



THU
Technische
Hochschule
Ulm

Modulhandbuch des Studiengangs

Medical Devices - Research and Development
Master of Engineering (M.Eng.)

Technische Hochschule Ulm

vom 26.03.2020
(gültig ab 03/2018)

Inhaltsverzeichnis

1. Pflichtmodule	3
1.1. Management and Innovation	4
1.2. Master-Thesis	5
1.3. Multiphysics / Virtual Lab	6
1.4. Regulatory Affairs	7
1.5. Research Project	8
1.6. Scientific Computing for Medical Devices	9
1.7. Scientific Work	10
1.8. Software for Medical Devices	13
2. Wahlpflichtmodule	13
2.1. Applied Biomechanics	14
2.2. Applied Optics	15
2.3. Biomechanics of Spine and Knee	16
2.4. Image Analysis and Machine Learning	17
2.5. International Business	18
2.6. In-vitro Diagnostic Techniques	20
2.7. Labor- und Analysetechnik in der Medizin	22
2.8. Navigation for Medical Interventions	24
2.9. Optical Systems in Medicine	25
2.10. Technologie- und Innovationsmanagement	26
2.11. Ultraschall in der Theragnostik	27
2.12. Ultrasound in Theragnostics	29

Studiengänge

MMD	Medical Devices - Research and Development (03/2018)
-----	--

1. Pflichtmodule

1.1. Management and Innovation

Modulkürzel MAIN	ECTS 6	Sprache deutsch	Art/Semester Pflichtmodul, 1.,2. Semester		Turnus Sommer- und Wintersemester
Modultitel Management and Innovation					
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Medical Devices - Research and Development (1./2. Sem)					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Neue Technologien und die Fähigkeit zu technologischen Innovationen entscheiden über die Entwicklung ganzer Volkswirtschaften sowie den langfristigen Erfolg von Unternehmen. Ingenieure wirken an der Entwicklung und fertigungstechnischen Umsetzung neuer Technologien mit und sind dabei aufgefordert, Innovationsprozesse in Forschung und Entwicklung (F&E), Fertigungsvorbereitung und technischem Vertrieb in Bezug auf Qualität, Kosten und Zeit zu optimieren. Die Vorlesung soll die Teilnehmer mit Grundlagen des Innovationsmanagements und der Diskussion einer Vielzahl von Beispielen auf diese Anforderungen vorbereiten.					
Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Teilnehmer unter anderem					
Fachkompetenz					
<ul style="list-style-type: none"> • unterschiedliche Fälle technologischer Innovationen einschätzen (Komponenten-/Systeminnovation, graduelle/radikale Innovation, technologische Innovation/Anwendungsinnovation) • das Zustandekommen radikaler technologischer Innovationen verstehen (radikale Innovationen als Etappenprozess) • Möglichkeiten zur Realisierung von Innovationen in Netzwerken beurteilen • Bedeutung des Faktors Zeit im Technologiewettbewerb verstehen • typische Ursachen von Fehlprognosen beim Umgang mit neuen Technologien verstehen 					
Methodenkompetenz					
<ul style="list-style-type: none"> • S-Kurven-Konzept und Erfahrungskurven-Konzept als praktische Methoden des Innovationsmanagements anwenden • den strategischen Planungsprozess für (neue) Technologien mit den Phasen 1. Exploration, 2. Bewertung und 3. Strategieformulierung eigenständig moderieren • Methoden wie eine technologieorientierte Umweltanalyse und eine Technologie-Portfolio-Analyse zielführend einsetzen 					
Sozial- und Selbstkompetenz					
<ul style="list-style-type: none"> • komplexe Fragestellungen des Technologie- und Innovationsmanagements einzeln bearbeiten, in Kleingruppen sachbezogen diskutieren und Ergebnisse präsentieren 					
Inhalt Modul wird aktuell noch nicht begleitend zum Projekt mit jeweils 3 ECST Punkten pro Semester angeboten. Bitte belegen Sie ersatzweise ein Fach aus dem WISO-Angebot für Masterprogramme, z.B. das Modul "Technologie- und Innovationsmanagement". Den fehlenden ECTS-Punkt bekommen Sie dann, wenn Sie im zweiten Semester einen Essay mit Bezug des Modulinhalt zu Ihrem Projekt erstellen und bei Ronald Blechschmidt abgeben (Seitenumfang ca. 3 Seiten).					
Literaturhinweise Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (2 SWS), Seminar, Vorlesung (2 SWS), Seminar (2 SWS)			
Prüfungsform		Bericht	Vorleistung	Referat	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	120h	0h	180h

1.2. Master-Thesis

Modulkürzel MASAR	ECTS 30	Sprache	Art/Semester Pflichtmodul, 3. Semester	Turnus Sommer- und Wintersemester
Modultitel Master-Thesis				
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Medical Devices - Research and Development (3. Sem)				
Lernergebnisse Studierende mit erfolgreichem Abschluss der Masterarbeit <ul style="list-style-type: none"> • sind befähigt, technisch-wissenschaftliche Fragestellungen unter Berücksichtigung spezieller Erkenntnisse aus dem Bereich der Medizintechnik selbständig zu bearbeiten, • sind befähigt zur Lösung von Problemen innerhalb einer vorgegebenen Frist unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden, • sind befähigt zur Lösung von Problemen innerhalb einer vorgegebenen Frist unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden • beherrschen die Methoden der wissenschaftlichen Dokumentation und besitzen die Fähigkeit zur Bewertung und kritischen Diskussion ihrer Ergebnisse mit Fachexperten 				
Inhalt Theoretische oder praktisch orientierte wissenschaftliche Arbeit aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften mit Bezug zu den im Studienschwerpunkt behandelten Fachgebieten				
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • Deutsche Forschungsgemeinschaft: <i>Vorschläge zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis</i>. Weinheim: Wiley-VCH, 1998. • J. Prätisch, W. E. Rossig: <i>Wissenschaftliche Arbeiten</i>. Weyhe: Print-TEC Druck & Verlag, 2011. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.				
Lehr- und Lernform				
Prüfungsform	Bericht, Referat, mündliche Leistung (60 min)		Vorleistung	
Aufbauende Module				
Modulumfang	Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
	60h	840h	0h	900h

