



Hochschule Landshut
Fakultät Maschinen- und Bauwesen

Studien- und Prüfungsplan mit Modulhandbuch

Master
Leichtbau und Simulation (M.Eng.)

Studienbeginn Sommersemester 2017 und später
Gültig für: Wintersemester 2023/24

Studienziele und Kompetenzprofil

Der Masterstudiengang Leichtbau und Simulation hat das Ziel, den Teilnehmern auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden beruhende Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen zu vermitteln, die sie für

1. eine Tätigkeit als Fachspezialist für Berechnung, Versuch, Konstruktion, Entwicklung und Fertigung,
2. eine Tätigkeit als Führungskraft für Berechnung, Versuch, Konstruktion, Entwicklung und Fertigung oder
3. eine wissenschaftliche Weiterqualifizierung im Rahmen einer Promotion befähigen.

Die Absolventen des Studiengangs werden mit den angebotenen Qualifikationen in die Lage versetzt, Entwicklungs- und Fertigungsprozesse in einem komplexen Umfeld zu verstehen und zu gestalten sowie innovative Produkte und Technologien mit modernen CAE-Methoden und Instrumenten zu entwickeln.

Aus den angegebenen Zielen lassen sich die folgenden Lernergebnisse ableiten:

1. Die Absolventen verfügen über vertiefte Kenntnisse
 - a) der höheren Mathematik und der numerischen Mathematik,
 - b) der Verfahren, die für die Lösung von konstruktiven Problemen bei der Produkt- und Prozessentwicklung eingesetzt werden,
 - c) der Analysemethoden für die Auslegung und Optimierung von Leichtbaukonstruktionen,
 - d) der Mehrkörperdynamik,
 - e) der Kontinuumsmechanik fester Körper einschließlich der Bruchmechanik und Materialermüdung,
 - f) der Möglichkeiten und Grenzen rechnerischer und experimenteller Simulation,
 - g) der Fertigungsverfahren für Faserverbundwerkstoffe und der Klebtechnik.
2. Die Absolventen verfügen über die Fertigkeit,
 - a) beanspruchungsgerechte Leichtbaukonstruktionen methodisch zu entwickeln,
 - b) Versuche zu definieren und aufzubauen sowie Versuchsergebnisse zu interpretieren und mit berechneten Daten abzugleichen,
 - c) für die Auslegung relevante Belastungen systematisch zu erfassen und aufzubereiten,
 - d) mechanische Eigenschaften von Klebungen und Faserverbundwerkstoffen zu berechnen,
 - e) kommerzielle und/oder open source Software zur numerischen Berechnung von statisch oder dynamisch belasteten Strukturen, thermisch beanspruchter Bauteile sowie von Strömungen sicher anzuwenden und die Ergebnisse richtig zu bewerten,
 - f) dynamische Vorgänge von Systemen aus starren Körpern und elastischen Systemen zu analysieren sowie Regler für dynamische Systeme auszuwählen und auszulegen.

3. Die Absolventen verfügen über die Kompetenz,
- a) Aufgabenstellungen klar zu erkennen und zu definieren,
 - b) Lösungen für komplexe Berechnungs- und Entwicklungsaufgaben, die nicht Standard sind, zu erarbeiten und mit Hilfe von kommerzieller und/oder open source Software umzusetzen,
 - c) Entwicklungsprojekte zu definieren, zu gliedern und den benötigten Bedarf an Zeit und Ressourcen abzuschätzen,
 - d) Projekte zu leiten, dabei auf Einhaltung der Termine zu achten und mit externen Firmen zusammenzuarbeiten,
 - e) sich selbständig in neue Aufgabengebiete einzuarbeiten.

Inhaltsverzeichnis

Studien- und Prüfungsplan für den Studiengang Master Leichtbau und Simulation	5
LS110: Mathematische Grundlagen.....	7
LS120: Produktentwicklung und Projektmanagement.....	8
LS130: Strukturleichtbau.....	9
LS140: Simulationspraktikum.....	10
LS150: Stoff- und Systemleichtbau.....	12
LS210: Numerische Berechnungsverfahren	14
LS220: Dynamische Systeme	15
LS230: Strukturmechanik.....	16
LS240: Projektarbeit	17
LS300: Masterarbeit.....	18

Studien- und Prüfungsplan für den Studiengang Master Leichtbau und Simulation

Gültig im Wintersemester 2023/24

Stand: 16.01.2023

Folgende Veranstaltungen werden den benannten Hochschullehrern als Dienstaufgabe für das benannte Semester zugewiesen.*

*Es wird durchgehend die geschlechtsunspezifische Form benutzt. Diese ist per Definition gleich der des grammatikalischen Maskulinums.

