den Themengebieten Lokomotion, Reichen und Greifen - Theorie & Praxis
    - Damit verbunden Einführung in das Experimentelle Arbeiten, Umgang mit Messsystemen, Erhebung, Auswertung und Darstellung von Messergebnissen, Charakterisierung von Messsystemen, Fehlerdiskussion, kritische Auseinandersetzung mit Messdaten
- Klinische Biomechanik (z.B. Osteogenese, Osteosynthese, Endoprothetik, Exoprothetik, Orthetik) ist nicht Gegenstand der Veranstaltung (-> Veranstaltungen "Bewegungssysteme", "Biomechatronik 2")
  - Theoretische Biomechanik ist nicht Hauptgegenstand der Veranstaltung (-> spezielle Veranstaltungen zur Modellbildung, insb. bei Frau Prof. Zentner)

### Medienformen

- Vorlesung mit begleitenden Präsentationen
- Vorlesungsbegleitung auf Internet-Lernplattform (Moodle)
- Nutzung der vorhandenen Messtechnik
- Bild- und Datenanalyse
- Biomechanik am Lebenden

### Literatur

Reader als Begleitmaterial auf Internet-Lernplattform

### Detailangaben zum Abschluss

In mehreren Iterationsschleifen:

Identifikation biomechanischer Fragestellung, Aufstellung von Hypothesen, Konzeption eines Experimentalsetups zur Hypothesenprüfung, Planung, Durchführung und Auswertung der Experimente, Diskussion und Interpretation der Ergebnisse.

Bewertungsgrundlage ist die Dokumentation im Laborbuch.

Wesentliche Bewertungskriterien sind: die fachliche Bearbeitung, der Dokumentationsstil, die Anwendbarkeit des Ergebnisses als Ergänzung zum Lehrmaterial, die Schlüssigkeit und Systematik der Darstellung des Problems, Anschaulichkeit und Originalität bei einer selbstentworfenen Übersicht/Grafik, sowie die Vollständigkeit der Literaturangaben, Ausweisung der Text- und Bildzitate, wissenschaftliches Niveau der Quellen.

Einreichung bis zum 31.8. bzw. bei Nach- und Wiederholern bis zum 28.2. im jeweiligen Semester.

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2014

Master Mechatronik 2008

Master Mechatronik 2014

## Applikationsorientierter Systementwurf

Fachabschluss: Studienleistung mündlich Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlpflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 9233

Prüfungsnummer: 2200312

Fachverantwortlich: Daniel Laqua

Leistungspunkte: 3	Workload (h):90	Anteil Selbststudium (h):68	SWS:2.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet:2222

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
1	1	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Der Studierende erkennt die speziellen Probleme beim Entwurf komplexer elektronischer Schaltungen im Bereich der Medizintechnikentwicklung. Dabei nutzt der Studierende auch die bereits erworbenen Grundlagen, die zuvor in anderen Fächern wie Messelektronik und Schaltungstechnik vermittelt wurden. Der Studierende ist in der Lage die erworbene Methodenkompetenz in eigenen Systementwürfen umzusetzen und in praktischen Problemstellungen anwenden zu können. Des Weiteren ist er befähigt auf Basis der erworbenen Grundlagen auch fortgeschrittene Messmethoden und Hardwarekonzepte zu entwerfen.

### Vorkenntnisse

- Messelektronik für BMT 1
- Messelektronik für BMT 2
- Grundlagen der Schaltungstechnik
- Elektronik
- Allgemeine Elektrotechnik 1-3

### Inhalt

Im Rahmen der Vorlesung werden vertiefendes Wissen und methodische Ansätze mit einem speziellen Fokus auf die in der Medizintechnik relevanten Bereiche vermittelt. Der Fokus liegt dabei besonders auf dem konzeptionellen Teil bei der Lösung von Hardwareproblemstellungen. Im Rahmen des Seminars werden konkrete Beispiele benutzt um ein praxisbezogenes Verständnis zu entwickeln.

### Gliederung:

- Analoges Frontend und Sensorik (Operationsverstärker als integrierter Schaltkreis, Spezialanwendung Isolationsverstärker, Designprozess analoges Frontend, Messgrößenwandler, Signalpegelanpassung bei Single Supply)
- EKG-Monitor (Elektrische Signalcharakteristika, Störeinflüsse, Endstörmaßnahmen, Philosophie der Auflösung, Analog Digital Wandler)
- Pulsoximeter (Aufbau, Auswahl der Lichtquelle, LED Treiber zur Leutmittelansteuerung, Aufbau und physikalisches Funktionsprinzip des Photosensor, Photosensorschaltung)
- Highspeed Messdatenübertragung (Übertragungsformen, Serielle Datenverbindung, Adressierbare Hochgeschwindigkeitsschnittstellen)
- Powermanagement (Bauelemente für die Spannungsversorgung, Energy Harvesting)

### Medienformen

Hauptsächlich Tafel ergänzt durch Powerpoint mit Beamer für die Vorlesung

### Literatur

1. B. Carter and T. R. Brown, "HANDBOOK OF OPERATIONAL AMPLIFIER APPLICATIONS," no. October. pp. 1–94, 2001.
2. R. Mancini, "Op Amps For Everyone Design Reference," *white paper*, no. August. 2002.
3. R. Lerch, *Elektrische Messtechnik*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007, p. 673.
4. S. Franco, *Design with operational amplifiers and analog integrated circuits*, 2nd ed. San Francisco: McGraw-Hill New York, 1988.
5. P. Husar, *Biosignalverarbeitung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010, p. 514.
6. J. G. Webster, *Design of Pulse Oximeters*. IOP Publishing Ltd, 1997, p. 257.
7. J. D. Lenk, *Simplified Design of Switching Power Supplies*. Newnes, 1996, p. 217.
8. S. Priya and D. J. Inman, Eds., *Energy Harvesting Technologies*. Boston, MA: Springer US, 2009, p. 522.

Detailangaben zum Abschluss

Wird als Teilfach in der mündlichen Komplexprüfung Elektromedizinische Technik geprüft.

Als Technisches Nebenfach:

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 20 min

Abschluss: benotete Studienleistung

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

## Bildgebende Systeme in der Medizin 3

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich 45 min Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlpflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 101588 Prüfungsnummer: 2200530

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jens Hauelsen

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 49	SWS: 1.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2221

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				1	0	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Studienanteile sind Vorlesungen mit vorgegebenen Arbeitsmaterialien für Grundlagen/Basiswissen. In den Vorlesungen unterstützen Videos/Demos den direkten Bezug zu ingenieurtechnischen Details.
  - Die Studierenden besitzen ingenieurwissenschaftliche Grundkenntnisse zum Verständnis der vorgestellten bildgebenden Verfahren in Theorie und Praxis. Sie kennen die Funktionsprinzipien der Methoden mit ihren spezifischen Einsatzfeldern, Anforderungen und Möglichkeiten sowie ihre Grenzen.
  - Die Studierenden erkennen die bildgebend darzustellenden Sachverhalte in der medizinischen Praxis, können diesen bestimmten bildgebende Verfahren zuweisen und erhaltene Ergebnisse interpretieren. Sie vermögen hier, allein oder im Team mit Fachkollegen, Ärzten und Naturwissenschaftlern, diese Aufgaben in der Medizin von der Planung, über Realisierung bis hin zur Auswertung nachzuvollziehen.
  - Die Studierenden verfügen über fachbezogene Kompetenzen für den breiten, beruflichen Einsatz spezieller bildgebender Verfahren in der Medizin zur Anwendung in Klinik, Industrie und in Forschungseinrichtungen.
- Hinweis: Dieses Fach ist eine der notwendigen Eingangsvoraussetzungen zur Anerkennung des Studienganges BMT zur postgradualen Qualifizierung als Medizinphysik-Experte.

### Vorkenntnisse

Physik, Messtechnik, Signale und Systeme, Bildverarbeitung in der Medizin, Bildgebende Systeme in der Medizin 1+2

### Inhalt

Die Lehrveranstaltungen umfasst 8 Vorlesungen:

- Aktuelle Entwicklungen in der Computertomographie
- Moderne Verfahren in der Lichtmikroskopie – Teil 1
- Moderne Verfahren in der Lichtmikroskopie – Teil 2
- Optische Biopsie mittels Multiphotonen-Tomographie
- Magnetpartikel-Imaging
- Funktionelle Magnetresonanztomographie
- Diffusion Tensor Imaging in der MRT – Teil 1
- Diffusion Tensor Imaging in der MRT – Teil 2

### Medienformen

PPT-Präsentationen, Tafel, Mitschriften, Demonstrations-Videos

### Literatur

1. Klaus D. Tönnies, „Grundlagen der Bildverarbeitung“
2. John L. Semmlow, „Biosignal and Medical Image Processing“
3. Torsten Buzug, Einführung in die Computertomographie - Mathematisch-physikalische Grundlagen der Bildrekonstruktion“
4. M. Vlaardingerbroek, „Magnetresonanzbildgebung“
5. Alexander Ehlers, „Klinische Anwendungen der Multiphotonen-Tomographie humaner Haut“

### Detailangaben zum Abschluss



verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

## Bildverarbeitung in der Medizin 2

Fachabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 7870 Prüfungsnummer: 2200157

Fachverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 86	SWS: 3.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2221

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Kerninhalte orientieren sich an den aus der medizinischen Bildgebung und Bildverarbeitung resultierenden interdisziplinären physikalischen, technischen und informationsverarbeitenden Problemen. Die Studierenden sind fähig, auf der Basis der vermittelten methodischen Grundlagen eine Bildverarbeitungsaufgabe zu erkennen, zu analysieren, zu bewerten und geeignete Lösungsansätze zu entwickeln. Sie kennen die zugrundeliegende Theorie, um die Stärken und Schwächen der Verfahren zur Registrierung, Merkmalsextraktion, Bildsegmentierung, Klassifikation und Visualisierung zu verstehen. Sie besitzen die methodischen Fähigkeiten und Fertigkeiten, Algorithmen zu entwickeln und geeignet zu evaluieren. Die Studierenden sind in der Lage, medizinische Bildverarbeitung als Bestandteil Biomedizinischer Technik zur Diagnostik und Therapie zu begreifen. Sie verstehen die Wirkungsweise komplexer Algorithmen und können sie selbst parametrisch steuern. Dabei sind die Studierenden mit Techniken der Qualitätssicherung in der Bildverarbeitung vertraut. Sie kennen die Möglichkeiten und Grenzen eingesetzter Bildanalyse- und Bildverarbeitungsprozesse sowie die Vor- und Nachteile computergestützter Diagnose und sind in der Lage, Aufwand, Nutzen und Risiko dieser Verfahren zu bewerten.