1.3. Multiphysics / Virtual Lab

Modulkürzel MVL	ECTS 6	Sprache deutsch	Art/Semester Pflichtmodul, 2. Semester		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Multiphysics / Virtual Lab					
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Medical Devices - Research and Development (2. Sem)					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Die Finite Elemente Methode (FEM) ist heute Stand der Technik und bereits in einer Vielzahl von CAD-Programmen als Modul verfügbar. Die FEM kommt zum Beispiel bei der Analyse und Bemessung von komplexen Strukturen (z.B. Knochen und Implantaten) zum Einsatz, wobei sowohl materielle als auch geometrische Nichtlinearitäten und Kontakt auftreten. Der Trend geht auch in der Medizintechnik (analog zu Automotive und Aerospace) zur virtuellen Produktentwicklung, d.h. zur Bemessung und/oder Analyse des Produktes mit Hilfe numerischer Verfahren (z.B. FEM/CFD).					
Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Lineare und nichtlineare FEM Simulationsmodelle eigenständig erstellen • Berechnungsergebnisse verifizieren und interpretieren • Simulationssoftware anwenden • Optimierung und Parameteridentifikation Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Systematische Problemanalyse und Problemlösung Sozial- und Selbstkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Im Team Probleme analysieren und Lösungen erarbeiten 					
Inhalt Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Grundlagen der linearen und nichtlinearen FEM • Implementierung einfacher Matlab Funktionen • Schwerpunktthema: Durchführung nichtlinearer Analysen mit Kontakt und nichtlinearem Materialverhalten in ANSYS • FEM Simulationen in der Produktentwicklung (Kleinprojekte mit ANSYS) • Anwendung von Optimierungs- und Parameteridentifikationsverfahren in Theorie und Praxis (Kleinprojekte mit Optislang) 					
Literaturhinweise Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		sonstiger Leistungsnachweis	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	120h	0h	180h

1.4. Regulatory Affairs

Modulkürzel REAF	ECTS 6	Sprache deutsch	Art/Semester Pflichtmodul, 1. Semester		Turnus nur Wintersemester
Modultitel Regulatory Affairs					
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Medical Devices - Research and Development (1. Sem)					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Die Entwicklung von Medizinprodukten (u.a. Instrumente, Implantate, Prothesen, Apparate, Vorrichtungen, Stoffe) zur Anwendung am Menschen zum Zwecke u.a. der Erkennung, Verhütung, Überwachung und Linderung von Krankheiten unterliegt nationaler Gesetzgebung unter Beachtung nationaler sowie internationaler Standards (Normen). Die Kenntnis über Existenz und Anwendung einschlägiger Vorschriften ist Voraussetzung für Ingenieure im Tätigkeitsfeld der Medizintechnik.					
Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden					
Fachkompetenz:					
<ul style="list-style-type: none"> • die nationalen (Deutschland) und europäischen Anforderungen an das Inverkehrbringen von Medizinprodukten benennen • das Qualitätsmanagement für Inverkehrbringer von Medizinprodukten beschreiben • potentielle Gefährdungen und daraus folgende Risiken von Medizinprodukten analysieren und beurteilen • Medizinprodukte auf dem Literaturweg klinisch bewerten • die Gebrauchstauglichkeit von Medizinprodukten systematisch analysieren • wesentliche Bestandteile der technischen Dokumentation für Medizinprodukte entwickeln 					
Methodenkompetenz:					
<ul style="list-style-type: none"> • Lösungsansätze zu zulassungsrelevanten Fragen im Zuge der Produktentwicklung oder während der Marktbeobachtung erarbeiten und umsetzen • systematisch Produktrisiken beurteilen 					
Sozial- und Selbstkompetenz:					
<ul style="list-style-type: none"> • einzeln und in Arbeitsgruppen Aufgaben der Zulassung von Medizinprodukten lösen und Teillösungen für zulassungsrelevante Probleme entwickeln. 					
Inhalt					
Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen:					
<ul style="list-style-type: none"> • Richtlinie 93/42/EWG über Medizinprodukte • Gesetz über Medizinprodukte • Qualitätsmanagementsystem für Medizinprodukte nach DIN EN ISO 13485 • Risikomanagement für Medizinprodukte nach DIN EN ISO 14971 • Klinische Bewertung von Medizinprodukten • Gebrauchstauglichkeit von Medizinprodukten nach DIN EN 60601-1-6 und DIN EN 62366 • Aufbau der technischen Dokumentation 					
Literaturhinweise					
<ul style="list-style-type: none"> • BVMed: <i>Medizinprodukterecht</i>. Berlin: MedInform, 2010. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (4 SWS), Übung			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung	praktische Arbeit, Referat	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	120h	0h	180h

1.5. Research Project

Modulkürzel RPRO	ECTS 8	Sprache deutsch	Art/Semester Pflichtmodul, 1.,2. Semester		Turnus Sommer- und Wintersemester
Modultitel Research Project					
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Medical Devices - Research and Development (1./2. Sem)					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs					
Lernergebnisse					
Inhalt					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> F.Capanni: <i>Berichte in der Fakultät Mechatronik.</i> Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Labor (2 SWS), Labor (2 SWS)			
Prüfungsform		Bericht, Referat	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		0h	60h	180h	240h

1.6. Scientific Computing for Medical Devices

Modulkürzel SCMD	ECTS 6	Sprache deutsch	Art/Semester Pflichtmodul, 1. Semester		Turnus nur Wintersemester
Modultitel Scientific Computing for Medical Devices					
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Medical Devices - Research and Development (1. Sem)					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs					
Lernergebnisse					
Inhalt					
Literaturhinweise					
<ul style="list-style-type: none"> • L. Edelstein-Keshet: <i>Mathematical Models in Biology</i>. SIAM: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2005. • F. C. Hoppenstedt, C. S. Peskin: <i>Modeling and Simulation in Medicine and the Life Sciences</i>. Springer, 2010. • J. Keener, J. Sneyd: <i>Mathematical Physiology 2 Vol Set</i>. Springer, 2008. • J. B. Olanson, E. Rosow: <i>Virtual Bio-Instrumentation: Biomedical, Clinical and Healthcare Applications in LabView</i>. Prentice Hall, 2001. • W. D. Pietruszka: <i>Matlab und Simulink in der Ingenieurpraxis</i>. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2012. • A. V. Oppenheim, A. S. Willsky: <i>Signals and Systems</i>. Upper Saddle River, USA: Prentice Hall, 1996. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	120h	0h	180h