	Modul / Lehrveranstaltung	Dozent(-en)	1. Semester Grundlagen		2. Semester Angewandte Mechanik		3. Semester Masterarbeit		Prüfung
			SWS	ECTS	SWS	ECTS	SWS	ECTS	
LS110	Mathematische Grundlagen		5	6					schrP, 120 Min.
LS111	Numerische Mathematik (NumMath)	Höling	3						
LS112	Höhere Mathematik (HM)	Gubanka	2						
LS120	Produktentwicklung und Projektmanagement		6	6					schrP, 180 Min.
LS121	CAE-Methoden in der Produktentwicklung	Babel, Weinbrenner	3						
LS122	Projektmanagement	Maurer	3						
LS130	Strukturleichtbau		6	6					schrP, 120 Min.
LS131	Leichtbaukonstruktion	Huber	4						
LS132	Leichtbauelemente	Reiling	2						
LS140	Simulationspraktikum	Reiling, N.N.	4	5					2 Berichte
LS150	Stoff- und Systemleichtbau		7	7					schrP, 120 Min.
LS151	Füge- und Verbindungstechnik	Reiling	3						
LS152	Faserverbundtechnologie	Reiling	2						
LS153	Werkstoffmodellierung	Saage	2						
LS210	Numerische Berechnungsverfahren				8	8			StA
LS211	Numerische Strömungsberechnung (CFD)	Maurer			3				
LS212	Methode der Finiten Elemente (FEM)	Maurer			5				
LS220	Dynamische Systeme				7	8			schrP, 180 Min.
LS221	Mehrkörpersimulation (MKS)	Förg			5				
LS222	Simulation von Regelsystemen	Jautze			2				
LS230	Strukturmechanik	Huber			8	9			schrP, 120 Min.
LS231	Kontinuumsmechanik	Huber, Klaus			5				
LS232	Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik	Huber			3				
LS240	Projektarbeit	diverse			4	5			Bericht + Vortrag
LS300	Masterarbeit							30	Masterarbeit + Kolloquium
Summe			28	30	27	30		30	

Abkürzungen

SWS: Semesterwochenstunden
schrP: schriftliche PrüfungECTS: Punkte nach dem European Transfer and Accumulation System
StA: Studienarbeit mit Note

Erläuterungen zum Studienplan

Der Studiengang ist in drei Studienabschnitte unterteilt, die sich jeweils über ein Studiensemester erstrecken:

1. Studiensemester: Grundlagen (Module LS110 bis LS150)
2. Studiensemester: Vertiefung in Angewandter Mechanik (Module LS210 bis LS240)
3. Studiensemester: Masterarbeit

Im zweiten Studiensemester besteht die Möglichkeit, anstelle der Vertiefungsrichtung "Angewandte Mechanik" die Vertiefungsrichtung "Fahrzeugbau" zu wählen, die an der Partnerhochschule HAW Ingolstadt im Rahmen des Masterstudienganges Technische Entwicklung angeboten wird.