### Vorkenntnisse

Bildverarbeitung in der Medizin 1, Bildgebende Systeme in der Medizin 1+2, Klinische Verfahren 1+2

### Inhalt

- Speicherung von Bilddaten:
- Datenreduktion und Datenkompression, Möglichkeiten in der medizinischen Anwendung
  - JPEG und JPEG2000
  - Medizinische Bilddatenstandards – DICOM und Alternativen
- Bildbearbeitung:
- Qualitätsmaße für Bilder
  - Bildverbesserung und Bildrestauration – Kantenerhaltendes Entrauschen
  - Bildregistrierung – merkmals- und voxelbasiert
- Bildanalyse:
- Segmentierung – Clustering, modellbasiert, Evaluation
  - Merkmalsextraktion – Formanalyse, Texturanalyse
  - Klassifikation – überwacht, unüberwacht
  - Vermessung und Interpretation – Distanz, Winkel, Fläche, Volumen
- Visualisierung von Bilddaten:
- Darstellung von Grauwertbildern – Wiederholung
  - Darstellung von Farbbildern – Farbmodelle, Farb Räume, Transformation, Analyse
  - 3D-Visualisierung - Surface-Rendering, Volume-Rendering, Beleuchtung und Schattierung
- Zusatz:
- Validierung  
 Qualitätsmaße für Bildanalyse-Algorithmen  
 Grundwahrheit  
 Repräsentativität

### Medienformen

## Literatur

1. Birkfellner, Wolfgang (2014): Applied Medical Image Processing, Second Edition: A Basic Course. 2.Aufl.; Taylor&Francis Inc.
2. Deserno, Thomas (Hg.) (2013): Biomedical Image Processing. Springer.
3. Dougherty, Geoff (2011): Medical Image Processing: Techniques and Applications. Springer.
4. Handels, Heinz (2009): Medizinische Bildverarbeitung. Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie. 2.Aufl.; Vieweg+Teubner.
5. Preim, Bernhard und Botha, Charl P. (2013): Visual Computing for Medicine: Theory, Algorithms, and Applications. 2.Aufl.; Morgan Kaufmann.
6. Tönnies, Klaus D. (2005): Grundlagen der Bildverarbeitung. Pearson Studium.
7. Tönnies, Klaus D. (2017): Guide to Medical Image Analysis: Methods and Algorithms. 2.Aufl.; Springer.

## Detailangaben zum Abschluss

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 20 min

Abschluss: benotete Studienleistung

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

## Biokompatible Werkstoffe

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlpflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 365 Prüfungsnummer: 2300522

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Edda Rädlein

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 68 SWS: 2.0  
 Fakultät für Maschinenbau Fachgebiet: 2351

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	0	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Grundkenntnisse zu medizinischen Kriterien der Implantologie Erwerb von Spezialkenntnissen zu Werkstoffeigenschaften, Herstellungstechnologien und Anwendungsfeldern biokompatibler/bioaktiver Implantatmaterialien.

### Vorkenntnisse

Physik, Chemie, Grundlagen der Werkstoffwissenschaft

### Inhalt

Medizinische Kriterien der Implantologie, Biokompatibilität, Bioaktivität, allgemeine Werkstoffkriterien, Implantatpolymere, Biogene Werkstoffe, Glas, Keramik, Glaskeramik, Metalle, Silikone, Beschichtungen, Werkstofftests und Zulassung, Bioaktive Werkstoffe, Oberflächenfunktionalisierung

### Medienformen

Tafelbild, Anschauungsmuster, PowerPoint, Skript

### Literatur

E. Wintermantel, S.-W. Ha, Medizintechnik: life science engineering  
 Springer, Berlin 2008 (4. Auflage), ISBN 978-3-540-74924-0\*Gb  
 L.L. Hench, Bioceramics, J.Am.Ceram.Soc. 81 (1998) 1705-1728  
 W. Vogel, Glaschemie, Springer Verlag, Berlin etc. 1992

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Biotechnische Chemie 2013  
 Bachelor Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013 Vertiefung  
 Bachelor Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013 Vertiefung  
 Master Biomedizinische Technik 2014  
 Master Mechatronik 2008  
 Master Mechatronik 2014  
 Master Werkstoffwissenschaft 2010



## Literatur

- "Augenärztliche Untersuchungsmethoden" Wolfgang Straub. - 3., vollst. überarb. und erw. Aufl. - Stuttgart [u. a.] : Thieme, 2008
- "Optics of the Human Eye" David A. Atchison. - Rep. - Oxford [u.a.] : Butterworth-Heinemann, 2002
- "Optical devices in ophthalmology and optometry : technology, design principles, and clinical applications" Michael Kaschke. - Weinheim : Wiley-VCH, 2014
- "Kurzlehrbuch Augenheilkunde : mit 19 Tabellen" Thomas Damms. - 1. Aufl. - München : Elsevier, Urban & Fischer, c 2014
- "BASICS Augenheilkunde" Cordula Dahlmann. - 3. Aufl. - München : Elsevier, Urban & Fischer, c 2014
- "Technische Diagnostik in der Augenheilkunde" Claus Flittiger. - 1. Aufl. - Bern : Huber, 2012
- "Augenheilkunde" Gerhard K. Lang. - 5., überarb. Aufl. - Stuttgart [u.a.] : Thieme, c 2014

## Detailangaben zum Abschluss

Wird als Teilfach in der mündlichen Komplexprüfung Ophthalmologische Technik geprüft.

Als Technisches Nebenfach:

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 20 min

Abschluss: benotete Studienleistung

Repetitorium Optik (nur für Wahlmodulstudenten):

Prüfungsform: schriftlich

Dauer: 30 min

Abschluss: Testat (Voraussetzung für Zulassung zur Komplexprüfung)

## verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

## Grundlagen des Strahlenschutzes

Fachabschluss: Studienleistung mündlich 20 min Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 5606 Prüfungsnummer: 2200154

Fachverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 38	SWS: 2.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2221

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	0	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Kerninhalte orientieren sich überwiegend am Zusammenhang zwischen Nutzen und Risiko von Strahlenanwendungen. Das Risiko schädigender Nebenwirkungen ionisierender Strahlen wird in seiner Qualität auf physikalischer und biologischer Ebene und in seiner Quantität auf messtechnischer Ebene vorgestellt. Aus den bekannten strahlen-biologischen Kenntnissen werden Ziele und Grundsätze zur Tolerierung des Strahlenrisikos abgeleitet. EU-Grundnormen bestimmen nationale, normative Rahmen zur Risikobegrenzung und -minimierung. Die Studierenden begreifen den Strahlenschutz als komplexes, multidisziplinäres Gebiet zum Erkennen und Bewerten von und zum Schutz vor Strahlenwirkungen beim Menschen, anderen Lebewesen, in der Umwelt und an Sachgütern. Die Studierenden sind in der Lage, Strahlenanwendungen im komplexen Zusammenhang von Aufwand, Nutzen und Risiko bei der Produktion materieller Güter bzw. in Dienstleistungsprozessen zu bewerten.

### Vorkenntnisse

Physik, Messtechnik, Strahlenbiologie/Medizinische Strahlenphysik

### Inhalt

Strahlenexposition des Menschen - Expositionswege und -quellen; Natürliche Exposition; Zivilisat. Erhöhung d. Exp. aus natürl. Quellen; Zivilisatorische Exposition, Überblick, Medizinische Exposition.  
 Strahlenwirkung, Strahlenrisiko - Biologische Strahlenwirkungen, Überblick; Zielstellungen des Strahlenschutzes; Risiko; Risiko stochastischer Strahlenwirkungen; Risikofaktoren; Begründung des Basisgrenzwertes.  
 Strahlenexposition des Menschen - Expositionswege und -quellen; Natürliche Exposition; Zivilisat. Erhöhung d. Exp. aus natürl. Quellen; Zivilisatorische Exposition, Überblick, Medizinische Exposition und Einordnung.  
 Strahlenwirkung, Strahlenrisiko - Biologische Strahlenwirkungen, Überblick; Zielstellungen des Strahlenschutzes; Risiko; Risiko stochastischer Strahlenwirkungen; Risikofaktoren; Begründung des Basisgrenzwertes.  
 Strahlenschutzmesstechnik - Messaufgaben; Aktivität, Nuklididentifikation; Strahlenschutzdosimetrie; Körperdosisgrößen, Energiedosis, Organenergiedosis, Organdosis, Effektive Dosis; Dosismessgrößen, Konzept, Äquivalentdosis, Ortsdosisgrößen, Personendosisgrößen; Dosimetrie bei äußerer Exposition, Arten, Möglichkeiten, Anforderungen, Dosimeterfilm, Gleitschattendosimeter, OSL-Dosimeter, TLD-Dosimeter; Dosimetrie bei innerer Exposition, Offene Strahlenquellen, Expositionswege, Problemstellung, Einflussgrößen, Inkorporierte und kumulierte Aktivität, Effektive Folgedosis, Berechnung Organ- und Effektiver Dosis. Grundsätze des Strahlenschutzes - Ableitung aus den Zielstellungen; Rechtfertigung; Minimierung; Begrenzung. Grundlagen des Strahlenschutzrechtes - Geschichtliches; Rechtsgrundsatz; Normenpyramide; Internationale Grundlagen; Struktur und Organisation in Deutschland; Gesetze; Verordnungen, Geltungsbereiche, Verantwortung. Gesetze - Strahlenschutzgesetz; Verordnungen - Strahlenschutzverordnung; Bezug zu den bisherigen Verordnungen; Synopse.  
 Strahlenschutztechnik - Aufgaben, Arten; Einflüsse auf Dosis und Dosisleistung; Strahlenfeld einer Röntgeneinrichtung, Anteile, Einflussgrößen, Strahlenschutztechnik bei äußerer Exposition; Prüfung, Bewertung der Schutzwirkung. Überwachung und Kontrolle - Überblick; Notwendigkeit, Umfang.  
 Notfallexpositionssituationen - Begriffe, Beispiele; Maßnahmen; Strahlenexposition bei Hilfeleistungen; Meldepflicht; Vorbereitung der Brandbekämpfung.

### Medienformen

Tafel, Mitschriften, Folien, Arbeitsblätter, Powerpoint-Präsentation

## Literatur

1. Krieger, Hannes (2017): Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes. 5. Aufl.; Springer Spektrum.
  2. Vogt, Hans-Gerrit; Schultz, Heinrich (2011): Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes. 6.Aufl.; Carl Hanser Verlag GmbH & CO. KG.
  3. Gruben, Claus (2014): Grundkurs Strahlenschutz. Praxiswissen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen. 4.Aufl.; Springer Spektrum.
- Aktuelle Literatur nach Inkrafttreten des neuen Strahlenschutzgesetzes.

## Detailangaben zum Abschluss

## verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009  
Master Biomedizinische Technik 2014  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009 Vertiefung ABT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010 Vertiefung ABT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011 Vertiefung ABT



## Inverse bioelektromagnetische Probleme

Fachabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 7869 Prüfungsnummer: 2200160

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0							
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2221							
SWS nach Fachsemester	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
		1 1 0								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Ziel der Veranstaltung ist es die Studierenden zu befähigen inverse Probleme in Bioelektromagnetismus zu lösen.
- Die Studierenden kennen und verstehen die Grundlagen der verwendeten Optimierungsverfahren, können diese bewerten und anwenden.
- Die Studierenden sind in der Lage inverse Probleme in der Biomedizintechnik zu erkennen und zu analysieren.
- Die Studierenden sind in der Lage für gegebene inverse Probleme eine Lösungsstrategie zu entwerfen und diese umzusetzen.
- Die Studierenden sind in der Lage zu Optimierung und inversen Problemen in der Biomedizintechnik klar und korrekt zu kommunizieren.