1.7. Scientific Work

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Art/Semester	Turnus
SWOR	12	deutsch	Pflichtmodul, 1.,2. Semester	Sommer- und Wintersemester
Modultitel Scientific Work				
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Medical Devices - Research and Development (1./2. Sem)				
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Wissenschaftliches Arbeiten spielt auch im klassischen Berufsleben eines Masterabsolventen/einer Masterabsolventin eine typische Anforderung dar. Soll ein Produkt weiterentwickelt werden oder ist ein Relaunch mit einer neuen Funktion geplant, so muss eine ganz spezielle Fragestellung beantwortet werden. Hierfür sind zunächst eine systematische Literaturrecherche und eine Marktanalyse notwendig. Sowohl technische als auch medizinische Veröffentlichungen müssen interpretiert und aufbereitet werden. Basierend auf dieser Recherche können Sie Empfehlungen für ein neues Produkt erstellen bzw. skizzieren, wie ein vorhandenes Produkt auf Basis aktueller Forschungsergebnisse verbessert werden kann. In allen Fällen ist eine klinische Studie oder klinische Bewertung notwendig. Die Planung einer Studie, Durchführung und Auswertung von Versuchen muss professionell ausgeführt werden, um ein Produkt in den europäischen Markt zu bringen. Das Modul Scientific Work bereitet außerdem auf die wissenschaftlich orientierte Masterarbeit vor. Die Vorgehensweisen und Werkzeuge des Quality Engineering sind zentrale Bestandteile der innovativen Produktentwicklung und Produktoptimierung sowie der Prozessgestaltung. Ziel dieser Veranstaltung ist es, den Studierenden die grundsätzlichen Vorgehensweisen und Werkzeuge anwendungsorientiert zu vermitteln. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, das Erlernete unmittelbar in der Praxis anwenden zu können.				
Lernergebnisse				
Fachkompetenz:				
<ul style="list-style-type: none"> • Wissenschaftliche Vertiefung eines Themenbereiches (Research Project) aus dem Gebiet der Medizintechnik • Kennen Aufbau eines „Systematic Reviews“ • Gängige statistische Verfahren kennen und für eine Anwendung bewerten und auswählen • Einen statistischen Versuchsplan erstellen • Eine adäquate statistische Datenanalyse durchführen • Einsatz geeigneter Software zur statistischen Auswertung von Versuchen (z.B. SAS) • DOE • Ethische Grundsätze in der Medizin, GCP, Grundsätze (redlichen) wissenschaftlichen Arbeitens • Entwicklungs- und Optimierungsprozesse gestalten und unterstützen • Innovationsprozesse begleiten und lenken • Entwicklungsprofile für Produkte und Produktionsprozesse erarbeiten • Produktentwicklung und Prozessoptimierung aufgrund statistischer Methoden und Werkzeuge fachlich und inhaltlich unterstützen. • Prozesse durch statistische Methoden überwachen und steuern • Moderne Statistiksoftware anwenden • Lösungsansätze zur Überwindung technischer Konflikte und Widersprüche erarbeiten (Theory of Inventive Problem Solving) • Kundenanforderungen strukturiert über Marktanalysen, Wettbewerbsbetrachtungen und Benchmarks in Produktmerkmale und Funktionen übersetzen • Versuche planen, gestalten, durchführen, statistisch bewerten unter Anwendung der statistischen Versuchsplanung (Design of Experiments, DoE) • Optimierungsprojekte gem. der Vorgehensweise Six Sigma gestalten und durchführen. • Prozesse hinsichtlich ihrer Effizienz und Effektivität verbessern • Prozesse mit Unterstützung statistischer Methoden stabilisieren 				
Methodenkompetenz: Sozial- und Selbstkompetenz:				
<ul style="list-style-type: none"> • Ein wissenschaftliches Thema selbständig erfassen und bearbeiten • sind Sie in der Lage, für ihre Abteilung zu einem ganz spezifischen Thema (z.B. wenn das Produktportfolio ihrer Firma in eine bestimmte Richtung erweitert werden soll) eine zuverlässige systematische Literaturrecherche durchzuführen und dokumentieren (z.B. in Citavi) • Ergebnisse wissenschaftlich beschreiben, bewerten und diskutieren • Wissenschaftliche Erkenntnisse zielgruppengerecht kommunizieren • Erstellung eines Ethikantrags • Eigene wissenschaftliche Ergebnisse auf einer Konferenz oder in einem Journal publizieren 				
Sozial- und Selbstkompetenz:				
<ul style="list-style-type: none"> • Mit Kliniken, Experten, etc. Kontakt aufnehmen und Fragestellungen diskutieren 				

- Auf einer Konferenz präsentieren und diskutieren (Präsentation auf einer internen Konferenz und bei Annahme auf externer Konferenz)
- Anwendung des Fach- und Methodenwissens im Projektteam für das Research Project
- einzeln und in Kleingruppen Projekte zur Produkt- und Prozessoptimierung durchführen

Inhalt

- Grundlagen der evidenzbasierten, angewandten Forschung: from bench to bedside, Unterschied zur Grundlagenforschung
- Ablauf des Forschungsprozesses: Forschungsfrage/Hypothese, Messtheorie, Datensammlung, Ergebnisse, Interpretation
- Literaturrecherchen durchführen, komprimieren und bewerten
- unterschiedlichen Arten von Literatur und die Bedeutung von "systematic Reviews"
- Systematische Literaturrecherche
- für die wesentlichen Literaturdatenbanken einen zuverlässigen Suchstring erstellen
- Arbeiten mit Citavi, Literaturergebnisse aufbereiten (z.B. Pubmed Reminer)
- Formulierung von Hypothesen/konkreten wissenschaftlichen Fragestellungen
- Aufbau eines Ethikantrages, Good Clinical Practice GCP, Datenschutz, Datensicherheit
- Studienformen und Planung von Versuchen
- Deskriptive und schließende Statistik sowie spezielle statistische Verfahren
- Statistische Analyse, Beantwortung von Hypothesen
- Softwaretool SAS
- Schreiben eines Konferenz- oder Journalbeitrages (z.B. BMT2019, Einreichungsfrist März 2019)
- Vorbereitung und Durchführung einer Präsentation auf einer internen und/oder externen Konferenz
- Theory of Inventive problem Solving (TRIZ)
- Grundlagen der modernen Prozessoptimierung (Six Sigma und Lean Management)
- Quality Function deployment (QFD)
- Grundlagen der Statistik
- Hypothesentests, deren Anwendung und Interpretation
- Versuchsplanung und Durchführung:
- Shainin-Methoden
- Design of Experiments (DoE)
- Vollfaktorielle mehrstufige Versuche
- 2 stufige, vollfaktorielle Versuche
- 2 stufige teilfaktorielle Versuche
- Mehrstufige teilfaktorielle Versuche (Taguchi)
- Statistische Prozesskontrolle (SPC)
- Risiko bewerten und beherrschen (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA)
- Verschwendung reduzieren und Prozesse synchronisieren
- Projekte gestalten, planen und durchführen
- Anwendung der Statistiksoftware "MINITAB"

Literaturhinweise

- George M. Hall: *How To Write a Paper*. New York: John Wiley & Sons, 2012.
- A. Manz und H. Becker: *Microsystem Technology in Chemistry and Life Science*. Berlin: Springer, 1999.
- N.-T. Nguyen: *Mikrofluidik*. Stuttgart: Teubner, 2004.
- Ritschl, Valentin, Weigl, Roman, Stamm, Tanja: *Wissenschaftliches Arbeiten und Schreiben*. Berlin: Springer, 2016.
- L. Fahrmeir, C. Heumann, R. Künstler, I. Pigeot, G. Tutz: *Statistik - Der Weg zur Datenanalyse*. Berlin: Springer, 2016.
- J. Groß: *Grundlegende Statistik mit R*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2010.
- Deming, W. Edwards: *Out of the crisis (Neuauflage)*. MIT Press, 2000.
- Brunner, Franz J.: *Japanische Erfolgskonzepte: KAIZEN, KVP, Lean Production Management,* Hanser, 2008.
- Liker, Jeffrey K.: *Der Toyota Weg: Erfolgsfaktor Qualitätsmanagement*. FinanzBuch Verlag, 2008.
- Linß, Gerhard: *Qualitätsmanagement für Ingenieure*. Hanser, 2005.
- Eiche, Daniel et al.: *FMEA*. TQU Verlag, 2002.
- Reuter, Konrad: *SPC umsetzen*. TQU Verlag, 2007.
- Bläsing, Jürgen P.: *TRIZ Theorie of Problem Solving*. TQU Verlag, 2001.
- Bläsing, Jürgen P.: *Faktor X, Six Sigma und mehr*. TQU Verlag, 2004.
- Lau, Bernhard: *DoE nach Taguchi*. TQU Verlag, 2002.
- Eiche, Daniel: *QFD*. TQU Verlag, 2004.
- Bläsing, Jürgen P.: *Quality Basics*. TQU Verlag, 2004.