LS110: Mathematische Grundlagen			
Kennnummer: LS110	Leistungspunkte: 6 ECTS Kontaktzeit: 5 SWS (75 h) Workload (Kontaktzeit und Selbststudium): 180 h	Studienplansemester: 1. Sem.	Dauer: 1 Sem.
Lehrveranstaltungen:	- Numerische Mathematik (3 SWS) - Höhere Mathematik (2 SWS)		
Lehrformen:	Seminaristischer Unterricht		
Qualifikationsziele:	<p>Kenntnisse Kenntnisse der Grundlagen der numerischen Mathematik und der höheren Mathematik</p> <p>Fertigkeiten Selbstständiges Bearbeiten von Aufgabenstellungen auf dem Gebiet der numerischen Mathematik und der höheren Mathematik</p> <p>Kompetenzen Die Teilnehmer erkennen selbstständig typische Aufgabenstellungen auf dem Gebiet der numerischen Mathematik und auch der höheren Mathematik. Sie können hierfür Lösungen erarbeiten und die Lösungen hinsichtlich ihrer Bedeutung einordnen und interpretieren.</p>		
Inhalte:	<p>Numerische Mathematik: Direkte Lösung von linearen Gleichungssystemen, Iterative Lösung von linearen Gleichungssystemen, Iterative Lösung von skalaren Gleichungen, Iterative Lösung von nichtlinearen Gleichungssystemen, Verfahren zur Lösung von Eigenwertproblemen, Approximation und Interpolation, Numerische Integration, Bedeutung von Rundungsfehlern</p> <p>Höhere Mathematik: Kurven und Kurvenintegrale, Mehrfachintegrale, Flächen und Flächenintegrale, Integralsätze, Tensoralgebra und Tensoranalysis, Beispiele aus der Strömungsmechanik (Euler-Gleichungen, Navier-Stokes-Gleichungen) sowie der Elastizitätstheorie (Lamé-Gleichungen)</p>		
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse der Ingenieurmathematik, wie sie in einem grundständigen technischen oder naturwissenschaftlichen Studiengang vermittelt werden		
Prüfungsformen:	Schriftliche Prüfung		
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten:	Bestandene schriftliche Prüfung		
Häufigkeit des Angebots:	Mindestens einmal pro Jahr		
Modulbeauftragte(r):	Prof. Dr. rer. nat. Höling		
Literatur:	<p>Numerische Mathematik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Press, W.H., Teukolsky, S.A., Vetterling, W.T., Flannery, B.P., Numerical Recipes in C, Prentice Hall, Cambridge University Press, Cambridge - Schwetlick, H., Kretzschmar, H., Numerische Verfahren für Naturwissenschaftler und Ingenieure, Fachbuchverlag Leipzig, Leipzig - Stoer, J., Numerische Mathematik I, Springer Verlag, Berlin - Stoer, J., Bulirsch, R., Numerische Mathematik II, Springer Verlag, Berlin - Törnig, W., Spellucci, P., Numerische Mathematik für Ingenieure und Physiker, I + II, Springer Verlag, Berlin - Weltner, K., Mathematik für Physiker, Bände 1 und 2, Springer <p>Höhere Mathematik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Burg, Haf, Wille, Vektoranalysis, Teubner - Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Bände 2 und 3, Vieweg - Weltner, Mathematik für Physiker, Bände 1 und 2, Springer - Schade, Neemann, Tensoranalysis, de Gruyter - Itskov, Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers, Springer - do Carmo, Differentialgeometrie von Kurven und Flächen, Vieweg 		