### Vorkenntnisse

Anatomie, Physiologie und klinisches Grundlagenwissen des Studienganges Biomedizinische Technik (BSC)

### Inhalt

- Einführung (Motivation, Definition und Klassifizierung inverser Probleme in der Biomedizintechnik (Beispiele EIT, ...), Abgrenzung zu bildgebenden Verfahren, Begriffsdefinitionen, wdh. messtechnische Randbedingungen, Vorwärtsmodelle, Quellenmodelle)
- Deterministische und stochastische Optimierungsverfahren (Deterministisch: gradientenfreie und gradientenbasierte Verfahren, Stochastisch: evolutionäre Algorithmen, Simulated Annealing, Particle Swarm Optimization)
- Erweiterte Quellenmodelle (neurobiologische Grundlagen, neuronale Massenmodelle, neuronale Feldmodelle).
- A-priori Information und Regularisierungstechniken (Einbeziehung anatomischer und neurobiologischer Informationen, optimale Regularisierungsparameter)
- Bioelektromagnetische Quellenrekonstruktion (räumlich-zeitliche Dipolanalyse, Minimum-Norm Verfahren)
- Scanning Methoden (Räumliche Filter, Beamformer, multiple signal classification)
- Datenfusionstechniken unterschiedlicher Modalitäten (EEG / MEG / fMRI / PET); Prädiktionsmodelle

### Medienformen

Tafel, Mitschriften, Folien, computerbasierte Präsentationen, Demonstration, Übungsaufgaben

### Literatur

1. Fletcher, R.: Practical methods of optimization. J W & S, Chichester, 1987
2. Bäck, T. und Schwefel, H.-P.: Evolutionary algorithms in theory and practice: Evolution strategies, evolutionary programming, genetic algorithms. Oxford University Press, NY, 1996
3. Louis, A.K.: Inverse und schlecht gestellte Probleme. Teubner 1989.
4. Haueisen, J.: Numerische Berechnung und Analyse biomagnetischer Felder. Wissenschaftsverlag Ilmenau, 2004
5. Wilfried Andrä, Hannes Nowak (Editors): Magnetism in Medicine: A Handbook, 2nd, Completely Revised and Enlarged Edition, Wiley, 2006

### Detailangaben zum Abschluss

Wird als Teilfach in der mündlichen Komplexprüfung Bioelektromagnetismus geprüft.  
 Als Technisches Nebenfach:  
 Prüfungsform: mündlich  
 Dauer: 20 min  
 Abschluss: benotete Studienleistung

verwendet in folgenden Studiengängen:



## Kognitive Systeme / Robotik

Fachabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlpflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 181 Prüfungsnummer: 2200313

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Horst-Michael Groß

Leistungspunkte: 4	Workload (h): 120	Anteil Selbststudium (h): 98	SWS: 2.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet: 2233

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
2	0	0																												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Vorlesung Kognitive Robotik lernen die Studenten die Begrifflichkeiten und das Methodenspektrum der Kognitiven Robotik kennen. Sie verstehen übergreifende Ansätze zur Konzeption und der Realisierung von Robotik-Komponenten aus der Sicht von Sensorik, Aktorik und kognitiver Informationsverarbeitung. Sie kennen Techniken der Umgebungswahrnehmung und der lokalen und globalen Navigation von Kognitiven Robotern in komplexer realer Einsatzumgebung.

Die Studierenden sind in der Lage, Fragestellungen aus dem o. g. Problembereichen zu analysieren, durch Anwendung des behandelten Methodenspektrums Lösungskonzepte für unterschiedliche Fragestellungen der Service- und Assistenzrobotik zu entwerfen und umzusetzen, sowie bestehende Lösungskonzepte zu bewerten. Vor- und Nachteile der Komponenten und Verfahren im Kontext praktischer Anwendungen sind den Studierenden bekannt.

### Vorkenntnisse

Vorlesungen Neuroinformatik und Maschinelles Lernen, Angewandte Neuroinformatik

### Inhalt

Die Lehrveranstaltung vermittelt das erforderliche Methodenspektrum aus theoretischen Grundkenntnissen und praktischen Fähigkeiten zum Verständnis, zur Implementierung und zur Anwendung von Verfahren der Roboternavigation sowie zur Informations- und Wissensverarbeitung in Kognitiven Robotern. Sie vermittelt sowohl Faktenwissen, begriffliches und algorithmisches Wissen aus folgenden Themenkomplexen:

- Begriffsdefinitionen (Kognitive Robotik, Servicerobotik, Assistenzrobotik), Anwendungsbeispiele und Einsatzgebiete
  - Basiskomponenten Kognitiver Roboter
  - Sensorik und Aktuatorik: aktive und passive / interne und externe Sensoren; Antriebskonzepte und Artikulationstechniken
  - Basisoperation zur Roboternavigation: Lokale Navigation und Hindernisvermeidung incl. Bewegungssteuerung (VFH, VFH+, DWA); Anbindung an die Motorsteuerung; Arten der Umgebungsmodellierung und -kartierung; probabilistische Selbstlokalisierung (Bayes-Filter, Kalman-Filter, Partikel-Filter, MCL); Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) Techniken (online SLAM, Full SLAM); Pfadplanung (Dijkstra, A\*, D\*, E\*, Rapidly-Exploring Random Trees (RRTs) )
  - Steuerarchitekturen nach Art der Problemdekomposition und der Ablaufsteuerung
  - Leistungsbewertung und Benchmarking Kognitiver Roboter (Metriken und Gütemaße, Gestaltung von Funktionstests)
  - Aktuelle Entwicklungen der Service- und Assistenzrobotik mit Zuordnung der vermittelten Verfahren
- Im Rahmen des Pflichtpraktikums werden die behandelten methodischen und algorithmischen Grundlagen der Roboternavigation (Erzeugung einer Occupancy Grid Maps, Pfadplanung (Dijkstra und A\* Algorithmus), Selbstlokalisierung mittels Partikelfilter) durch die Studierenden selbst softwaretechnisch umgesetzt und im Rahmen eines vorgefertigten Python-Frameworks implementiert.

### Medienformen

Präsenzvorlesung mit Powerpoint, Arbeitsblätter zur Vorlesung, Übungsaufgaben, Videos, Python Apps, studentische Demo-Programme, e-Learning mittels „Jupyter Notebook“

### Literatur

- Hertzberg, J., Lingemann, K., Nüchter: A. Mobile Roboter; Springer Vieweg 2012

- Siciliano, B., Khatib: O. Springer Handbook of Robotics, Springer 2016
- Thrun, S., Burgard, W., Fox, D.: Probabilistic Robotics, MIT Press 2005
- Siegwart, R., Nourbakhsh, I. R.: Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT Press 2004

#### Detailangaben zum Abschluss

90% Klausur 60 min + 10% Implementierung

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

Master Informatik 2009

Master Informatik 2013

Master Ingenieurinformatik 2009

Master Ingenieurinformatik 2014

Master Mechatronik 2017

Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2014

## Lernen in kognitiven Systemen

Fachabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 182 Prüfungsnummer: 2200516

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Horst-Michael Groß

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2233

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
2	1	0																												

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Vorlesung "Lernen in Kognitiven Systemen" lernen die Studierenden aufbauend auf der Vorlesung „Neuroinformatik und Maschinelles Lernen“ die konzeptionellen, methodischen und algorithmischen Grundlagen des Maschinellen Lernens zum Erwerb komplexer Verhaltensleistungen in kognitiven Systemen (Autonome Systeme, Roboter, Prozesssteuerungen, Spiele) durch Lernen aus Erfahrungen kennen. Sie verstehen die grundsätzliche Herangehensweise dieser Form des Wissenserwerbs, der Generierung von handlungsorientiertem Wissen aus Beobachtungen und Erfahrungen. Die Studierenden lernen die wesentlichen Konzepte, Lösungsansätze sowie Modellierungs- und Implementierungstechniken beim Einsatz von Verfahren des Reinforcement Learnings und dessen Spielarten kennen. Sie sind in der Lage, praxisorientierte Fragestellungen aus dem o. g. Problemkreis zu analysieren, durch Anwendung des behandelten Methodenspektrums auf Fragestellungen aus den behandelten Bereichen neue Lösungskonzepte zu entwerfen und algorithmisch umzusetzen sowie bestehende Lösungen zu bewerten. Vor- und Nachteile der Komponenten und Verfahren im Kontext praktischer Anwendungen sind den Studierenden bekannt.

### Vorkenntnisse

LV Neuroinformatik LV Angewandte NI

### Inhalt

Die Lehrveranstaltung vermittelt das erforderliche Methodenspektrum aus theoretischen Grundkenntnissen und praktischen Fähigkeiten zum Verständnis, zur Implementierung und zur Anwendung neuronaler und probabilistischer Techniken des Erwerbs von Handlungswissen durch Lernen aus evaluativ bewerteten Erfahrungsbeispielen. Sie vermittelt sowohl Faktenwissen, begriffliches und algorithmisches Wissen aus folgenden Themenkomplexen:

- Begriffliche Grundlagen: Verhalten; Agent; Zweck und Bedeutung von Lernprozessen; Stability-Plasticity Dilemma; Exploration-Exploitation Dilemma
- Reinforcement Learning (RL): Grundidee des RL; General RL-Task; Schwache und starke RL-Verfahren, RL als Markov Decision Process (MDP); Basiskomponenten eines RL-Agenten; Value/Action-Value Iteration und das Bellman'sche Optimalitätsprinzip; Q-Learning, Boltzmann-Aktionsauswahl; SARSA-Learning; On-policy und off-policy Verfahren; Eligibility Traces; RL und teilweise Beobachtbarkeit; Lösungsansätze zur Behandlung von POMDP
- Neuronale Umsetzung von RL-Agenten: Value Approximation am Beispiel TD-Gammon; NFQ-Verfahren; ADHDP-Verfahren; Grundidee von Policy Search Algorithmen
- Deep Reinforcement Learning (DRL) als Form des End-to-End Learnings: Atari Deep RL; AlphaGo
- Learning Classifier Systems (LCS)
- Imitation Learning
- Multi-Agenten Systeme (MAS); Motivation und Arten von Multi-Agentensystemen; Konzepte zur Koordinierung von Agenten; Koordination mittels W-Lernen
- Exemplarische Software-Implementierungen von RL-Verfahren für Navigationsaufgaben, Spiele, Prozesssteuerungen

Im Rahmen des Pflichtpraktikums sollen in C++ oder Python eigene Plugins zur Anwendung des Reinforcement Learnings am Beispiel der Roboternavigation im Simulator erstellt und experimentell untersucht werden.