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

Lehr- und Lernform	Vorlesung (4 SWS), Übung, Vorlesung (4 SWS), Übung		
Prüfungsform	Bericht, Bericht	Vorleistung	
Aufbauende Module			

Modulumfang	Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
	0h	0h	0h	0h

1.8. Software for Medical Devices

Modulkürzel SOMD	ECTS 6	Sprache deutsch	Art/Semester Pflichtmodul, 2. Semester		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Software for Medical Devices					
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Medical Devices - Research and Development (2. Sem)					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs					
Lernergebnisse					
Inhalt					
Literaturhinweise					
<ul style="list-style-type: none"> • C. Johner, M. Hölzer-Klüpfel, S. Wittorf: <i>Basiswissen Medizinische Software</i>. Heidelberg: dpunkt.verlag, 2011. • David A. Vogel: <i>Medical Device Software, Verification, Validation and Compliance</i>. London, UK / Boston, USA: Artech House, 2011. • G. Schorn: <i>Medizinproduktegesetz (MPG)</i>. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 2009. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		mündliche Prüfungsleistung, Bericht	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	120h	0h	180h

2. Wahlpflichtmodule

2.1. Applied Biomechanics

Modulkürzel APBI	ECTS 5	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Applied Biomechanics					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Medical Devices - Research and Development					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Zur Analyse biomechanischer Abläufe werden immer häufiger moderne Technologien eingesetzt. Durch die kostengünstige Verfügbarkeit von videobasierten und IMU-gestützten Systemen, wird auch eine Anwendung im Consumer-Markt immer häufiger (z.B. Laufstil- oder Haltungsanalyse). Daher sind fundierte Kenntnisse zur Funktionsweise der gängigen Meßmethoden, sowie der Datenauswertung und Interpretation notwendig.					
Lernergebnisse <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung mechanischer Verfahren auf die Berechnung biomechanischer Größen (z.B. Gelenkmomente) • Signalverarbeitung von IMU-Daten (9-Achs Inertialsensoren) • Biosignalverarbeitung bei EMG-Anwendungen • Identifikation relevanter Parameter bei der Analyse von Bewegungen • Interpretation der Meßdaten im Anwendungskontext • Anwendung kommerzieller Messtechnik (z.B. Laufband, EMG, etc.) 					
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> • Mechanik (Statik und Dynamik) • Signalverarbeitung (IMUs, EMG, Druckplatten) • Praktische Durchführung von Messungen mit kommerziellen Systemen • Versuchsplanung • Datenauswertung 					
Literaturhinweise Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	90h	0h	150h

2.2. Applied Optics

Modulkürzel AOP	ECTS 5	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Applied Optics					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Medical Devices - Research and Development					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Optical systems are used in many fields of medicine, e.g. microscopes, endoscopes etc. For the development of optical systems, a thorough understanding of the basic optical principles and standard optical systems is important. In this course, students will learn basic and advanced optical concepts, how to use them and to build own optical systems with standard components.					
Lernergebnisse Knowledge of optical (sub)systems and their building blocks Knowledge of basic and advanced optical calculations Experience in the handling of optical components and systems					
Inhalt Content: In this course, six important fields of applied optics will be examined. For each field, there is a lecture (4h) and laboratory work (4h). 1) Telescopes 2) Microscopes 3) Lighting technology 4) Laser technology 5) Advanced optical concepts (Fourier optics) 6) Optical communication / fiber optics Additionally, each student will prepare a short lecture (45min) about an optical instrument / problem of choice (seminar)					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • G. Schröder, H.-K Treiber: <i>Technische Optik</i>. Vogel, 2007. • F. Pedrotti et al: <i>Optik für Ingenieure</i>. Springer, 1700. • F. Pedrotti et al: <i>Introduction to Optics</i>. Pearson, 1700. • Bergmann/Schäfer: <i>Lehrbuch der Experimentalphysik, Band 3 Optik</i>. De Gruyter, 1700. • K. Izuka: <i>Engineering Optics</i>. Springer, 1700. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		mündliche Prüfungsleistung	Vorleistung		
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	90h	0h	150h

2.3. Biomechanics of Spine and Knee

Modulkürzel BSK	ECTS 5	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Wintersemester
Modultitel Biomechanics of Spine and Knee					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Medical Devices - Research and Development					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Die Entwicklung und Optimierung von chirurgischen Implantaten, Prothesen und Orthesen ist ein klassisches Betätigungsfeld der Absolventen des Medizintechnikstudiums. Die Kenntnis der biomechanischen Zusammenhänge im Bewegungsapparat bis hinunter auf Zellebene ist dafür genauso eine unabdingbare Voraussetzung wie das Wissen um die Auswirkungen des Einsatzes von Implantaten auf den Körper. Generelles Ziel der Veranstaltung ist es, den Studierenden den Anwendungsbezug der mechanischen und biomechanischen Prinzipien auf den gesunden und den chirurgisch versorgten menschlichen Bewegungsapparat zu vermitteln.					
Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden					
Fachkompetenz:					
<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktionsweise von Knochen, Knorpeln, Bändern, Gelenken und der Wirbelsäule beschreiben • Die Auswirkungen der Biomechanik auf Aufbau und Funktionsweise des Knochens auf makroskopischer und zellulärer Ebene erklären • Den Verlauf einer Frakturheilung beschreiben und analysieren • Grundlegende Osteosyntheseverfahren benennen • Wichtige chirurgische Implantate und ihre Implantationsverfahren beschreiben • Implantat- und Trägermaterialien und ihre Anwendungsgebiete benennen • Wichtige Implantat-Testverfahren beschreiben und beurteilen • Sportbiomechanische Grundprinzipien beschreiben • Die Entwicklungsschritte eines Finite-Elemente-Modelles skizzieren • Die generellen Funktionsprinzipien der computergestützten Chirurgie wiedergeben 					
Methodenkompetenz:					
<ul style="list-style-type: none"> • die mittels bildgebender Verfahren gewonnenen Abbildungen anhand ausgewählter Beispiele auswerten und interpretieren • die Eignung von Materialien für verschiedene Einsatzgebiete als Implantat-, Träger- oder Ersatzmaterial kritisch bewerten 					
Inhalt					
Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen:					
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Biomechanik • Biomechanik der Osteosynthese, der Frakturheilung, der Wirbelsäule und der Gelenk-Endoprothetik • Sportbiomechanik • Numerische Methoden, Finite-Elemente-Methoden und Mehrkörperdynamik in der Biomechanik • Knochen und Gelenke, Bänder und Bandersatz • Biokompatibilität und Biomaterialien • Zellbiomechanik • Tissue Engineering, Gewebe aus dem Reagenzglas • Implantatprüfung • Bildgebende Verfahren zur Knochendichtebestimmung • Computerunterstützte Chirurgie 					
Hinweis: Die Vorlesungsinhalte entsprechen im Wesentlichen der früheren Veranstaltung "Ausgewählte Kapitel der Biomechanik"					
Literaturhinweise					
<ul style="list-style-type: none"> • H.-J. Wilke et al.: <i>Skript zur Vorlesung Biomechanik</i>. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	90h	0h	150h