LS120: Produktentwicklung und Projektmanagement			
Kennnummer: LS120	Leistungspunkte: 6 ECTS	Studienplansemester: 1. Sem.	Dauer: 1 Sem.
	Kontaktzeit: 6 SWS (90 h)		
	Workload (Kontaktzeit und Selbststudium): 180 h		
Lehrveranstaltungen:	- CAE-Methoden in der Produktentwicklung (3 SWS) - Projektmanagement (3 SWS)		
Lehrformen:	Seminaristischer Unterricht		
Qualifikationsziele:	<p>Kenntnisse Ziel ist die Vermittlung grundlegender Arbeits- und Problemlösungsmethoden zur erfolgreichen Entwicklung von Produkten bzw. Abwicklung von Projekten, von der systematischen Zielplanung bis zur Absicherung der Zielerreichung und dem Umgang mit Krisen. Aufbauend auf Basismethoden werden exemplarisch wichtige industriell angewandte Methoden (z. B. QFD, Morphologie, Widerspruchsmethoden usw....) vermittelt. Ausgehend von den Gedanken des Systems Engineering liegen die Schwerpunkte des Fachs auf Methoden zur Aufgabenklärung, zur Lösungsfindung (intuitiv und systematisch), sowie zur Bewertung von Alternativen und der Auswahl von Lösungen. Ergänzend dazu werden Methoden zur effektiven und effizienten Steuerung von Projekt- und Entwicklungsprozessen vermittelt.</p> <p>Fertigkeiten Die Studierenden wählen zielgerichtet geeignete Methoden aus und wenden diese anhand praktischer Projektbeispiele an. Sie beantworten weiterhin Verständnisfragen zu den in der Vorlesung behandelten Methoden und Konzepten, erklären in Worten deren Funktionsprinzipien und Merkmale. Sie geben Definitionen wieder und übertragen erlerntes Wissen auf neue Anwendungssituationen.</p> <p>Kompetenzen Nach dem Besuch der Lehrveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, durch die zielgerichtete Auswahl und Anwendung der vorgestellten Methoden, Ergebnisse im Verlauf eines Projekt- und Produktentwicklungsprozesses zu schaffen.</p>		
Inhalte:	<p>CAE-Methoden in der Produktentwicklung: - Problemlösungsprozess: Problemarten, Problemlösungsmethoden, Strategien, Systemerstellung, Zweck des methodischen Vorgehens, Methodik und Intuition - Organisation der Konstruktion - Methodisches Konstruieren in der Konzeptphase mit Beispielen zu Aufgabenklärung, Festlegung von Funktion, Physik, Wirkgeometrie und Konzept - Methoden der Integrierten Produktentwicklung - Praktischer Rechnereinsatz im Produktentwicklungsprozess - Analyse, Bewertung und Auswahl von Lösungen</p> <p>Projektmanagement: Projektdefinition, Festlegen von Arbeitspaketen, Projektressourcen, Zeitplanung mit Meilensteinen, Projektablauforganisation, Projektcontrolling, Zusammenarbeit im Projekt</p>		
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in Maschinenelemente, Konstruktion, Getriebelehre und CAD, wie sie in einem grundständigen technischen Studiengang vermittelt werden.		
Prüfungsformen:	Schriftliche Prüfung		
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten:	Bestandene schriftliche Prüfung		
Häufigkeit des Angebots:	Mindestens einmal pro Jahr		
Modulbeauftragte(r):	Prof. Dr.-Ing. Babel		
Literatur:	<p>CAE-Methoden in der Produktentwicklung: - 3D-Drucken: Grundlagen und Anwendungen des Additive Manufacturing (AM); Gebhardt, A.; Kessler, J.; Thurn, L.; Hanser-Verlag, Auflage 2016r - Bionik in der Strukturoptimierung; Praxishandbuch für ressourceneffizienten Leichtbau; A. Sauer; Vogel Communications Group GmbH & Co. KG, Würzburg Auflage 2018 - Roloff/Matek Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung; H. Wittel, D. - Klaus J. Conrad; Grundlagen der Konstruktionslehre; 2018 - Jannasch, J. Voříšek, C. Spura; Springer-Vieweg-Verlag 24. Auflage 2019 - Ehrlenspiel, K.; Meerkamm, H.: Integrierte Produktentwicklung – Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 6. Aufl. München: Hanser 2017 - Bender, B. (Hrsg.); Gehricke, K. (Hrsg.): Pahl/Beitz Konstruktionslehre – Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung. 9. Aufl. Berlin: Springer 2021 Weitere Literatur wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p> <p>Projektmanagement: - Witschi, Erb, Biagini, Projektmanagement, Verlag industrielle Organisation, Zürich</p>		