### Medienformen

Präsenzvorlesung mit Powerpoint, Arbeitsblätter zur Vorlesung, Übungsaufgaben, Videos, Python Apps, studentische Demo-Programme, e-Learning mittels „Jupyter Notebook“

#### Literatur

- Sutton, R., Barto, A. Reinforcement Learning – An Introduction. MIT Press 1998
- Bishop, Ch.: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006
- Alpaydin, Ethem: Maschinelles Lernen, Oldenbourg Verlag 2008
- Murphy, K. : Machine Learning – A Probabilistic Perspective, MIT Press 2012
- Goodfellow, I. et al.: Deep Learning, MIT Press 2016

#### Detailangaben zum Abschluss

90% Klausur 60 min + 10% Implementierung

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2014  
Master Informatik 2009  
Master Informatik 2013  
Master Ingenieurinformatik 2009  
Master Ingenieurinformatik 2014  
Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2014

## Mensch-Maschine-Interaktion

Fachabschluss: Studienleistung schriftlich      Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache:deutsch      Pflichtkennz.:Wahlpflichtfach      Turnus:Wintersemester

Fachnummer: 101352      Prüfungsnummer:2200510

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Horst-Michael Groß

Leistungspunkte: 3	Workload (h):90	Anteil Selbststudium (h):56	SWS:3.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung			Fachgebiet:2233

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Vorlesung Mensch-Maschine-Interaktion lernen die Studierenden die Begrifflichkeiten und das Methodenspektrum der Mensch-Maschine Interaktion unter Realwelt-Bedingungen kennen. Sie beherrschen wichtige Basisoperationen zur (vorrangig visuellen) Wahrnehmung von Menschen und zur Erkennung von deren Intentionen und Zuständen und kennen Techniken zur nutzeradaptiven Dialogführung. Die Studierenden sind in der Lage, Fragestellungen aus dem o. g. Problembereichen zu analysieren, durch Anwendung des behandelten Methodenspektrums Lösungskonzepte für unterschiedliche Fragestellungen der Service- und Assistenzrobotik zu entwerfen und umzusetzen, sowie bestehende Lösungskonzepte zu bewerten. Vor- und Nachteile der Komponenten und Verfahren im Kontext praktischer Anwendungen sind den Studierenden bekannt.

### Vorkenntnisse

Vorlesung Neuroinformatik ist wünschenswert

### Inhalt

Die Lehrveranstaltung vermittelt das erforderliche Methodenspektrum aus theoretischen Grundkenntnissen und praktischen Fähigkeiten zum Verständnis, zur Implementierung und zur Anwendung von Verfahren der Interaktion zwischen Mensch und Maschine (mit Fokus auf vision-basierten Verfahren sowie dem Einsatz auf Robotersystemen) sowie zur erforderlichen Informations- und Wissensverarbeitung. Sie ergänzt die parallel laufende Vorlesung „Robotvision“, die sich um Aspekte der Roboternavigation kümmert, um wichtige Erkennungsverfahren der Mensch-Roboter Interaktion (HRI). Die Lehrveranstaltung vermittelt das dazu notwendige Faktenwissen sowie begriffliches, methodisches und algorithmisches Wissen aus den folgenden Kernbereichen:

A – Ausgewählte Basisoperationen für viele Erkennungsverfahren

- Basisoperationen der MMI im Rahmen eines Mustererkennungsprozesses
- Leistungsbewertung von Klassifikatoren: Gütemaße; Crossvalidation-Technik; Bewertung von binären Klassifikatoren, Gütemaß ROC/Precision Recall Kurven, usw.
- Bildaufbereitung und Bildanalyse: Beleuchtungs- / Histogrammausgleich; AuflösungsPyramiden; Lineare Subspace Methoden (HKA / PCA); Gabor-Wavelet-Funktionen (Gaborfilter) zur effizienten Bildbeschreibung;
- Bewegungsanalyse in Videosequenzen
- Techniken zur Repräsentation von Zeit: Dynamic Time Warping, Hidden Markov Modelle (HMMs)
- Bayes Filtering als probabilistische Zustandsschätzer: Grundidee, Markov-Annahme, Grundprinzip des rekursiven Bayes-Filters, Bewegungs- und Sensormodell, Arten der Beliefrepräsentation in Bayes Filtern; Partikel Filter

B – Wichtige Verfahren zur Erkennung von Nutzerzustand & Nutzerintention

- Vision-basierte Nutzerdetektion, Nutzertracking, Nutzeridentifikation
- Zeigeposen- und Gestenerkennung
- Erkennung von Mimik (Emotionen, Stress) und Interaktionsinteresse + aktuelle Entwicklungen
- Sprachbasierte Mensch-Maschine Kommunikation: sprachbasierte Erkennung von Nutzerinstruktionen und Nutzerzustand (Kommandowort- und Spracherkennung, Prosodieerkennung);
- Multimodale Dialogsysteme: Bestandteile von Dialogsystemen; Besonderheiten multimodaler Dialogsysteme

C – Anwendungsbeispiele für Assistenzfunktionen in öffentlicher & privater Umgebung

- Soziale Assistenzroboter für die Gesundheitsassistenz

- Robotische Bewegungsassistenz am Beispiel Reha I
- Sturzdetektion im häuslichen Umfeld

D – Gastvorlesung zur sprachbasierten MMI und zu Hidden Markov Modellen sowie deren Einsatz in der Spracherkennung, Unterschriftserkennung und Gestenerkennung

Im Rahmen des Aktivpraktikums werden ausgewählte methodische und algorithmische Grundlagen der MMI durch die Studierenden selbst softwaretechnisch umgesetzt und durch kleine Programmbeispiele vertieft. Als Programmiersprache wird Python verwendet. Für Verfahren des Maschinellen Lernens wird die scikit-Learn Toolbox verwendet.

#### Medienformen

Präsenzvorlesung mit Powerpoint, Arbeitsblätter zur Vorlesung, Übungsaufgaben, Videos, Python Apps, e-Learning mittels „Jupyter Notebook“

#### Literatur

- Schenk, J, Rigoll, G. Mensch-Maschine-Kommunikation: Grundlagen von sprach- und bildbasierten Benutzerschnittstellen, Springer 2010
- Li, S und Jain, A.: Handbook of Face Recognition, 2004
- Bishop, Ch.: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006
- Guyon, I., Gunn, S., Nikravesh, M., Zadeh, L.: Feature Extraction: Foundations and Applications, Studies in fuzziness and soft computing 207, Springer, 2006
- Maltoni, D., et al.: Biometric Fusion, Handbook of Fingerprint Recognition, Kapitel 7, Springer, 2009

#### Detailangaben zum Abschluss

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biomedizinische Technik 2014
- Master Informatik 2013
- Master Ingenieurinformatik 2009
- Master Ingenieurinformatik 2014
- Master Medientechnologie 2013
- Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2014



## Mikrowellensensorik in der Medizin

Fachabschluss: Studienleistung mündlich 30 min      Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach      Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 101506      Prüfungsnummer: 2200509

Fachverantwortlich: Dr. Marko Helbig

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung		Fachgebiet: 2222	

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				1	1	0																											

**Lernergebnisse / Kompetenzen**

Die Lehrveranstaltung hat zum Ziel, den Studierenden der Biomedizinischen Technik die Grundlagen der Mikrowellensensorik, insbesondere zum Zwecke der Anwendung in der Medizin zu vermitteln.  
 Die Studierenden kennen die physikalischen Grundlagen, welche die Ausbreitung und die Wechselwirkungen von Mikrowellen in Medien (insbes. Gewebe) und an dielektrischen Grenzflächen bestimmen. Sie besitzen grundlegende Kenntnisse über Methoden der Messtechnik im Mikrowellenbereich (u.a. über Netzwerkanalyse, dielektrische Spektroskopie) als auch über die dazu notwendigen technischen Komponenten und Messsysteme. Sie kennen Prinzipien und technische Umsetzungen ultrabreitbandiger Sensorik im Mikrowellenbereich, insbesondere der UWB-Radartechnik. Die Studierenden können medizinische Einsatzfelder der UWB-Sensorik benennen und ihr Potential analysieren. Sie kennen technische Voraussetzungen, signalanalytische Methoden sowie aktuelle Herausforderungen und Lösungsansätze der medizinischen Bildgebung und berührungslosen Vitaldatenerfassung mittels Mikrowellen.  
 Im letzten Teil der Lehrveranstaltung weisen die Studierenden nach, dass sie die vermittelten Kenntnisse auch in praktischen Messungen und Aufgabenstellungen einsetzen können.

**Vorkenntnisse**

Elektrotechnik, Elektromagnetisches Feld, Elektrische Messtechnik

**Inhalt**

- Physikalische Grundlagen: Mikrowellen im Spektrum elektromagnetischer Wellen, Wechselwirkungen elektromagnetischer Wellen in Medien, Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in Medien, Transmission und Reflexion an Grenzflächen
- Mikrowellenmesstechnik: Leitungsgeführte Wellenausbreitung, Streuparameter (S-Parameter), Messung der S-Parameter, Dielektrische Spektroskopie
- Antennen und Bauelemente für die Mikrowellensensorik: Grundlegende Begriffe und Kenngrößen, Antennen für Mikrowellensensorik
- UWB- und UWB-Radar: Ultrabreitbandtechnik, M-Sequenztechnologie, Grundlagen zum UWB-Radar, Beamforming / Migration, Oberflächenrekonstruktion mittels Boundary Scattering Transform, UWB-Sensorik in der Medizin
- Praktikum mit den thematischen Inhalten: Dielektrische Spektroskopie, Bildgebung / Beamforming, Berührungslose Vitaldatenerfassung

**Medienformen**

Powerpoint-Folien, Tafel, Demonstrationen, Praktische Übungen und Messungen im Labor

**Literatur**

- Detlefsen, Siart: Grundlagen der Hochfrequenztechnik. Oldenbourg, 2012
- Gustrau: Hochfrequenztechnik. Hanser, 2013
- Meinke: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer, 1992
- Thumm, Wiesbeck, Kern: Hochfrequenzmesstechnik. Vieweg + Teubner, 1998
- Hiebel: Grundlagen der vektoriellen Netzwerkanalyse. Rohde & Schwarz, 2011
- Göbel: Radartechnik. VDE-Verlag, 2011
- Sachs: Handbook of Ultra-Wideband Short-Range Sensing. Wiley-VCH, 2013
- Dössel / Buzug: Medizinische Bildgebung. (Bd. 7 der Reihe Biomedizinische Technik), de Gruyter, 2013

**Detailangaben zum Abschluss**

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2014

## Modellierung biomechanischer Systeme

Fachabschluss: Studienleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 7434 Prüfungsnummer: 2300276

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Lena Zentner

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0																											
Fakultät für Maschinenbau		Fachgebiet: 2344																												
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																				
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester				2	0	0																								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können unterschiedliche Verhalten in der Natur mit mathematisch-physikalischen Modellen beschreiben und simulieren. Weiterhin wenden sie die Modelle auf biomechanische Systeme, wie Rollstuhl, Menschenkörper, Schaukel etc. an und können deren statisches (z. B. Baumstatik) und dynamisches (z. B. Fortbewegung) Verhalten beschreiben.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Mechanik

### Inhalt

Mechanik der Pflanzen, Baumstatik; Muskelkontraktion, HILL'sche Formel, Modellierung passiver Muskeleigenschaften; Biomechanik des Sportes; Schwingungen in der Natur; Einführung in die LAGRANGE-Theorie holonom (Doppelschaukel, Arm- und Beinbewegung) und anholonom (Rollstuhl, Schlitten) Systeme; Populationsdynamik; Dimensionstheorie

