

<b>Modulname</b>	<b>Optimierung</b>		
<b>Stand</b>	August 2020		
<b>Modulcode</b>	OPTM		
<b>Anzahl ECTS-Punkte</b>	4		
<b>Gesamtarbeitsaufwand / Workload in Stunden</b>	1 ECTS entspricht 30h Aufwand für die Studierenden jede Lektion (1h Kontaktstudium/Woche) ergibt 14h/Semester		
	<b>Kontaktstudium</b>	davon	Total:
	<b>Anteil Theorie und Übung</b>	V: 4 Lekt.	56 Stunden
	<b>Praktikum (P) (Kleingruppen)</b>	Ü: 0 Lekt.	Stunden
		P: Lekt.	Stunden
	<b>Begleitetes Selbststudium</b>	„Projekt-Arbeiten“	0 Stunden
<b>Individuelles Selbststudium</b>	Hausaufgaben / Übungen + Prüfungsvorbereitung	64 Stunden	
<b>Total</b>		<b>120 Stunden</b>	
<b>Regel-Semester</b>	<b>Vollzeit:</b> 4. Semester	<b>Teilzeit:</b> 6. Semester	
<b>Unterrichtssprache</b>	D		
<b>Modulniveau</b> (Erklärung am Ende)	<input checked="" type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S
<b>Modultyp</b> (Erklärung am Ende)	<input type="checkbox"/> C Pflicht	<input checked="" type="checkbox"/> R Stand.	<input type="checkbox"/> M Wahl
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Martin Bünner		
<b>Dozierende</b>	Martin Bünner, Lin Himmelmann, Klaus Frick		
<b>Lehr-/Lernmethoden</b> primäres Konzept	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassenunterricht mit Lehrvortrag und Übungen (Lehrvortrag und Übung sind integriert und nicht separate Veranstaltungen)</li> <li>• Selbststudium (= Hausaufgaben)</li> <li>• Gruppenarbeiten</li> </ul>		
<b>Leitidee</b> der Umsetzung	Grundzüge der Mathematischen Methoden der Optimierung kennenlernen. Anwendung der Methoden in den Feldern: (a) Ingenieurwissenschaften und (b) Wirtschaft.		

<p><b>Praxisbezug</b> Sicherstellung Praxisbezug</p>	<p>In den Vorlesungen und Übungen werden zahlreiche Fallbeispiele, Übungsaufgaben und Beispiele aus der Praxis (Ingenieurwissenschaften &amp; Wirtschaft) detailliert aufgezeigt, erklärt und besprochen.</p>
<p><b>Umsetzung der WING-Anf</b> Kommunikation Teamarbeit Systemdenken Industrielle Prozesse Mechatronik</p>	<p><u>Systemdenken</u> Systemübergreifendes abstrahieren der Problemstellung</p> <p><u>Industrielle Prozesse</u> Fallbeispiele aus Produktion und Fertigung</p> <p><u>Mechatronik</u> Fallbeispiele aus Mechanik &amp; Elektrotechnik</p> <p><u>Teamarbeit</u> Gruppenarbeit bei der Problemlösung</p>
<p><b>Angestrebte Lernergebnisse (Abschlusskompetenzen)</b></p>	<p><b>Fachkompetenzen:</b> Die Studierenden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In der Praxis auftretende Extremalwert- und Optimierungsaufgaben erkennen und in eine mathematische Optimierungsaufgabe überführen.</li> <li>• Optimierungsaufgaben mathematisch korrekt klassifizieren. Darüber hinaus kennen die Studierenden die Eigenschaften der Lösungsmengen der verschiedenen Klassen.</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenzen:</b> Die Teilnehmenden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematisch korrekte Lösungsverfahren identifizieren.</li> <li>• Mit Hilfe von geeigneten Werkzeugen Lösungsverfahren korrekt anwenden und die Ergebnisse interpretieren</li> </ul> <p><b>Selbstkompetenzen:</b> Die Teilnehmenden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Grenzen der erlernten Verfahren einschätzen</li> </ul> <p><b>Sozialkompetenzen:</b> Die Teilnehmenden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit Fachexperten anderer Disziplinen im Team Optimierungsaufgaben formulieren und lösen</li> </ul>