LS130: Strukturleichtbau			
Kennnummer: LS130	Leistungspunkte: 6 ECTS	Studienplansemester: 1. Sem.	Dauer: 1 Sem.
	Kontaktzeit: 6 SWS (90 h)		
	Workload (Kontaktzeit und Selbststudium): 180 h		
Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> - Leichtbaukonstruktion (4 SWS) - Leichtbauelemente (2 SWS) 		
Lehrformen:	Seminaristischer Unterricht, Übungen		
Qualifikationsziele:	<p>Kenntnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Torsion prismatischer dünnwandiger Stäbe mit Wölbbehinderung - Aufbau und Berechnung von Leichtbaustrukturen - Mechanik von isotropen und anisotropen Leichtbauelementen - Leichtbaugerechtes Konstruieren und Systemleichtbau <p>Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse und Auslegung von dünnwandigen isotropen und anisotropen Strukturen - Anwendung werkstoffhybrider Strukturen - Entwicklung von beanspruchungsgerechten Leichtbaukonstruktionen - Bewertung von Leichtbaustrukturen mittels problemangepasster Kennzahlen <p>Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Selbständige und kritische Anwendung von Leichtbauelementen und -strukturen - Erkennen und Ausschöpfen von Leichtbaupotenzialen - Methodische Entwicklung von Leichtbaukonstruktionen im betrieblichen Umfeld 		
Inhalte:	<p>Leichtbaukonstruktion: Wölbkrafttorsion, Schubfeldkonstruktionen, Stabilität isotroper Leichtbauelemente, Leichtbaugerechtes Konstruieren, Methodisches Konstruieren im Leichtbau, Systemleichtbau, Leichtbaupotenziale und Bewertungsmöglichkeiten, werkstoffhybride Strukturen und Verbundbauweisen</p> <p>Leichtbauelemente: Werkstoffdaten von Faserverbundwerkstoffen, FEM-Laminatberechnung, Stabförmige Faserverbundbauteile (Balken, Stäbe, Rahmenstrukturen), Flächige Faserverbundbauteile (Membran, Scheibe, Platte, Schale), Sandwichelemente, Stabilität anisotroper Leichtbauelemente und Sandwichelemente, Praxisbeispiele aus dem Automobilbau</p>		
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in Technischer Mechanik, Festigkeitslehre und Konstruktion, Werkstofftechnik, Kunststofftechnik und FEM, wie sie in einem grundständigen technischen Studiengang vermittelt werden		
Prüfungsformen:	Schriftliche Prüfung		
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten:	Bestandene schriftliche Prüfung		
Häufigkeit des Angebots:	Mindestens einmal pro Jahr		
Modulbeauftragte(r):	Prof. Dr.-Ing. Huber		
Literatur:	<p>Leichtbaukonstruktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B. Klein, Leichtbau-Konstruktion - Berechnungsgrundlagen und Gestaltung, Vieweg - J. Wiedemann, Leichtbau - Elemente und Konstruktion, Springer - S. Dieker, H.-G. Reimerdes, Elementare Festigkeitslehre im Leichtbau, Donat - G. Pahl, W. Beitz, Konstruktionslehre, Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung - Methoden und Anwendung, Springer <p>Leichtbauelemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - J. Wiedemann, Leichtbau – Elemente und Konstruktion, Springer - E. J. Barbero, Introduction to Composite Materials Design, Taylor & Francis - D. Zenkert, Sandwich Construction, Chameleon Press LTD - K. Knothe, H. Wessels, Finite Elemente, Springer 		