2.4. Image Analysis and Machine Learning

Modulkürzel IAML	ECTS 5	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Image Analysis and Machine Learning					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Medical Devices - Research and Development					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Image analysis plays an important role in nowadays clinical diagnosis systems and several medical devices. Knowledge of basic image processing techniques and methods are therefore essential for medical engineers. Machine learning is one of the most promising techniques in image understanding. Especially for medical purposes, the importance of this method is constantly increasing, not only in image analysis.					
Lernergebnisse After successful completion of this module, the students have the following expertise: Professional expertise: <ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of important image processing methods • Choice of the appropriate algorithm for a diagnostic problem • Assessment and improvement of image quality • Application of basic image processing methods: filtering, FFT, morphology, segmentation, etc. • Knowledge and application of important machine learning techniques for a given problem • Evaluation and assessment of classification results Methodological competence: <ul style="list-style-type: none"> • Research and discussion of current literature in the field of image processing and machine learning • Discussion and comparison of classifiers Social skills: <ul style="list-style-type: none"> • Discuss and assess solution concepts in teams 					
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> • Image formats and grayscale transformation • Basic image processing techniques (filters, FFT, Hough transform, color spaces) • Morphological operations • Image segmentation • Classification and regression problems in machine learning • Machine learning techniques: Bayes classifier, support vector machines, artificial neuronal networks, deep learning methods 					
Literaturhinweise Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	90h	0h	150h

2.5. International Business

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Art/Semester	Turnus
INB	5	englisch	Wahlpflichtmodul, siehe StuPO	Sommer- und Wintersemester
Modultitel				
International Business				
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul				
Medical Devices - Research and Development				
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs				
Future employees and entrepreneurs need to understand the rudiments of international management, major features of the global economy, and how business is conducted in different societies. They should also be able to express themselves professionally in English - both orally and in writing.				
Lernergebnisse				
On successful completion of the module, seminar participants will have:				
Subject Competence:				
<ul style="list-style-type: none"> • a deeper understanding of international business • improved verbal and written presentation skills in English. 				
Method Competence:				
<ul style="list-style-type: none"> • an ability to see their technical subject and its consequences through the perspective of social science. • an ability to understand a wide range of demanding, longer texts, and recognise implicit meaning. • an ability to use the English language flexibly and effectively for social, academic and professional purposes. • an ability to manage overlapping influences of different areas in international business 				
Social and Personal Competence:				
<ul style="list-style-type: none"> • greater ability and confidence to discuss in English and to take part in teamwork and meetings. • greater ability to use English in oral presentations and in preparing written reports. 				
Inhalt				
The course will reach the desired competencies by dealing with the following topics:				
<ul style="list-style-type: none"> - Trade theories - International trade blocks and international economic institutions - (Corporate) Culture, Interculture and Intercultural Competence - International Business Strategies and Organization - International Marketing - Leadership in international business - Financial Management / Accounting and Controlling - Corporate Social Responsibility, ethics and compliance in international business - Case study / management simulation of international business 				
The module consists of lectures, mandatory presentations by the participants, additional reading preparations, current affairs discussions and a whole-day case study.				
Attendance and in-class participation are essential. The assessment is based on a written exam and an oral presentation, details are presented to all participants at the beginning of each semester. Please be advised that this type of assessment has been duly published in accordance with §28 (7) and §5 (3) of the study and examination regulations.				
Literaturhinweise				
<ul style="list-style-type: none"> • Griffin, Ricky W. / Pustay, Michael W.: <i>International Business. A Managerial Perspective</i>. USA/UK: Pearson, 2015. • Deresky, Helen: <i>International Management. Managing Across Borders and Cultures</i>. USA/UK: Pearson, 2014. • <i>The Economist</i>. • <i>Financial Times</i>. • Rugman, Alan M. / Collinson, Simon: <i>International Business</i>. USA/UK: Pearson, 2012. • Mead, Richard / Andrews, Tim G.: <i>International Management</i>. UK: Wiley, 2011. • Krugman, Paul R. / Obstfeldt, M. / Melitz, Marc J.: <i>International Economics. Theory and Policy</i>. USA/UK: Pearson, 2015. • Feenstra, Robert C. / Taylor, Alan M.: <i>International Economics</i>. USA: Worth Publishers / Macmillan, 2014. • <i>Harvard Business Review</i>. • Gallos, Joan V. (Ed.): <i>Business Leadership</i>. UK: Wiley, 2008. • <i>Diverse Journals (JBR, IMR ...)</i>. 				
Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.				
Lehr- und Lernform		Vorlesung (4 SWS)		
Prüfungsform		Klausur, Entwurf, Bericht	Vorleistung	

Aufbauende Module				
Modulumfang	Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
	60h	90h	0h	150h