Modul-/Lerninhalte	Themen-/Lernblock:
	<b>Inhalte / Themen</b>
	<b>Woche 1</b>
	<b>I. Grundlagen</b>
	<b>I.1 Funktionen, Stetigkeit, Differenzierbarkeit</b>
	1. und 2. Ableitungen in 1D rechnen Übungen ableitungen
	<b>I.2 Lokale &amp; globale Max/Min in R</b>
	<b>I.3 Matlab wiederholen</b>
	<b>Woche 2</b>
	<b>II. Univariate Optimierung</b>
	einfache Lösungsmethoden, analytisch & graphisch
	<b>II.1 Univariate reelwertige Optimierung</b>
	ohne Nebenbedingungen Bsp : $(1+x^2)$ Lösungsweg: Differentialrechnung mit Nebenbedingungen Leitproblem: Regenrinne Lösungsweg: Differentialrechnung + graphisch
	<b>Woche 3</b>
	<b>II.2 Univariate ganzzahlige Optimierung</b>
	<b>I.4 Mehrdimensionale Funktionen</b>
	Funktionen als Flächen mit Matlab zeichnen als Fläche und Kontourplot Lineare & affine Abbildungen
	<b>I.5 Gradient, Hesse-Matrix</b>
	partielle Ableitung, Gradient Hesse-Matrix, positiv & negativ definit Jacobi-Matrix
	<b>I.6 Stationäre Punkte, lok. Minima &amp; Maxima im <math>R^N</math></b>
	<b>Woche 4</b>
	<b>III. Multivariate Optimierung</b>
	<b>III.1 Reelwertige Optimierung ohne Nebenbedingungen</b>
	Leitproblem: Optimale Position von Lager ohne Nebenbedingungen; Bsp Paraboloid Lösungsweg: Differentialrechnung
	<b>Woche 5</b>
	<b>III.2 Linear Programming</b>
	Leitproblem: Optimales Produktionsprogramm Lösungsweg: Graphisch
	<b>Woche 6</b>
	<b>III.3 Reelwertige Optimierung mit Nebenbedingungen, nichtlinear</b>
	Leitproblem: Biegebalken Lösungsweg: Graphisch
	<b>III.6 Weitere Themen</b>
	III.6.1. Mehrziel-Optimierung III.6.2 Straffunktionen
	<b>Woche 7</b>
	<b>III.4 Integer-Optimierung</b>
	Integer-LP Leitproblem: Optimales Produktionsprogramm Kombinatorische Optimierung Leitproblem: TSP Bsp: Routenwahl Lösungsweg: Suche
	<b>III.5 Mixed-Integer Optimierung</b>
	Leitproblem: Optimales Produktionsprogramm Lösungsweg: graphisch + Suche
	<b>Woche 8</b>
	<b>Testat, 90 Min Bearbeitungszeit, 90 Min Korrektur</b>
	<b>Woche 9</b>
	<b>IV. Computer-gestützte, numerische Verfahren zur Lösung von Optimierungsproblemen</b>
	<b>IV.1 Grundlagen Optimierungs-Algorithmen</b>
	Beispiel: Newton-Verfahren in 1D, Suche von kritischen Punkten (Min. und Max), selber in Matlab programmieren Abbruchbedingung Qualitätsmasse (Anzahl der Iterationen, Anz der Funktionsaufrufe, Konvergenzrate etc)
	<b>Woche 10</b>
	<b>IV.2 Das Simplex-Verfahren zur Lösung von LP-Problemen</b>
	Idee Simplex-Verfahren darstellen, einfache Übungen mit Matlab; linprog verwenden
	<b>Woche 11</b>
	Anwendungsprojekt diet problem
	<b>Woche 12</b>
	<b>IV.3 Das SQP-Verfahren zur Lösung von NLP-Problemen</b>
	Verfahrens-Idee Umsetzung in Matlab mit fmincon Bsp in der Vorlesung Übungen
	<b>Woche 13</b>
	<b>IV.4 Relaxation und Enumeration zur Lösung von Integer- und mixed-integer Problemen</b>
	Verfahrens-Idee Umsetzung in Matlab mit Listen, fmincon und linprog Bsp in der Vorlesung Übungen
	<b>Woche 14</b>
	<b>IV.5 Ausblick</b>
	Wichtig: Es gibt keine effizienten generischen Verfahren Alle effizienten Verfahren beziehen sich auf genau eine Problemklasse Generische, aber in allerhöchstem Masse nicht-effiziente Verfahren sind: Würfeln, Parameter-Scans