LS140: Simulationspraktikum			
Kennnummer: LS140	Leistungspunkte: 5 ECTS Kontaktzeit: 4 SWS (60 h) Workload (Kontaktzeit und Selbststudium): 150 h	Studienplansemester: 1. Sem.	Dauer: 1 Sem.
Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> - Numerische Simulation dynamischer Systeme - Lastannahmen - Faserverbundwerkstoffkonstruktionen 		
Lehrformen:	Praktikum		
Qualifikationsziele:	<p>Kenntnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Möglichkeiten und Grenzen rechnerischer und experimenteller Simulation - Moderne Versuchsstände und Simulationsprogramme - Relevante Randbedingungen (z.B. Belastungen) - Ergebnisinterpretation, Datenabgleich Berechnung - Versuchsergebnisse <p>Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Versuche und Modelle definieren, aufbauen und austesten - Systematische Erfassung und Aufbereitung relevanter Randbedingungen - Durchführen von Versuchen oder numerischen Simulationen - Ergebnisüberprüfung und -interpretation <p>Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lösung von komplexen Aufgabenstellungen im Team - Konzeption und Umsetzung von Versuchsaufbauten und Berechnungsmodellen - Verständnis für numerische Berechnungsverfahren und Versuchsanlagen - Kritische Beurteilung der Ergebnisqualität 		
Inhalte:	<p>Lastannahmen: Das Gesamtsystem z.B. eines Fahrzeugs, Fluggeräts oder Maschine wird in Arbeitsgruppen (z.B. Massenschätzung, aerodynamische Lasten, Beschleunigungslasten, Systemlasten, usw.) in einem Projektteam zusammen bearbeitet. Ausgehend von der Definition der Anforderungen mit Methoden des Systems Engineering (Input, Methode, Output, Thema-Problem-Ziel-Weg) wird besonders auf die Definition der Schnittstellen geachtet. Selbst erstellte programmierte Methoden zur Lastabschätzung (z.B. Excel, Matlab usw.) werden praktisch eingesetzt. Von zentraler Bedeutung sind zu Beginn einfachste Abschätzungen, die dann verfeinert werden und abschließend verglichen werden.</p> <p>Numerische Simulation dynamischer Systeme In einer kleinen Gruppe soll eine komplexe Aufgabe aus dem Bereich der numerischen Simulation dynamischer Systeme gelöst werden. Die Aufgabe beinhaltet die Auswahl der Simulationswerkzeuge, den Modellaufbau, die Datenbeschaffung, die Durchführung der Simulationen sowie die Validierung und Analyse der Simulationsergebnisse. Die konkrete Aufgabenstellung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung ausgegeben.</p> <p>Faserverbundwerkstoffkonstruktionen Zerlegung von leichtbautypischen Bauteilen in elementare Situationen mit den angreifenden Standardlasten (Normalkraft, Biegemomente, Querkkräfte, Torsionsmomente) zur Entwicklung eines fasergerechten Anfangsentwurfs. Einteilung in die Probleme Festigkeit, Steifigkeit, Stabilität. Entwurfsrechnung mit VDI 2013 zur Vordimensionierung mit den Lasten Zug, Druck, Schub sowie Steifigkeitsanalyse. VDI 2014 und Anwendung von ALFALAM zur klassischen Laminatanalyse (CLT) als Nachrechnungsaufgabe mit Reservefaktoren. Anwendung des Mohr'schen Spannungskreises und zentrale Bedeutung der Hauptnormalspannungsbetrachtung von Strukturbauteilen. Stabilitätsproblematik entwertet hochfeste Faserwerkstoffe. Probleme der grundlegenden Werkstoffdaten von Faserverbundwerkstoffen (Geschwindigkeitsabhängigkeit polymerer Werkstoffe, große Streuung der Festigkeit, statistische Bauteilzuverlässigkeit), Aussagekraft der Anstrengungshypothesen und Versagenskriterien. Sinnhaftigkeit von FEM-Methoden, Berechnung von didaktisch wertvollen Bauteilsituationen des Faserverbundleichtbaus vorzugsweise aus der Luft- und Raumfahrt</p>		
Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in technischer Mechanik, Festigkeitslehre, Strömungslehre, Messtechnik und FEM, wie sie in einem grundständigen technischen Studiengang vermittelt werden		
Prüfungsformen:	Schriftlicher Bericht für jede ausgewählte Lehrveranstaltung		
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten:	Zwei bestandene schriftliche Berichte		
Häufigkeit des Angebots:	Mindestens einmal pro Jahr		
Modulbeauftragte(r):	Prof. Dr.-Ing. Reiling		
Literatur:	<p>Lastannahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anderson, J. D. jr., Aircraft Performance and Design, Vieweg, McGraw Hill - Anderson, J. D. jr., Fundamentals of Aerodynamics, McGraw Hill - Raymer, D. P., Aircraft Design: A Conceptual Approach, AIAA Education Series - Paino, V., Sailplane Design, Macchione Editore Varese - Bloch, S.C., Excel for Scientists and Engineers, Wiley - McCormick, B.W., Aerodynamics, Aeronautics and Flight Mechanics, Wiley - Robertson, S. and J., Mastering the Requirements Process, Addison Wesley - Müller, F., Flugzeugentwurf, Thomas - Marty, D., Systèmes Spatiaux: Conception et Technologie, Masson, Paris - Open Source Software Freemind, XFoil, QPROP, AVL (MIT, M. Drela), JAVAFOIL, JAVAPROP, AERO (IAG) 		