### Medienformen

Frontalunterricht mit Nutzung aller gängigen Medien / Seminaristische Vorlesung

### Literatur

- Mattheck, C.: „Design in der Natur“, Rombach Verlag, 1997; „Grundriss der Biomechanik“, Berlin: Akad.-Verl., 1989  
 Mattheck, C.: Die Körpersprache der Bauteile - Enzyklopädie der Formfindung nach der Natur. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), 2017  
 Donskoi „Grundlagen der Biomechanik“, Sportverlag, 1975  
 Glaser „Grundriss der Biomechanik“, Akademie Verlag GmbH, 1989  
 Hoppe „Biophysik“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1977  
 Werner Nachtigal „Biomechanik“, Vieweg+Teubner Verlag, 2001  
 Timischl, W.: Mathematische Methoden in den Biowissenschaften; Springer Spektrum, 2016

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biomedizinische Technik 2009
- Master Biomedizinische Technik 2014
- Master Mechatronik 2008
- Master Mechatronik 2014
- Master Mechatronik 2017

## Numerische Feldberechnung

Fachabschluss: Studienleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 1343 Prüfungsnummer: 2100037

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Hannes Töpfer

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2117

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Fachkompetenz: Naturwissenschaftliche und angewandte Grundlagen; Einbindung des angewandten Grundlagenwissens der Informationsverarbeitung Methodenkompetenz: Systematisches Erschließen und Nutzen des Fachwissens, systematische Dokumentation von Arbeitsergebnissen; Methoden und Modellbildung, Planung, Simulation und Bewertung komplexer Systeme Systemkompetenz: Überblickwissen über angrenzende Fachgebiete, die für die Gestaltung von Systemen wichtig sind Sozialkompetenz: Prozessorientierte Vorgehensweise unter Zeit- und Kostengesichtspunkten

### Vorkenntnisse

Theoretische Elektrotechnik 1 Theoretische Elektrotechnik 2 (empfohlen)

### Inhalt

Mathematische und physikalische Feldmodellierung; Numerische Methoden und Algorithmen zur Berechnung elektromagnetischer Felder; Elektromagnetisches \*Computer Aided Design\*, Preprocessing; Postprocessing (Kapazitäten, Induktivitäten, Kräfte); Software für Feldberechnungen; Lösung einfacher Feldaufgaben mit vorhandener Software

### Medienformen

Vorlesungsskript und Übungsaufgaben (pdf-Format)

### Literatur

[1] Binns, K.; Lawrenson, P.J.; Trowbridge, C.W.: The analytical and numerical solution of electric and magnetic fields. John Wiley & Sons, Chichester, 1992 [2] Hafner, Ch.: Numerische Berechnung elektromagnetischer Felder. Springer-Verlag Berlin, 1987 [3] Hameyer, K.; R. Belmans: Numerical modelling and design of electrical machines and devices. WIT Press, Southampton-Boston, 1999 [4] Harrington, R.F.: Field computation by moment methods. IEEE Press, Piscataway, 1993 [5] Jin, J.: The finite element method in electromagnetics. John Wiley & Sons, New York, 2002 [6] Kost, A.: Numerische Methoden in der Berechnung elektromagnetischer Felder. Springer, Berlin, 1994 [7] Lowther, D.A., P.P. Silvester: Computer-Aided Design in Magnetics. Springer-Verlag Berlin, 1986 [8] Sadiku, M.N.O.: Numerical Techniques in Electromagnetics. CRC Press, Boca Raton, 2001 [9] Taflove, A., S.C. Hagness: Computational electrodynamics: the finite-difference time-domain method. Artech House, Boston, 2000 [10] Zhou, P.: Numerical analysis of electromagnetic fields. Springer, Berlin-Heidelberg, 1993

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008
- Master Biomedizinische Technik 2009
- Master Biomedizinische Technik 2014

## Physiologische Optik und Psychophysik

Fachabschluss: Studienleistung mündlich 60 min Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 7485 Prüfungsnummer: 2300287

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Christoph Schierz

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0																		
Fakultät für Maschinenbau			Fachgebiet: 2331																		
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS											
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester	1	1	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen die Grundlagen der visuellen Funktionen und wissen, wie diese mit dem Alltag und mit technischen Anwendungen in Bezug zu setzen sind. Der Teil Psychophysik befähigt zur Untersuchung der Wahrnehmungsfunktionen von Testpersonen.

### Vorkenntnisse

keine, Grundkenntnisse in Lichttechnik (z.B. Vorlesung Lichttechnik 1) von Vorteil

### Inhalt

Physiologische Optik: Aufbau und Funktion des Auges, Sehraum, Raum- und Tiefensehen, Helligkeit, Kontrast, Farbe, zeitliche Faktoren, circadiane Lichtwirkungen, Umweltwahrnehmung. Psychophysik: Klassische Psychophysik, Methoden der klassischen Psychophysik, Signaldetektion, Skalierungsmethoden

### Medienformen

Entwicklung an Tafel, Powerpoint-Folien (werden zur Verfügung gestellt), teilweise Skript, Übungs- und Informationsblätter

### Literatur

Literatur ist fakultativ. - Goldstein E.B.: Wahrnehmungspsychologie. 7. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg (2007) - Gregory R.L.: Auge und Gehirn. Psychologie des Sehens. Rowohlt Tb. (2001). - Schmidt R. F., Schaible H.-G.: Neuro- und Sinnesphysiologie. 5. Aufl. Springer, Berlin (2006). - Gescheider G. A.: Psychophysics: Method, Theory, and Application. 3rd Ed., Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey (1997).

### Detailangaben zum Abschluss

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biomedizinische Technik 2009
- Master Biomedizinische Technik 2014
- Master Maschinenbau 2009
- Master Maschinenbau 2011
- Master Maschinenbau 2014
- Master Maschinenbau 2017
- Master Medientechnologie 2009
- Master Medientechnologie 2013
- Master Optische Systemtechnik/Optronik 2014
- Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017
- Master Optronik 2008
- Master Optronik 2010

## Rechnergestützte Messdatenerfassung

Fachabschluss: Studienleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Sommersemester

Fachnummer: 7875 Prüfungsnummer: 2200500

Fachverantwortlich: Dr. Marko Helbig

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 68 SWS: 2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2222

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				1	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen Aufbau, Funktion und Einsatzfelder wesentlicher Komponenten der medizinisch relevanten digitalen Messtechnik (Analog-Digital-Wandler, Mikroprozessoren und Mikrocontroller, Bussysteme und Schnittstellen). Sie kennen Prinzipien und Hardwarestrukturen paralleler Programmierung (DSP, FPGA, GPU). Die Studierenden erlernen die grundlegende Vorgehensweise bei der Anwendung eines FPGA's in der Biomedizintechnik und der Programmierung eines FPGA's mittels VHDL.

### Vorkenntnisse

Elektrotechnik, Elektrische Messtechnik, Messelektronik in der BMT II

### Inhalt

- Komponenten medizintechnisch relevanter Digitalmesstechnik: ADC (Abtastung, Quantisierung, Wandlungsprinzipien, Parameter), Mikroprozessoren und Mikrocontroller (Architekturen, Speicher, Interruptkonzept, Timer, I/O, Programmierung), Bussysteme und Schnittstellen
- Grundkonzepte paralleler Messdatenverarbeitung: DSP, FPGA, GPU
- FPGA (Aufbau, Funktionsweise, Grundlagen der Programmierung mit VHDL)
- Seminarinhalte: Programmierübungen mit FPGA-Entwicklungsboard

### Medienformen

Powerpoint-Folien, Tafel, Demonstration, FPGA-Entwicklungsboard

### Literatur

- Hartl u.a.: Elektronische Schaltungstechnik. Pearson Studium, 2008
- Maloberti: Data Converters. Springer, 2007
- Wüst: Mikroprozessortechnik. Vieweg, 2010
- Rauber, Rürger: Parallele Programmierung. Springer, 2012
- Reichardt, Schwarz: VHDL-Synthese. De Gruyter-Studium, 2015
- Kesel, Bartholomä: Entwurf von digitalen Schaltungen und Systemen mit HDLs und FPGAs. Oldenbourg, 2013
- Sauer: Hardware-Design mit FPGA, elektor, 2010
- Molitor, Ritter: Kompaktkurs VHDL, Oldenbourg-Verlag, 2013
- Baese: Digital Signal Processing with Field Programmable Gate Arrays. Springer, 2014

### Detailangaben zum Abschluss

Wird als Teilfach in der mündlichen Komplexprüfung Elektromedizinische Technik geprüft.  
 Als Technisches Nebenfach:  
 Prüfungsform: mündlich  
 Dauer: 30 min  
 Abschluss: benotete Studienleistung

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biomedizinische Technik 2009
- Master Biomedizinische Technik 2014
- Master Ingenieurinformatik 2014



- Rugh, W., Linear System Theory, Prentice Hall, 2. Auflage, 1996

#### Detailangaben zum Abschluss

Zusätzlich zur Prüfungsleistung muss das Praktikum positiv abgeschlossen werden.

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013  
Bachelor Informatik 2013  
Bachelor Ingenieurinformatik 2013  
Bachelor Mechatronik 2013  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013  
Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
Master Biomedizinische Technik 2014  
Master Electrical Power and Control Engineering 2013  
Master Micro- and Nanotechnologies 2008  
Master Micro- and Nanotechnologies 2013  
Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung AT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung AT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung AT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung AT



## Robotvision

Fachabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlpflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 183 Prüfungsnummer: 2200518

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Horst-Michael Groß

Leistungspunkte: 4 Workload (h): 120 Anteil Selbststudium (h): 86 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2233

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

In der Vorlesung Robotvision lernen die Studierenden die Begrifflichkeiten und das Methodenspektrum des Maschinellen Sehens mit Fokus in der mobilen Robotik kennen. Sie verstehen das Paradigma der handlungsorientierten Wahrnehmung - insbesondere zur visuellen Roboternavigation in natürlicher Umwelt. Sie beherrschen wichtige Basisoperationen für die visuelle Wahrnehmung der Umgebung (Tiefe, Bewegung, Hindernisse, Freiraum, Räumlichkeiten, eigene Position in der Welt) und können Handlungskonsequenzen aus der visuellen Wahrnehmung der Umgebung ableiten. Sie kennen Techniken der vision-basierten Umgebungswahrnehmung und der lokalen und globalen Navigation von Kognitiven Robotern in komplexer realer Einsatzumgebung.

Die Studierenden sind in der Lage, Fragestellungen aus dem o. g. Problemkreisen zu analysieren, durch Anwendung des behandelten Methodenspektrums Lösungskonzepte für unterschiedliche Fragestellungen der Service- und Assistenzrobotik zu entwerfen und umzusetzen, sowie bestehende Lösungskonzepte zu bewerten. Vor- und Nachteile der Komponenten und Verfahren im Kontext praktischer Anwendungen sind den Studierenden bekannt.