2.6. In-vitro Diagnostic Techniques

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Art/Semester	Turnus
IVDT	5	deutsch	Wahlpflichtmodul, siehe StuPO	nur Wintersemester
Modultitel				
In-vitro Diagnostic Techniques				
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul				
Medical Devices - Research and Development				
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs				
<p>Labormedizin und Analytik spielen in der Medizin eine entscheidende Rolle. In dieser Vorlesung werden die Grundlagen der modernen Labor- und Analysetechnik in der Medizintechnik vermittelt. Im Vordergrund stehen dabei die Analyseverfahren mit der zugehörigen Gerätetechnik und nicht die Ursachen und Interpretationen von pathologischen Laborwerten. Es werden alle Analyseschritte von der Probengewinnung über die Aufreinigung bis hin zu den verschiedenen qualitativen/quantitativen Nachweisen der interessierenden Stoffe vermittelt. Ein Großteil der in der Vorlesung erlernten Techniken wird von den Studierenden selbst innerhalb eines Laborpraktikums angewendet, um die Inhalte nachhaltig zu vertiefen. Darüber hinaus ermöglicht eine Exkursion in ein medizinisches klinisch-chemisches Routine-Labor den Einblick in die allgemeinen Abläufe, die Logistik, den Aufbau sowie die Steuerung und Datenverarbeitung von Geräten mit großem Probendurchsatz.</p>				
Lernergebnisse				
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden				
Fachkompetenz				
<ul style="list-style-type: none"> • Den Ablauf und die Problematiken von Präanalytik, Analytik, Postanalytik sowie von Qualitätskontrollen erklären • Die Bedeutung und Durchführung von klinisch-chemischen Analyseverfahren, die in der Medizin zur Anwendung kommen, beschreiben • Molekularbiologische Methoden, wie PCR, Blots, Sequenzierungen beschreiben • Techniken für Zellzählungs-, und Zellfärbemethoden, sowie für Schnelltests erklären und anwenden • Grundlagen der Durchflusszytometrie, Chromatographie sowie immunologische Methoden verstehen und erklären 				
Methodenkompetenz				
<ul style="list-style-type: none"> • Selbständig ein Kurzreferat über ein umweltmedizinisches Thema erarbeiten, strukturieren, präsentieren und diskutieren • Einfache Schnelltests, wie Blutzucker, Schwangerschaftstests oder Blutgruppentests durchführen • Molekularbiologische Laborarbeiten, wie PCR und Serumeiweißelektrophorese durchführen • Zellzähl- und Zellfärbeversuche ausführen 				
Sozial- und Selbstkompetenz				
<ul style="list-style-type: none"> • Einzel-, Partner- und Kleingruppenarbeit bei der Erarbeitung von fachlich neuen Inhalten sowie bei der praktischen Durchführung von Laborversuchen • Präsentation von Kurzreferaten • Geben und Nehmen von Feedback 				
Inhalt				
Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen:				
<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine klinische Chemie (Präanalytik, Analysetechniken, Postanalytik) • Qualitätskontrolle, Automatisierung • Photometrie, Fluorometrie • Zell- und Färbemethoden • Molekularbiologische Methoden • Elektrophorese • Transfusionsmedizin • Trockenchemie/Schnelltests • Durchflusszytometrie • Chromatographie • Immunologische Methoden • Umweltmedizin 				
Hinweis: Das Modul entspricht im Wesentlichen dem früheren Modul "Labor- und Analysetechnik in der Medizin"				
Literaturhinweise				
<ul style="list-style-type: none"> • Karin Bundschu: <i>Skript zur Vorlesung "Labor- und Analysetechnik in der Medizin"</i>. • Karin Bundschu: <i>Anleitung zu den Laborversuchen</i>. • Dörner: <i>Klinische Chemie und Hämatologie</i>. Thieme, 2003. • Thomas: <i>Labor und Diagnose</i>. TH-Books, 2005. • Lothspeich: <i>Bioanalytik</i>. Spektrum, 2006. 				
Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.				

Lehr- und Lernform	Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform	Klausur (90 min)	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module				
Modulumfang	Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
	60h	90h	0h	150h

2.7. Labor- und Analysetechnik in der Medizin

Modulkürzel	ECTS	Sprache	Art/Semester	Turnus
LAME	6	deutsch	Wahlpflichtmodul, siehe StuPO	nur Wintersemester
Modultitel				
Labor- und Analysetechnik in der Medizin				
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul				
Medical Devices - Research and Development				
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs				
<p>Labormedizin und Analytik spielen in der Medizin eine entscheidende Rolle. In dieser Vorlesung werden die Grundlagen der modernen Labor- und Analysetechnik in der Medizintechnik vermittelt. Im Vordergrund stehen dabei die Analyseverfahren mit der zugehörigen Gerätetechnik und nicht die Ursachen und Interpretationen von pathologischen Laborwerten. Es werden alle Analyseschritte von der Probengewinnung über die Aufreinigung bis hin zu den verschiedenen qualitativen/quantitativen Nachweisen der interessierenden Stoffe vermittelt. Ein Großteil der in der Vorlesung erlernten Techniken wird von den Studierenden selbst innerhalb eines Laborpraktikums angewendet, um die Inhalte nachhaltig zu vertiefen. Darüber hinaus ermöglicht eine Exkursion in ein medizinisches klinisch-chemisches Routine-Labor den Einblick in die allgemeinen Abläufe, die Logistik, den Aufbau sowie die Steuerung und Datenverarbeitung von Geräten mit großem Probendurchsatz.</p>				
Lernergebnisse				
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden				
Fachkompetenz				
<ul style="list-style-type: none"> • Den Ablauf und die Problematiken von Präanalytik, Analytik, Postanalytik sowie von Qualitätskontrollen erklären • Die Bedeutung und Durchführung von klinisch-chemischen Analyseverfahren, die in der Medizin zur Anwendung kommen, beschreiben • Molekularbiologische Methoden, wie PCR, Blots, Sequenzierungen beschreiben • Techniken für Zellzählungs-, und Zellfärbemethoden, sowie für Schnelltests erklären und anwenden • Grundlagen der Durchflusszytometrie, Chromatographie sowie immunologische Methoden verstehen und erklären 				
Methodenkompetenz				
<ul style="list-style-type: none"> • Selbständig ein Kurzreferat über ein umweltmedizinisches Thema erarbeiten, strukturieren, präsentieren und diskutieren • Einfache Schnelltests, wie Blutzucker, Schwangerschaftstests oder Blutgruppentests durchführen • Molekularbiologische Laborarbeiten, wie PCR und Serumeiweißelektrophorese durchführen • Zellzähl- und Zellfärbeversuche ausführen 				
Sozial- und Selbstkompetenz				
<ul style="list-style-type: none"> • Einzel-, Partner- und Kleingruppenarbeit bei der Erarbeitung von fachlich neuen Inhalten sowie bei der praktischen Durchführung von Laborversuchen • Präsentation von Kurzreferaten • Geben und Nehmen von Feedback 				
Inhalt				
Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen:				
<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine klinische Chemie (Präanalytik, Analysetechniken, Postanalytik) • Qualitätskontrolle, Automatisierung • Photometrie, Fluorometrie • Zell- und Färbemethoden • Molekularbiologische Methoden • Elektrophorese • Transfusionsmedizin • Trockenchemie/Schnelltests • Durchflusszytometrie • Chromatographie • Immunologische Methoden • Umweltmedizin 				
Literaturhinweise				
<ul style="list-style-type: none"> • Karin Bundschu: <i>Skript zur Vorlesung "Labor- und Analysetechnik in der Medizin"</i>. • Karin Bundschu: <i>Anleitung zu den Laborversuchen</i>. • Dörner: <i>Klinische Chemie und Hämatologie</i>. Thieme, 2003. • Thomas: <i>Labor und Diagnose</i>. TH-Books, 2005. • Lothspeich: <i>Bioanalytik</i>. Spektrum, 2006. <p>Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.</p>				
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)		

Prüfungsform	Klausur (90 min)		Vorleistung	Laborarbeit
Aufbauende Module				
Modulumfang	Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
	60h	120h	0h	180h