Faserverbundwerkstoffkonstruktionen:

- H. Schürmann, Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden, Springer Verlag
- J. Wiedemann, Leichtbau – Elemente und Konstruktion, Springer Verlag
- VDI 2013
- VDI 2014
- ALFALAM TH Darmstadt (online)

Für die anderen Praktika werden aktuelle Literaturhinweise zu Beginn der Lehrveranstaltung gegeben.

LS150: Stoff- und Systemleichtbau			
Kennnummer: LS150	Leistungspunkte: 7 ECTS	Studienplansemester: 1. Sem.	Dauer: 1 Sem.
	Kontaktzeit: 7 SWS (105 h)		
	Workload (Kontaktzeit und Selbststudium): 210 h		
Lehrveranstaltungen:	<ul style="list-style-type: none"> - Füge- und Verbindungstechnik (3 SWS) - Faserverbundtechnologie (2 SWS) - Werkstoffmodellierung (2 SWS) 		
Lehrformen:	Seminaristischer Unterricht, Beispiele		
Qualifikationsziele:	<p>Kenntnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vertieftes Verständnis der physikalischen und chemischen Zusammenhänge des Klebens - Dimensionierung von Klebverbindungen und Faserverbundbauteilen - Kenntnis von Fertigungsverfahren für Faserverbundwerkstoffe - Verhalten metallischer und polymerer Werkstoffe unter mechanischer Beanspruchung - detaillierte Kenntnisse zu Art und Wirkung verschiedener Defekte, wie Punktdefekte, Zwillinge, Antiphasengrenzen, Mischkristallatome, Subkorgrenzen etc. - Überblick über mikroskopische und diffraktometrische Verfahren der Defektanalyse <p>Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Berechnen der mechanischen Eigenschaften von Klebungen und Verbunden - Konzipieren und nachrechnen von Klebungen und Faserverbunden - Planen der Oberflächenbehandlung, Fertigung und Qualitätssicherung bei Verbunden - Fähigkeit, unter gegebenen Randbedingungen, die Festigkeit von metallischen Werkstoffen zu berechnen (z.B. Korngrößenabhängigkeit) <p>Kompetenzen</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten im betrieblichen Alltag, auch an verantwortlicher Stelle, anzuwenden.</p>		
Inhalte:	<p>Füge- und Verbindungstechnik: Mohr'scher Spannungskreis, Schäftung und Überlappungsklebung, Oberflächenenergiedichte, Kapillarität, Kleben als Prozess, Oberflächenbehandlungsverfahren, Qualitätssicherung, Geschichte des Klebens, Klebstoffarten, Mechanismen physikalisch abbindender Klebstoffe, Chemie der Reaktionsklebstoffe mit Beispielen, Berechnung von Klebverbindungen, Mechanische Kennfunktionen von Klebstoffen, Konstruktive Ausführung von Klebungen, Prüfung von Klebverbindungen, Vergleich mit anderen Füge-verfahren (Nieten, Schweißen) und verwandten Fertigungsprozessen (Lackiertechnik, Faserverbundtechnik), Aktuelle Entwicklungen</p> <p>Faserverbundtechnologie: Geschichte der Faserverbundwerkstoffe, Übersicht der Einsatzbereiche, Matrix- und Faserwerkstoffe, Chemie der Reaktionsharze mit Beispielen (EP, PU, VE), Textiltechniken (z.B. Nähen, Weben, Flechten), Oberflächentechnik und -vorbehandlung, Berechnung von Faserverbundbauteilen (Mohr'scher Spannungskreis, Netztheorie, klassische Laminattheorie VDI 2014, überschlägige Auslegung VDI 2013), Unterschied Entwurfsrechnung / Nachweisrechnung, konstruktive Ausführung von Bauteilen, Formenbau, sicherer Umgang mit Gefahrstoffen, Qualitätssicherung, Bauteilprüfung, Anwendungsbeispiele, aktuelle Entwicklungen, praktische Vorführung der Faserverbundfertigung</p> <p>Werkstoffmodellierung: Verformungsverhalten von metallischen Werkstoffen bei verschiedenen Temperaturen und Atmosphären. Detaillierte Übersicht über die Art und Wirkung verschiedener Defekte, wie Punktdefekte, Zwillinge, Antiphasengrenzen, Mischkristallatome, Subkorgrenzen etc. Kurze Darstellung möglicher Analyseverfahren zur Untersuchung der Defekte, wie Rasterelektronenmikroskopie, Transmissionselektronenmikroskopie und Röntgendiffraktometrie. Modellierung des Verformungsverhaltens unter Berücksichtigung der realen Defektstruktur und der Temperaturabhängigkeit.</p>		
Empfohlene Voraussetzungen:	Sehr gute Kenntnisse in Festigkeitslehre, Physik, Chemie und Werkstofftechnik, wie sie in einem grundständigen technischen Studiengang vermittelt werden		
Prüfungsformen:	Schriftliche Prüfung		
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten:	Bestandene schriftliche Prüfung		
Häufigkeit des Angebots:	Mindestens einmal pro Jahr		
Modulbeauftragte(r):	Prof. Dr.-Ing. Reiling		
Literatur:	<p>Füge- und Verbindungstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Habenicht, G., Kleben, Springer - ESA (ed.), Adhesive Bonding Handbook - Kickelbick, G., Chemie für Ingenieure, Pearson - Reiling, K., Der Zugscherversuch zur Ermittlung von in-situ Klebstoffkennfunktionen, Reiling - Adams, R. D., Adhesive Bonding, Woodhead <p>Faserverbundtechnologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Daniel, I., Ishai, O., Engineering Mechanics of Composite Materials, Oxford University Press - Hoskin, B., Baker, A., Composite Materials for Aircraft Structures, AIAA - Michaeli, Huybrechts, Wegener, Dimensionieren mit Faserverbundwerkstoffen, Hauser - VDI-Richtlinie 2014, Teile 1 bis 3 - Schürmann, Konstruieren mit Faserverbundwerkstoffen, Springer 		