### Vorkenntnisse

LV Neuroinformatik

### Inhalt

Die Lehrveranstaltung vermittelt das erforderliche Methodenspektrum aus theoretischen Grundkenntnissen und praktischen Fähigkeiten zum Verständnis, zur Implementierung und zur Anwendung von Verfahren der vision-basierten Roboternavigation sowie zur erforderlichen Informations- und Wissensverarbeitung. Sie vermittelt sowohl Faktenwissen, begriffliches und algorithmisches Wissen aus folgenden Themenkomplexen:

- Basisoperationen d. Roboternavigation
- Neuronale Basisoperationen der visuo-motorischen Verarbeitung – der neuronale Instruktionssatz: funktionelle und topografische Abbildungen (u.a. log-polare Abbildung), Auflösungspyramiden, neuronale Felddynamik, ortsvariante Informationsverarbeitung
- Basisoperationen & Technologien für die visuelle Umgebungswahrnehmung:
  - Detektoren & Deskriptoren für Interest-Points in 2D-Bildern
  - Bewegungssehen und optischer Fluss
  - Tiefenwahrnehmung, Tiefenkameras (RGB-D Kameras)
  - Detektoren & Deskriptoren für Tiefenbilder (3D-Bilder)
  - Visuelle Odometrie
- Vision-basierte Roboternavigation
  - Hindernisvermeidung (u.a. flussbasiert, Untergrund-Segmentierung)
  - Mapping und Selbstlokalisierung
  - Visuelles SLAM (Simultaneous Localization and Map Building inkl. ORB-SLAM)
- Innovative Entwicklungen (z.B. Semantisches Labeln)
- Exemplarische Software-Implementierungen von Basisoperationen

Im Rahmen des Pflichtpraktikums werden die behandelten methodischen und algorithmischen Grundlagen der vision-basierten Roboternavigation durch die Studierenden selbst softwaretechnisch umgesetzt und im Rahmen eines vorgefertigten Robotersimulations-Frameworks implementiert.

### Medienformen

Präsenzvorlesung mit Powerpoint, Arbeitsblätter zur Vorlesung, Übungsaufgaben, Videos, Python Apps, e-

Learning mittels „Jupyter Notebook“

#### Literatur

- Hertzberg, J., Lingemann, K., Nüchter, A.: Mobile Roboter, Springer 2012 - Siegwart, R., Nourbakhsh, I. R., Scaramuzza, D.: Introduction to Autonomous Mobile Robots. MIT Press 2004 - Jähne, B. Digitale Bildverarbeitung. Springer Verlag 2005 - Bradsky, G., Kaehler, A. Learning OpenCV: Computer Vision with OpenCV Library
- Siciliano, B., Khatib: O. Springer Handbook of Robotics, Springer 2016
- Thrun, S., Burgard, W., Fox, D.: Probabilistic Robotics, MIT Press 2005

#### Detailangaben zum Abschluss

Die Leistung besteht aus einer schriftlichen Klausur (60 min) und der nachgewiesenen Aktivübung.

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biomedizinische Technik 2014
- Master Informatik 2009
- Master Informatik 2013
- Master Ingenieurinformatik 2009
- Master Ingenieurinformatik 2014
- Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2014

## Sehen und Refraktion

Fachabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache:deutsch Pflichtkennz.:Wahlpflichtfach Turnus:Wintersemester

Fachnummer: 101587 Prüfungsnummer:2200529

Fachverantwortlich: PD Dr. Edgar Nagel

Leistungspunkte: 3 Workload (h):90 Anteil Selbststudium (h):68 SWS:2.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet:2221

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	0	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Die Studierenden besitzen Kenntnisse über Anatomie und Physiologie des Auges und der Augenanhangsorgane.
- Die Studierenden haben ein Grundverständnis des Sehvorganges (Abbildung und visuelle Wahrnehmung).
- Die Studierenden kennen die biologische und optische Entstehung der Refraktionsfehler.
- Die Studierenden kennen physikalisch-technische und biophysikalische Prinzipien der Bestimmung optometrischer Parameter sowie deren Anwendung in Diagnostikgeräten.
- Die Studierenden kennen wesentliche Verfahren zur Refraktionskorrektur, die zugrunde liegenden physikalisch-technischen und biophysikalischen Prinzipien sowie die verwendeten Therapiegeräte.
- Die Studierenden sind in der Lage, zum Thema Refraktion mit Augenärzten, medizinischem Assistenzpersonal und Technikern fachlich korrekt und terminologisch verständlich zu kommunizieren.
- Die Studierenden erhalten interdisziplinäre Grundlagenwissen, um refraktive Sachverhalte an der Schnittstelle von Medizin und Technik zu verstehen und neue Lösungsansätze zu entwickeln.

### Vorkenntnisse

BMT-BSc: Anatomie, Physiologie, Neurobiologie und klinisches Grundlagenwissen des Studienganges  
 Biomedizinische Technik Therapietechnik in der Ophthalmologie

### Inhalt

- Anatomie und Physiologie des Auges
  - Physiologie des Sehens und der Wahrnehmung
  - Abbildung und Optik
  - Fehlsichtigkeiten
  - Verfahren und Geräte zur Diagnostik optometrischer Kenngrößen
  - Verfahren zur Refraktionskorrektur mit Schwerpunkt refraktiver Chirurgie (PRK, LASIK, refraktiver Linsentausch, add-on-IOL)
- Praktikum:
- Visus und Refraktionsbestimmung im OphthalmoLabor des BMTI
- Seminar:
- Aspekte der Refraktionskorrektur

### Medienformen

Tafel, Computerpräsentation, Videoclips, Funktionstests und Demonstration am Gesunden

### Literatur

Allgemeine Primärempfehlung (Prüfungswissen):  
 Lang GK Augenheilkunde. Thieme, Stuttgart. 5. Aufl. 2014

Individuelle Sekundärempfehlung:  
 Aktuelle Lehrbücher und Bildatlanten der Augenheilkunde, z.B.  
 - Kurzlehrbuch Augenheilkunde : mit 19 Tabellen / Thomas Damms. 1. Aufl. - München : Elsevier, Urban &

Fischer, c 2014

-BASICS Augenheilkunde / Cordula Dahlmann. - 3. Aufl. - München : Elsevier, Urban & Fischer, c 2014

- Augustin, Augenheilkunde. Springer Berlin-Heidelberg-New York; 3. Aufl. 2007

- Kanski, Bowling Klinische Ophthalmologie. Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH; 7. Aufl. 2012

#### Detailangaben zum Abschluss

Wird als Teilfach in der mündlichen Komplexprüfung Ophthalmologische Technik geprüft.

Als Technisches Nebenfach oder nichttechnisches Nebenfach:

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 20 min

Abschluss: benotete Studienleistung

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

## Signalverarbeitung in der Medizintechnik

Fachabschluss: Studienleistung mündlich Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 7874 Prüfungsnummer: 2200163

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Husar

Leistungspunkte: 3	Workload (h):90	Anteil Selbststudium (h):56	SWS:3.0																											
Fakultät für Informatik und Automatisierung		Fachgebiet:2222																												
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																				
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester				2	1	0																								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen und beherrschen ausgewählte Methoden der Biosignalverarbeitung auf dem Gebiet der Elektromedizin für Diagnostik, Therapie und Rehabilitation. Sie sind im Stande, relevante methodische und technologische Details der elektromedizinischen Methoden und Technologien zu analysieren, zu bewerten und entwerfen sowie zu synthetisieren.

### Vorkenntnisse

- Signale und Systeme
- Biosignalverarbeitung 1
- Biosignalverarbeitung 2
- Biostatistik
- Anatomie und Physiologie
- Elektro- und Neurophysiologie
- Messelektronik für Biomedizintechnik 1 und 2
- Bildgebung

### Inhalt

- Theorie, Methodik und Lösungsansätze zur pulsoximetrischen Bestimmung der Sauerstoffsättigung im Blut, SpO<sub>2</sub>
- EKG: Ableitung, Verarbeitung, computergestützte Signaldetektion und Kurvermessung, pathologische Muster und Diagnosevorschlag
- Detektion von Biosignalen: Theorie der Signaldetektion, Energie- und Matched Detektor, Applikationsbeispiele auf EEG und EKG
- Bioimpedanz: Theorie und Methodik der elektrisch basierten messtechnischen Erfassung, Aspekte des Messaufbaus, Aufnahme und Auswertung der plethysmographischen Kurve
- Elektrographie: Übersicht über elektrophysiologische Aufnahmeverfahren, Messprinzipien, Signalanalyse und diagnostische Wertigkeit: EGG, EOLFG, GEP, ECochG, EHG
- Elektrotherapie: Wirkung des niederfrequenten und des hochfrequenten elektrischen Stromes
- Signalformen für die Elektrotherapie: Galvanisation, Iontophorese, Diodynamik, Hochvoltstrom, TENS, faradische Ströme, Elektrodenanlagen und -techniken.

### Medienformen

Folien mit Beamer für die Vorlesung, Tafel.

### Literatur

1. Kuhn K: Elektrogastrographie: Evaluierung von Normwerten unter Berücksichtigung des Alterns und äußerer Störeinflüsse; Dissertation, Hohe Medizinische Fakultät, Ruhr-Universität Bochum, 2001
2. Klaus Goeschen, Eckhard Koepcke: Kardiokardiographie-Praxis, Thieme Verlag, 6.Auflage, ISBN
3. Jezewski J, Horoba K, Matonia A, Wrobel J: Quantitative analysis of contraction patterns in electrical activity signal of pregnant uterus as an alternative to mechanical approach; Physiological Measurement 26, p. 753-767, 2005
4. Eichholz S: Objektive Riechprüfung mit kognitiven Potentialen durch Aufzeichnung olfaktorisch evozierter Potentiale (OEP) und der kontingenten negativen Variation (CNV), Dissertation, Klinik für Hals-/Nasen- und Ohrenheilkunde der Medizinischen Fakultät Charite der Humboldt-Universität zu Berlin, 2004
5. Welge-Lüssen A, Wolfensberger M, Kobal G, Hummel T: Grundlagen, Methoden und Indikationen der objektiven Olfaktometrie; Laryngo-Rhino-Otol 81, p. 661-667, 2002 Georg Thieme Verlag Stuttgart, ISSN 0935-8943

6. Murali S, Kulisch VV: Analysis of fractal and fast fourier transform spectra of Human Electroencephalograms induced by odors; International Journal of Neuroscience 117(10), p. 1383-1401, 2007
7. Kobal G: Gustatory evoked-potentials in man; Electroencephalography and clinical Neurophysiology 62(6), p. 449-454, 1985
8. Jürgen Hellbrück, Wolfgang Ellermeier „Hören, Physiologie, Psychologie und Pathologie“ Hogrefe-Verlag; Göttingen Bern Toronto Seattle 1993 und 2004; Rohnsweg 25, 37085 Göttingen; ISBN: 3-8017-1475-6
9. Trotzke J: Stellenwert der Electrocochleographie bei der Diagnose von Morbus Menière; Dissertation; Medizinische Fakultät der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg; 2004

#### Detailangaben zum Abschluss

Wird als Teil der Komplexprüfung "Elektromedizinische Technik" geprüft.