2.8. Navigation for Medical Interventions

Modulkürzel NMI	ECTS 5	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Wintersemester
Modultitel Navigation for Medical Interventions					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Medical Devices - Research and Development					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Technical assistance systems, including applications of augmented reality (AR) enter our everyday life. Examples are navigation systems for cars or apps for mobile devices that can overlay virtual information to camera images. Medicine can also profit from these new technologies, for example diagnosis and treatment of patients can possible by improved. However, the introduction of new technologies is challenging because of ethical and legal requirements. The goal of this lecture is to teach students about the basic components for navigation systems in medicine and about the main challenges regarding development and introduction of such systems into clinical practice.					
Lernergebnisse					
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> • tracking technology for localization of medical instruments • medical imaging in the context of further processing to enable navigation during medical interventions • 3D reconstruction for the localization of anatomical structures • methods for planning of medical interventions • registration of medical imaging data to an intraoperative scene • visualization of imaging and planning data by using virtual and augmented reality • software development for navigated medical interventions 					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • T. Peters and K. Cleary: <i>Image-Guided Interventions</i>. Springer, 2008. • E. Neri, D. Caramella und C. Bartolozzi: <i>Image Processing in Radiology: Current Applications (Medical Radiology / Diagnostic Imaging)</i>. Springer, 2008. • F. A. Jolesz: <i>Intraoperative Imaging and Image-Guided Therapy</i>. Springer, 2014. • W. Niederlag, H. U. Lemke, G. Strauß, H. Feußner: <i>Der digitale Operationssaal</i>. Walter de Gruyter, 2014. • H. J. Johnson, Matthew M. McCormick, L. Ibáñez: <i>The ITK Software Guide</i>. Kitware, Inc., 2005. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	90h	0h	150h

2.9. Optical Systems in Medicine

Modulkürzel OPMED	ECTS 5	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO	Turnus nur Wintersemester	
Modultitel Optical Systems in Medicine					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Medical Devices - Research and Development					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Optische Systeme haben insgesamt einen bedeutenden Anteil in der Medizintechnik. Darüber hinaus enthalten viele mechatronische und medizintechnische Geräte optische Komponenten oder Teilsysteme. Ziel der Veranstaltung ist es deshalb, den Studierenden die wesentlichen Kenntnisse wissenschaftlich fundiert zu vermitteln, die zur Entwicklung optischer Systeme in der Medizintechnik notwendig sind.					
Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden					
Fachkompetenz					
<ul style="list-style-type: none"> • die Grundlagen der technischen Optik anwenden • optische Strahlengänge und insbesondere optische Abbildungen mit Hilfe der geometrischen Optik und dem Optikdesign-Programm Zemax entwerfen, beschreiben, beurteilen und optimieren • die Wechselwirkungen des Laserlichts mit dem Gewebe und den Zusammenhang zur Lasersicherheit beschreiben und differenzieren • die Funktionsweise und den aktuellen technischen und wissenschaftlichen Stand wesentlicher optischer Systeme für die Medizintechnik (Mikroskope, Endoskope, Ophthalmologische Geräte, Lasersysteme) beschreiben • die inhaltlichen Voraussetzungen zur Funktion des Laserschutzbeauftragten 					
Methodenkompetenz					
<ul style="list-style-type: none"> • Lösungsansätze zu optischen Problemen in der Mechatronik und in der Medizintechnik recherchieren, berechnen, entwickeln und bewerten • optische Strahlengänge und ihre wesentlichen Kenngrößen berechnen • Korrekturansätze bei Abbildungsfehlern auswählen und anwenden • Bestrahlungsparameter für Laseranwendungen erarbeiten und Handstücke für Lasersysteme entwerfen • die notwendigen Maßnahmen zur Lasersicherheit ermitteln und anwenden 					
Sozial- und Selbstkompetenz					
<ul style="list-style-type: none"> • einzeln und in Kleingruppen Entwicklungsaufgaben vom Lösungsansatz bis zur Optimierung im Bereich der Technischen Optik durchführen 					
Inhalt					
Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen:					
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der technischen Optik: Wellenoptik, Geometrische Optik, Materialien, Lichtleiter • Einführung in das Optikdesign / Zemax: Einführung, Grundlagen, Abbildungsfehler, Optimierung, optische Systeme • Laser in der Medizin: Grundlagen, Lasersysteme, Wechselwirkungen, Anwendungen, Lasersicherheit • Optische Systeme in der Medizin: (Operations-)Mikroskope, Endoskope, Anatomie / Optik des Auges, Geräte für die Ophthalmologie 					
Hinweis: Das Modul entspricht im Wesentlichen dem früheren Modul "Optische Systeme in der Medizin"					
Literaturhinweise					
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Optik</i>. Berlin: Springer, 1997. • <i>Optik</i>. Weinheim: Wiley-VCH, 2001. • <i>Optik für Ingenieure</i>. Berlin: Springer, 2008. • <i>Laser</i>. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2008. • <i>Handbook of Optical Systems</i>. Weinheim: Wiley-VCH, 2009. • <i>Photonik</i>. Berlin: Springer, 2006. • <i>Introduction to lens design</i>. Willmann-Bell, 2001. 					
Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	90h	0h	150h

2.10. Technologie- und Innovationsmanagement

Modulkürzel TIM	ECTS 5	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Technologie- und Innovationsmanagement					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Medical Devices - Research and Development					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Neue Technologien und die Fähigkeit zu technologischen Innovationen entscheiden über die Entwicklung ganzer Volkswirtschaften sowie den langfristigen Erfolg von Unternehmen. Ingenieure wirken an der Entwicklung und fertigungstechnischen Umsetzung neuer Technologien mit und sind dabei aufgefordert, Innovationsprozesse in Forschung und Entwicklung (F&E), Fertigungsvorbereitung und technischem Vertrieb in Bezug auf Qualität, Kosten und Zeit zu optimieren. Die Vorlesung soll die Teilnehmer mit Grundlagen des Innovationsmanagements und der Diskussion einer Vielzahl von Beispielen auf diese Anforderungen vorbereiten.					
Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Teilnehmer unter anderem					
Fachkompetenz					
<ul style="list-style-type: none"> • unterschiedliche Fälle technologischer Innovationen einschätzen (Komponenten-/Systeminnovation, graduelle/radikale Innovation, technologische Innovation/Anwendungsinnovation) • das Zustandekommen radikaler technologischer Innovationen verstehen (radikale Innovationen als Etappenprozess) • Möglichkeiten zur Realisierung von Innovationen in Netzwerken beurteilen • Bedeutung des Faktors Zeit im Technologiewettbewerb verstehen • typische Ursachen von Fehlprognosen beim Umgang mit neuen Technologien verstehen 					
Methodenkompetenz					
<ul style="list-style-type: none"> • S-Kurven-Konzept und Erfahrungskurven-Konzept als praktische Methoden des Innovationsmanagements anwenden • den strategischen Planungsprozess für (neue) Technologien mit den Phasen 1. Exploration, 2. Bewertung und 3. Strategieformulierung eigenständig moderieren • Methoden wie eine technologieorientierte Umweltanalyse und eine Technologie-Portfolio-Analyse zielführend einsetzen 					
Sozial- und Selbstkompetenz					
<ul style="list-style-type: none"> • komplexe Fragestellungen des Technologie- und Innovationsmanagements einzeln bearbeiten, in Kleingruppen sachbezogen diskutieren und Ergebnisse präsentieren 					
Inhalt					
01 Grundlagen					
02 Radikale Systeminnovationen als Etappenprozess					
03 Innovationsnetzwerke					
04 Zeitwettbewerb					
05 Fehlprognosen					
06 Strategische Technologieplanung 1: Exploration					
07 Strategische Technologieplanung 2: Bewertung					
08 Innovationsorganisation					
Literaturhinweise					
<ul style="list-style-type: none"> • Wettengl, S.: <i>Initiierung technologischer Systeminnovationen</i>. Göttingen: V&R, 1999. • Pfeiffer, W. et al.: <i>Funktionalmarkt-Konzept zum strategischen Management prinzipieller technologischer Innovationen</i>. Göttingen: V&R, 1997. • Vahs, D.; Burmester, R.: <i>Innovationsmanagement</i>. 3. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2005. • Henderson, R.M.; Clark, K.B.: <i>Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms</i>. In: <i>Administrative Science Quarterly</i>. (1990, 35), 9-30. 					
Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (4 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung		
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	90h	0h	150h