<b>Vorkenntnisse (Eingangskompetenzen)</b>	<p>Mathematik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktionen in <math>\mathbb{R}</math> und <math>\mathbb{R}^N</math></li> <li>- Ableitung, Gradient</li> <li>- Integralrechnung in <math>\mathbb{R}</math></li> <li>- Grundfunktionen</li> <li>- Grundzüge der Vektor-Algebra (Vektoren, Matrizen, Rechenoperationen)</li> </ul> <p>Matlab-Grundlagen und –Anwendung</p> <p>Angewandte Programmierung</p> <p>Simulationsmethoden</p>
<b>Lehrmittel/-materialien</b>  <b>Methoden</b>  <b>Vorlagen</b>  <b>Konzepte</b>	<p>Pfichtliteratur: (Skript, Bücher, etc)</p> <p>Martin Bünner «Optimierung für Wirtschaftsingenieure», Springer Verlag</p> <p>Lothar Papula «Mathematische Formelsammlung», Springer Verlag</p> <hr/> <p>Weiterführende Literatur: (Empfehlung an Doz. oder Stud.)</p>
<b>Leistungsnachweise:</b>  <b>Prüfungsart und -dauer</b>	<p><input checked="" type="checkbox"/> schriftliche Prüfung; Dauer: 60 min</p> <p><input type="checkbox"/> Präsentationen, Dauer:</p> <p><input type="checkbox"/> Korreferate</p> <p><input type="checkbox"/> Projekte</p> <p><input type="checkbox"/> Lernberichte</p> <p><input type="checkbox"/> schriftliche Arbeiten</p> <p><input type="checkbox"/> andere, nämlich:</p>
<b>Leistungsnachweise:</b>  Weitere Angaben (z.B. Gewichtung der Prüfungsteile bei mehreren Leistungsnachweisen, erlaubte Hilfsmittel, Anforderungen)	<p>erlaubte Hilfsmittel in der schriftlichen Prüfung:</p> <p>Lothar Papula «Mathematische Formelsammlung», Springer Verlag</p>
<b>Zulassungsbedingungen zu den Prüfungen</b>	<p>keine</p>
<b>NICHT enthaltene Inhalte</b> werden explizit in einem anderen Modul erwartet oder vorausgesetzt!	
	<p>1 - Potential</p>

<b>Werkstatt-Inhalte</b> werden explizit in einem Werkstattmodul behandelt!	2 - Idee	
	3 - Entwurf	
	4 - Prototyp	
	5 - Optimierung	
<b>Geplante Bildungsausflüge</b> Exkursionen, Firmenbesuche	keine	
<b>Notwendige Systeme</b> Software, Hardware Ausrüstung Zimmer Praktika etc. (Investitions-Planung)	Bei allen Terminen werden gebraucht:  Matlab/octave lokal auf dem Laptop der Studierenden	
<b>Besonderes</b>		

*Legende Modulniveau:*

*B – Basic level course: Modul bzw. Kurs zur Einführung in das Basiswissen eines Gebiets*

*I – Intermediate level course: Modul bzw. Kurs zur Vertiefung der Basiskenntnisse*

*A – Advanced level course: Modul bzw. Kurs zur Förderung und Verstärkung der Fachkompetenz*

*S – Specialised level course: Modul bzw. Kurs zum Aufbau von Kenntnisse und Erfahrungen in einem Spezialgebiet*

*Legende Modultyp:*

*C – Core course: Modul bzw. Kurs des Kerngebiets eines Studienprogramms (Pflichtmodul bzw. Pflichtkurs)*

*R – Related course: Unterstützungsmodul bzw. -kurs zum Kerngebiet (z.B. Vermittlung von Vor- oder Zusatzkenntnissen)  
(Wahlpflichtmodul bzw. -kurs)*

*M – Minor course: Wahlmodul bzw. -kurs*