Als technisches Nebenfach:

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 30 min

Abschluss: benotete Studienleistung

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

## Spezielle Verfahren der Biosignalverarbeitung

Fachabschluss: Studienleistung mündlich      Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkenn.: Wahlpflichtfach      Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 7872      Prüfungsnummer: 2200161

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Peter Husar

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 38	SWS: 2.0							
Fakultät für Informatik und Automatisierung		Fachgebiet: 2222								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester		2 0 0								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen und verstehen die Grundlagen der speziellen Verfahren der Biosignalverarbeitung, können diese bewerten und anwenden. Die Studierenden sind in der Lage Biosignale mit Hilfe von fortgeschrittenen Verfahren zu verarbeiten. Die Studierenden sind in der Lage, die Eigenschaften von Biosignalen zu bestimmen und geeignete Verarbeitungsmethoden auszuwählen, sowie diese anzupassen und anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage zu den speziellen Verfahren der Biosignalverarbeitung klar und korrekt zu kommunizieren.

### Vorkenntnisse

- Signale und Systeme
- Biosignalverarbeitung 1
- Biosignalverarbeitung 2
- Biostatistik
- Anatomie und Physiologie
- Elektro- und Neurophysiologie

### Inhalt

- Independent Component Analysis
- Matching Pursuit
- Tensorbasierte Datenzerlegung
- Statistiken und Spektren höherer Ordnung
- Zustandsmodelle
- Multipolbasierte Datenzerlegung

### Medienformen

Folien mit Beamer für die Vorlesung, Tafel, Computersimulationen.

### Literatur

1. Durka, P: Matching Pursuit and Unification in EEG Analysis. Artech House Inc; April 2007
2. Nikias, C.L., Petropolu, A.P.: Higher-Order Spectra Analysis. PTR Prentice-Hall Inc., 1993
3. Hyvärinen, A., Karhunen, J., Oja, E.: Independent Component Analysis, John Wiley @ Sons, 2001
4. Bronzino, J. D. (Ed.): The Biomedical Engineering Handbook, Vol. I + II, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton 2000
5. Husar, P.: Biosignalverarbeitung, Springer, 2010
6. Proakis, J.G, Manolakis, D.G.: Digital Signal Processing, Pearson Prentice Hall, 2007

### Detailangaben zum Abschluss

Wird als Teilfach in der mündlichen Komplexprüfung Bioelektromagnetismus geprüft.

Als Technisches Nebenfach:

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 20 min

Abschluss: benotete Studienleistung

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Biomedizinische Technik 2009
- Master Biomedizinische Technik 2014

## Strahlenschutz in der Medizin

Fachabschluss: Studienleistung mündlich Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5611 Prüfungsnummer: 2200155

Fachverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Leistungspunkte: 3	Workload (h): 90	Anteil Selbststudium (h): 68	SWS: 2.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung		Fachgebiet: 2221	

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				1	1	0																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Kerninhalte orientieren sich am Zusammenhang zwischen Nutzen und Risiko medizinischer Strahlenanwendungen. Für die Spezialgebiete Röntgendiagnostik, Nuklearmedizin und Strahlentherapie werden Methoden und Beispiele zur Risikoquantifizierung beim Patienten und beim Personal vermittelt. Besonders die Rechtfertigung und die Minimierung des Strahlenrisikos für den Patienten prägen die Inhalte. Neben Kenntnissen zum speziellen normativen Rahmen werden die Studierenden befähigt, alle Möglichkeiten der Strahlenschutztechnik, der Planung der Arbeitsaufgaben, der physikalischen Strahlenschutzkontrolle u.a. Methoden zur Umsetzung von Zielen und Grundsätzen im Strahlenschutz bei der medizinischen Strahlenanwendung umzusetzen. Die Studierenden sind in der Lage, speziell die medizinische Strahlenanwendung im komplexen Zusammenhang von Aufwand, Nutzen und Risiko im medizinischen Versorgungs- und ärztlichen Betreuungsprozess zu bewerten. Das Fach ist eine der notwendigen Eingangsvoraussetzungen zur Anerkennung des Studienganges BMT zur postgradualen Qualifizierung als Medizinphysik-Experte.

### Vorkenntnisse

Physik, Messtechnik, Strahlenbiologie/Medizinische Strahlenphysik, Bildgebende Systeme in der Medizin 1+2, Grundlagen des Strahlenschutzes

### Inhalt

**Röntgendiagnostik:** Berechnung und Messung der Dosis - Strahlenexposition des Patienten, Expositionsbedingungen, Einflussgrößen, Röntgenstrahlenerzeugung, Wechselwirkung im Patienten, Abbildungsgeometrie, Schwächende Schichten nach dem Patienten, Bildwandler; Ermittlung der Patientenexposition, Messung, Berechnung; Werte der Patientenexposition, Anteile der Untersuchungsarten, Effektive Dosis, Strahlenexposition von Kindern, Strahlenexposition in der Schwangerschaft; Diagnostische Referenzwerte, Ziel, Messgrößen für Aufnahmen und Durchleuchtung, Messgrößen für CT; Möglichkeiten der Reduktion der Patientenexposition; Berufliche Strahlenexposition, Begrenzte u. überwachbare Größen, Erfordernis zur Körperdosisberechnung, Rechenweg, Überwachungsergebnisse; Monte-Carlo-Simulationen. Richtlinien und Normen - Zusammenstellung relevanter Richtlinien; Zusammenstellung relevanter Normen. Strahlenschutztechnik - Ziele; Anteile des Strahlenfeldes; Schwächung von Röntgenstrahlung; Abschirmungen, Ziel, Berechnungsansatz, Parameter, Beispiele zur Planung einer Röntgenabteilung; Sonstiger bautechnischer Strahlenschutz; Gerätetechnischer Strahlenschutz; Strahlenschutzzubehör; Richtwerte der Ortsdosis. Überwachung und Kontrolle - Genehmigung, Anzeige; Physikalische Strahlenschutzkontrolle, Errichtung von Strahlenschutzbereichen, Personendosimetrische Überwachung; Arbeitsmedizinische Vorsorge; Qualitätssicherung, Technischer Art, Ärztlicher Art; Unterweisungen; Strahlenanwendung am Menschen. Notfallexpositionssituationen.

**Nuklearmedizin:** Berechnung und Messung der Dosis - Rechnerische Abschätzung äußerer Exposition, Gammastrahlung, Betastrahlung; Hautexposition nach Kontamination; Körperdosen bei innerer Exposition; Interventionsschwellen; Referenzverfahren zur Dosisberechnung; Individualverfahren zur Dosisberechnung; Direkte Ermittlung; Beispiele; Personendosimetrische Überwachung. Freigabe radioaktiver Stoffe; Richtlinien und Normen - Zusammenstellung relevanter Richtlinien; Zusammenstellung relevanter Normen. Strahlenschutztechnik. Notfallexpositionssituationen - Begriffe und Beispiele; Maßnahmen, Rangfolge, Oberflächendekontamination, Hautdekontamination, Dekorporation; Exposition bei Hilfeleistung; Berichterstattung; Vorbereitung der Brandbekämpfung.

Zugehörige Exkursion zeigt die Aufgaben des MPE in der klinischen Routine und die medizinischen und technischen Anforderungen in der nuklearmedizinischen Diagnostik und Therapie insbesondere im Hinblick auf Strahlenschutzaspekte.



Strahlentherapie: Berechnung und Messung der Dosis - Klinische Dosimetrie, Zielstellung, Möglichkeiten, Überblick, Dosimetrie gepulster Strahlung; Personendosimetrie; Ortsdosimetrie; Luftkontamination; Freigabe aktivierter Materialien. Richtlinien und Normen - Zusammenstellung relevanter Richtlinien; Zusammenstellung relevanter Normen; Behördliche Verfahren, Genehmigung, Bestellung SSB, Transport; Haftungsfragen. Strahlenschutztechnik. Bauliche Planung strahlentherapeutischer Einrichtungen. Notfallexpositionssituationen – Begriffe; Patient, Besonderheiten; Personal, Maßnahmen; Strahlenexposition bei Hilfeleistung; Berichterstattung; Vorbereitung der Brandbekämpfung.

Zugehörige Exkursion zeigt die Aufgaben des MPE in der klinischen Routine und die medizinischen und technischen Anforderungen in der Strahlentherapie insbesondere im Hinblick auf Strahlenschutzaspekte.

#### Medienformen

Tafel, Mitschriften, Folien, Arbeitsblätter, Powerpoint-Präsentation

#### Literatur

1. Krieger, Hannes (2017): Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes. 5. Aufl.; Springer Spektrum.
  2. Vogt, Hans-Gerrit; Schultz, Heinrich (2011): Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes. 6.Aufl.; Carl Hanser Verlag GmbH & CO. KG.
  3. Grupen, Claus (2014): Grundkurs Strahlenschutz. Praxiswissen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen. 4.Aufl.; Springer Spektrum.
- Aktuelle Literatur nach Inkrafttreten des neuen Strahlenschutzgesetzes.

#### Detailangaben zum Abschluss

Für BMT-MSc im Wahlmodul Radiologische Technik/Strahlenschutz:

Bestandteil der Komplexprüfung

Für BMT-MSc als Nebenfach:

Prüfungsform: mündlich

Dauer: 20 min

Abschluss: benotete Studienleistung

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009

Master Biomedizinische Technik 2014

## Technik der Strahlentherapie

Fachabschluss: Studienleistung mündlich 20 min Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlpflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 5612 Prüfungsnummer: 2200156

Fachverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Leistungspunkte: 3 Workload (h): 90 Anteil Selbststudium (h): 56 SWS: 3.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				2	1	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Kerninhalte orientieren sich an den aus der strahlentherapeutischen Aufgabe resultierenden interdisziplinären physikalischen, strahlenbiologischen und technische Problemen. Die Studierenden werden befähigt, mit Hilfe der vermittelten methodischen Grundlagen zur physikalisch-technischen Bestrahlungsplanung sich in der medizinischen Praxis in ein therapeutisches Anwendungsgebiet hoher Dynamik einzuarbeiten. Die strahlentherapeutische Technik liefert die Kenntnisse zu den therapeutischen Möglichkeiten der Bestrahlungsmaschinen. Die klinische Dosimetrie befähigt die Studierenden, den erwünschten strahlenbiologischen Effekt unter Nutzung technischer Hilfsmittel quantitativ zu bestimmen. Hier liegen methodische Schwerpunkte des Faches. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, in ihrem eigenverantwortlichen Aufgabenbereich von der Lokalisation und Simulation über die Berechnung der dreidimensionalen Dosisverteilung bis zur technischen Qualitätssicherung und zum Strahlenschutz im physikalisch-technischen Bereich bei der Patientenversorgung als Partner des Arztes tätig zu werden.

### Vorkenntnisse

Physik, Messtechnik, Strahlenbiologie/Medizinische Strahlenphysik

### Inhalt

**Strahlentherapeutische Technik:** Röntgentherapieeinrichtungen – Röntgentherapieröhren; Röntgentherapiegeneratoren. Medizinische Linearbeschleuniger – Driftröhrenbeschleuniger; Wanderwellenbeschleuniger; Stehwellenbeschleuniger; Anforderungen an medizinische Beschleuniger; Strahlerkopf für Elektronenbetrieb; Strahlerkopf für Photonenbetrieb; Dosismonitorsystem; kV- und MV-Bildgebung zur Lagekontrolle; Technische Möglichkeiten der Bewegungskompensation; Kontroll- und Protokolliersysteme; Cyberknife. Intraoperative Strahlentherapie. Einrichtungen mit umschlossenen Quellen – Afterloadingtherapieeinrichtungen; Telegammatherapieeinrichtungen; Gammaknife. Strahlentherapeutischer Gesamtprozess mit virtueller Simulation und Verifikation. Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle.