2.11. Ultraschall in der Theragnostik

Modulkürzel USTH	ECTS 6	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Ultraschall in der Theragnostik					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Medical Devices - Research and Development					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs In der Medizintechnik ist der Einsatz von Ultraschall als nicht-invasives Verfahren weit verbreitet, in vielen Fachgebieten wegen fehlender Nebenwirkungen wohl akzeptiert und von großer Bedeutung. Ultraschall lässt sich sogar kombiniert in Diagnostik und Therapie mit innovativen Ansätzen simultan applizieren, was sich mit dem Kunstwort "Theragnostik" beschreiben lässt. Es werden z.B. Mikroblasen zum einen als diagnostisches Kontrastmittel aber auch zum anderen als Medikationsträger benutzt, die lokal zerstört zu einer gezielten Medikation führen. Weiterhin kann speziell modulierter Ultraschall bei diagnostischer Dosierung die Wundheilung verbessern und sogar während eines Blutfluss-Monitorings die Embolyse-Behandlung bei Schlaganfallpatienten beschleunigen. Der zukünftige Medizintechniker soll also hier zunächst in die etablierten diagnostischen Verfahren der Bildgebung sowie in die spektralen Verfahren der Blutflussmessung und Gewebecharakterisierungen eingeführt werden und dabei auch das Basiswissen der zugehörigen Gerätetechnik erwerben. Danach soll das Wissen über neue Möglichkeiten der Ultraschallapplikation in Kombination mit therapeutischen Ansätzen vertieft werden. Laborveranstaltungen festigen das in den Vorlesung erlernte mittels praktischer Übung an künstlichen Kreisläufen mit zum Teil eigenentwickelten digitalen Ultraschallgeräten.					
Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Anwenden und Überprüfen von Ultraschallsystemen bezüglich diagnostischer und therapeutischer Dosierung Wissen über Aufbau moderner Ultraschallgeräte und Verstehen von Verfahren der bildgebenden Diagnostik in Kombination mit Blutflussmessungen Verstehen von Möglichkeiten des Einsatzes von Ultraschall in der physikalischen Therapie ohne Applikation erhöhter Dosierungen Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Einsetzen von Bildgebendem Ultraschall mit Verfahren des "Beamforming" bis hin zur 3D-Bilderfassung in Realzeit Interpretation von Spektraler Ultraschall Dopplersonografie zur Blutflussmessung Einsetzen von Ultraschallkontrastmittel mit dem Effekt für gezielte Medikation Sozial- und Selbstkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Bearbeitung von Projekten im Team; Berichterstellung und Präsentation 					
Inhalt Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen: <ul style="list-style-type: none"> Ultraschallgeber: Einzelschwinger, Scanner-Elemente Ultraschalldosierung und einschlägige gesetzliche Anforderungen Ultraschall in der Diagnostik (Flussmessungen, Bildgebende Verfahren) Ultraschall in der Therapie (Hyperthermie, Aerosol-Therapie etc.) Innovative Ansätze für den Einsatz von diagnostischem Ultraschall in der Therapie Laborveranstaltungen: Messung und Anforderungen der Ultraschalldosierung; digitalen Ultraschallscannersystem mit "beam-former"; Mikroblasen in einem künstlichen Kreislauf unter Ultraschalleinstrahlung (Medikationsträger und Kontrastmittel) 					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> R. Brucher: <i>Skript Ultraschall in der Theragnostik</i>. R. Brucher, V. Schilling-Kästle: <i>Tutorial und Vorlagen zur Laborveranstaltung Ultraschall in der Anwendung</i>. Frederick Kremkau: <i>Diagnostic Ultrasound (Principles and Instrumentation)</i>. W.B. Saunders Company, 1993. Murtaza Ali, Dave Magee, Udayan Dasgupta: <i>Signal Processing Overview of Ultrasound Systems for Medical Imaging</i>. In: SPRAB12 White Paper. (2008). Rudolf Millner: <i>Ultraschalltechnik</i>. VEB Fachbuchverlag, 1987. David Evans: <i>Doppler Ultrasound (instrumentation and signal processing)</i>. John Wiley&Sons, 2000. R. Brucher, V. Schilling-Kästle: <i>Laborunterlagen mit Literaturverzeichnis</i>. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		sonstiger Leistungsnachweis		Vorleistung	Laborarbeit
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit

	60h	90h	30h	180h
--	-----	-----	-----	------

2.12. Ultrasound in Theragnostics

Modulkürzel ULTH	ECTS 5	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Ultrasound in Theragnostics					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Medical Devices - Research and Development					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs					
Lernergebnisse					
Inhalt					
Literaturhinweise					
<ul style="list-style-type: none"> • R. Brucher: <i>Skript Ultraschall in der Theragnostik</i>. • R. Brucher, V. Schilling-Kästle: <i>Tutorial und Vorlagen zur Laborveranstaltung Ultraschall in der Anwendung</i>. • Frederick Kremkau: <i>Diagnostic Ultrasound (Principles and Instrumentation)</i>. W.B. Saunders Company, 1993. • Rudolf Millner: <i>Ultraschalltechnik</i>. VEB Fachbuchverlag, 1987. • David Evans: <i>Doppler Ultrasound (instrumentation and signal processing)</i>. John Wiley&Sons, 2000. • R. Brucher, V. Schilling-Kästle: <i>Laborunterlagen mit Literaturverzeichnis</i>. • Murtaza Ali, Dave Magee, Udayan Dasgupta: <i>Signal Processing Overview of Ultrasound Systems for Medical Imaging</i>. In: SPRAB12 White Paper. (2008). <p>Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.</p>					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	60h	30h	150h