**Klinische Dosimetrie:** Dosisgrößen, Wechselwirkungskoeffizienten – LET; RBW. Dosismessung – Allgemeine Sondenmethode; Absolut- und Relativdosimetrie; Ansätze zur Umrechnung D<sub>Sonde</sub> in D<sub>Gewebe</sub>; Sekundärteilchengleichgewicht; Bragg-Gray-Bedingung; Messbereiche für Luftionisationskammern; Dosimetrie in gepulsten Feldern.

**Bestrahlungsplanung:** Zielstellung, Schritte - Biologisch-medizinische Bestrahlungsplanung - Toleranzdosis; Physikalisch-technische Bestrahlungsplanung. Auswahl von Strahlenart und – energie – Röntgenstrahlen bis 300 kV; Protonen und Schwerionen; Neutronen; Gammastrahlen, Bremsstrahlen, Elektronen. Auswahl der Bestrahlungstechnik – Zielvolumenkonzept; Möglichkeiten und Begriffe; Kontakttherapie; Stehfeldbestrahlung; Bewegungsbestrahlung; Keilfilter und Blöcke; Zeitliche Optimierung - Fraktionierung. Praktische Durchführung – Konformalbestrahlung; Topometrie; Dosisverteilung; Manuelle Ermittlung; Computergestützte Ermittlung; Vergleich aktueller Planungsalgorithmen auch zu Monte-Carlo-Simulationen; Optimierung; Inverse Planung; 3D-CRT; IMRT; VMAT; Aktuelle Entwicklungen. Planungsvergleichsstudien.

In 2 Exkursionen wird die biologisch-medizinische und die physikalisch-technische Ebene in der Strahlentherapie in der klinischen Routine von Ärzten und Physikern beleuchtet. Dabei wird auf das Aufgabengebiet des MPE in der Routine an praktischen Beispielen Bezug genommen.

### Medienformen

Tafel, Mitschriften, Folien, Arbeitsblätter, Powerpoint-Präsentation

### Literatur

1. Krieger, Hanno (2017): Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes. 5.Aufl. Springer Spektrum.
2. Krieger, Hanno (2017): Strahlungsquellen für Technik und Medizin. 3.Aufl.: Springer Spektrum.
3. Krieger, Hanno (2013): Strahlungsmessung und Dosimetrie. 2.Aufl.: Springer Spektrum.
4. Hinterberger, Frank (2008): Physik der Teilchenbeschleuniger und Ionenoptik. 2.Aufl., Springer.
5. Schlegel, Wolfgang (Hg) (2018): Medizinische Physik: Grundlagen-Bildgebung-Therapie-Technik. Springer Spektrum.
6. Wannemacher, Michael; Wenz, Frederik (2013): Strahlentherapie. 2.Aufl.; Springer.

#### Detailangaben zum Abschluss

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009  
Master Biomedizinische Technik 2014

## Technisches Seminar Strahlentherapie

Fachabschluss: Studienleistung mündlich Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlpflichtfach Turnus: Wintersemester

Fachnummer: 101585 Prüfungsnummer: 2200527

Fachverantwortlich: Dr. Dunja Jannek

Leistungspunkte: 2	Workload (h): 60	Anteil Selbststudium (h): 38	SWS: 2.0
Fakultät für Informatik und Automatisierung		Fachgebiet: 2221	

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				1	0	1																											

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, das Arbeitsfeld und den Verantwortungsbereich eines Medizinphysik-Experten in der Klinik zu beschreiben. Sie begreifen die Strahlentherapie als ein hochinterdisziplinäres Einsatzgebiet Biomedizinischer Technik am Menschen und die berufsethisch besondere Rolle des Medizinphysik-Experten im Zusammenspiel mit dem fachkundigen Arzt bei der Planung und Umsetzung einer Bestrahlung. Die eigene, singuläre und rechtserhebliche Verantwortung eines nichtärztlichen Hochschulabsolventen am Patienten prägt zu vermittelnde Fähigkeiten und Fertigkeiten. Sie können aus den physikalischen und technischen Möglichkeiten eines modernen Bestrahlungsplanungssystems dessen therapeutischen Nutzen ableiten und umsetzen. Sie können einen Bestrahlungsplan interpretieren, nach technischen Dosisgrößen beurteilen und deren Wirkung auf therapeutische Qualitätsmaße bewerten. Die Studierenden sind in der Lage, die Spezifik der Ausbildung in der medizinischen Physik und daran angrenzender Gebiete im Zusammenhang zu betrachten und als Grundlage zum Erwerb ihrer gesetzlich geforderten Fachkunde einzuordnen.  
 Hinweis: Dieses Fach ist eine der notwendigen Eingangsvoraussetzungen zur Anerkennung des Studienganges BMT zur postgradualen Qualifizierung als Medizinphysik-Experte.

### Vorkenntnisse

Lehrinhalte des Bachelorstudienganges und Veranstaltungen des Wahlmoduls Radiologische Technik/Strahlenschutz

### Inhalt

Die Studierenden erhalten in mehreren Exkursionen und zugehörigen Seminaren Einblick in die Arbeit eines Medizinphysikers in der Klinik und lernen das Aufgabenfeld mit Qualitätssicherung und Bestrahlungsplanung aus praktischer Sicht kennen. In einer weiteren Exkursion werden den Studierenden die Anforderungen an die Strahlentherapie aus Herstellersicht nahe gebracht. Dieses Wissen wird dann im Rahmen zweier Praktikumsversuche zur Monte-Carlo-Simulation und zur Bestrahlungsplanung fundiert unteretzt. Die Studierenden simulieren und planen an Phantomen und realen, anonymisierten Patientendaten den Einsatz hochenergetischer ionisierender Strahlung. Sie analysieren, bewerten und diskutieren die Simulations- und Planungsergebnisse mit erfahrenen klinischen Partnern.

### Medienformen

Folien, Scripte, Arbeitsunterlagen für die Praktikumsversuche

### Literatur

1. Fachunterlagen des Wahlmoduls
2. Versuchsbezogen aus den Anleitungen zu entnehmen

### Detailangaben zum Abschluss

2 Praktikumsversuche mit theoretischem Kenntnissnachweis  
 Abschluss: benotete Studienleistung

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009  
 Master Biomedizinische Technik 2014

## **Modul: Nichttechnisches Nebenfach BMT Msc(Fächer im Umfang von 6 LP)**

Modulnummer: 100352

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Modulabschluss:

### Lernergebnisse

Ziel des Nichttechnischen Nebenfachs ist es Kompetenzen auf Nebenfächern zu vermitteln. Die Lernziele sind in den einzelnen Fächern definiert.

### Vorraussetzungen für die Teilnahme

Die Voraussetzungen sind in den einzelnen Fächern definiert.

### Detailangaben zum Abschluss

keine

## Modul: Master-Arbeit mit Kolloquium

Modulnummer: 100353

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Modulabschluss: Fachprüfung/Modulprüfung generiert

### Lernergebnisse

Die Studierenden werden dazu befähigt eine vorgegebene ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellung in einem gesetzten Zeitrahmen, selbständig, nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten, die Ergebnisse klar und verständlich darzustellen sowie im Rahmen eines Abschlusskolloquiums zu präsentieren.

### Voraussetzungen für die Teilnahme

Für die schriftliche wissenschaftliche Arbeit gibt es keine Zulassungsvoraussetzung.  
Das Abschlusskolloquium ist zulassungspflichtig.

### Detailangaben zum Abschluss

Zwei Prüfungsleistungen: schriftliche wissenschaftliche Arbeit (sPL) und Abschlusskolloquium (mPL)

## Kolloquium zur Master-Arbeit

Fachabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch und Englisch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 101479 Prüfungsnummer: 99002

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jens Haueisen

Leistungspunkte: 6 Workload (h): 180 Anteil Selbststudium (h): 180 SWS: 0.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden vertiefen in einem speziellen fachlichen Thema ihre bisher erworbenen Kompetenzen. Sie werden befähigt, eine komplexe und konkrete Problemstellung zu beurteilen und unter Anwendung der bisher erworbenen Theorie- und Methodenkompetenzen selbstständig zu bearbeiten. Das Thema ist gemäß wissenschaftlicher Standards zu dokumentieren und die Studierenden werden befähigt, entsprechende wissenschaftlich fundierte Texte zu verfassen. Die Studierenden erwerben Problemlösungskompetenz und lernen es, die eigene Arbeit zu bewerten und einzuordnen.

### Vorkenntnisse

Zulassung zur Masterarbeit durch den Prüfungsausschuss

### Inhalt

siehe Modulbeschreibung

### Medienformen

wissenschaftlicher Vortrag

### Literatur

Literatur wird mit Ausgabe des Themas bekannt gegeben oder ist selbstständig zu recherchieren.

### Detailangaben zum Abschluss

Prüfungsform: mündlich  
 Dauer: 45 min  
 Abschluss: Prüfungsleistung

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009  
 Master Biomedizinische Technik 2014

## Masterarbeit

Fachabschluss: Masterarbeit schriftlich 6 Monate Art der Notengebung: Generierte Note mit  
 Sprache: Deutsch und Englisch Pflichtkennz.: Pflichtfach Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 8223 Prüfungsnummer: 99001

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Jens Hauelsen

Leistungspunkte: 24 Workload (h): 720 Anteil Selbststudium (h): 720 SWS: 0.0  
 Fakultät für Informatik und Automatisierung Fachgebiet: 2221

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS		
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							900 h																							

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden vertiefen in einem speziellen fachlichen Thema ihre bisher erworbenen Kompetenzen. Sie werden befähigt, eine komplexe und konkrete Problemstellung zu beurteilen und unter Anwendung der bisher erworbenen Theorie- und Methodenkompetenzen selbstständig zu bearbeiten. Das Thema ist gemäß wissenschaftlicher Standards zu dokumentieren und die Studierenden werden befähigt, entsprechende wissenschaftlich fundierte Texte zu verfassen. Die Studierenden erwerben Problemlösungskompetenz und lernen es, die eigene Arbeit zu bewerten und einzuordnen.

### Vorkenntnisse

Zulassung zur Masterarbeit durch den Prüfungsausschuss

### Inhalt

siehe Modulbeschreibung

### Medienformen

wissenschaftlicher Vortrag

### Literatur

Literatur wird mit Ausgabe des Themas bekannt gegeben oder ist selbstständig zu recherchieren.

### Detailangaben zum Abschluss

Prüfungsform: schriftlich

Abschluss: Prüfungsleistung

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Biomedizinische Technik 2009  
 Master Biomedizinische Technik 2014





## **Glossar und Abkürzungsverzeichnis:**

LP	Leistungspunkte
SWS	Semesterwochenstunden
FS	Fachsemester
V S P	Angabe verteilt auf Vorlesungen, Seminare, Praktika
N.N.	Nomen nominandum, Platzhalter für eine noch unbekannte Person (wikipedia)
Objekttypen lt. Inhaltsverzeichnis	K=Kompetenzfeld; M=Modul; P,L,U= Fach (Prüfung, Lehrveranstaltung, Unit)