- Tsai, S. W., Theory of Composites Design, Think Composites
 - Tsai, S. W., Hahn, H. T., Introduction to Composite Materials, Technomic
 - Bathias, C., Matériaux Composites, Dunod
 - Hull, D., Clyne, T.W., An Introduction to Composite Materials, Cambridge
- Werkstoffmodellierung:**
- Günther Gottstein: Physikalische Grundlagen der Materialkunde, Springer-Verlag
 - Joachim Rösler, Harald Haders, Martin Bäker: Mechanisches Verhalten der Werkstoffe, Vieweg+Teubner
 - William F. Hosford: Physical Metallurgy, CRC Press
 - David B. Williams, C. Berry Carter, Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, Springer
 - Lothar Spieß, Gerd Teichert, Robert Schwarzer, Herfried Behnken, Christoph Genzel, Moderne Röntgenbeugung: Röntgendiffraktometrie für Materialwissenschaftler, Physiker und Chemiker, Vieweg+Teubner
 - Zeitschriftenreihe Computational Materials Science: Elsevier B.V., Online-Quelle: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/09270256>

LS210: Numerische Berechnungsverfahren			
Kennnummer: LS210	Leistungspunkte: 8 ECTS Kontaktzeit: 8 SWS (120 h) Workload (Kontaktzeit und Selbststudium): 240 h	Studienplansemester: 2. Sem.	Dauer: 1 Sem.
Lehrveranstaltungen:	- Numerische Strömungsberechnung (CFD) (3 SWS) - Methode der Finiten Elemente (FEM) (5 SWS)		
Lehrformen:	Seminaristischer Unterricht, Rechnerübungen		
Qualifikationsziele:	<p>Kenntnisse Kenntnisse der Grundlagen der finiten Elemente und der numerischen Strömungsberechnung</p> <p>Fertigkeiten Selbstständiges Bearbeiten von Aufgabenstellungen auf dem Gebiet der finiten Elemente und der numerischen Strömungsberechnung</p> <p>Kompetenzen Die Studierenden erkennen selbstständig typische Aufgabenstellungen auf dem Gebiet der finiten Elemente und der numerischen Strömungsberechnung. Sie können hierfür Lösungen erarbeiten und die Lösungen hinsichtlich ihrer Bedeutung einordnen und interpretieren.</p>		
Inhalte:	<p>Numerische Strömungsberechnung: Historische Entwicklung, mathematische Grundlagen, Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik, Navier-Stokes-Gleichungen, differentielle und integrale Form, Diskretisierungsverfahren (Zeit- und Raumdiskretisierung), einfache Beispiele, Turbulenzmodelle zur Lösung des Schließungsproblem, Beispiele zur numerischen Simulation, Vernetzungsstrategien, Voraussetzungen bei der CAD-Modellierung, Auswahl von Rechengebieten, Vernetzung einfacher Geometrien, Behandlung von Rändern (Randbedingungen),</p> <p>Methode der Finiten Elemente: Historische Entwicklung, mathematische Grundlagen, Interpolation (Verschiebungs-feld, Temperaturfeld, etc.), (iso-)parametrische Beschreibung, numerische Integration, Formulierung der Systemgleichungen über Variationsprinzipien (virtuelle Arbeit, gewichtete Residuen, Galerkin, etc.), Elementformulierung, Kontinuumsselemente (Stab, Scheibe, Volumen), Balkenelemente, Schalenelemente (Kirchhoff, Mindlin), Ersatzlastberechnung, Zusammenbau der Strukturgrößen aus den Elementgrößen, Gleichungslöser (Profilsolver, Frontalsolver, PCG, etc.), Eigensolver (Subspace, Lanczos, etc.), statische Probleme, dynamische Probleme, nichtlineare Statik und Dynamik, Instabilität, Hinweise und Beispiele zur praktischen Durchführung der Simulation; Vorlesungsbegleitende Rechnerübung;</p>		
Empfohlene Voraussetzungen:	Modul LS110 sowie vertiefte Kenntnisse der Technischen Mechanik, in Strömungsmechanik und technischer Thermodynamik, wie sie in einem grundständigen technischen oder naturwissenschaftlichen Studiengang vermittelt werden		
Prüfungsformen:	Schriftliche Prüfung oder Studienarbeit mit Note		
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten:	Bestandene schriftliche Prüfung bzw. Studienarbeit		
Häufigkeit des Angebots:	Mindestens einmal pro Jahr		
Modulbeauftragte(r):	Prof. Dr.-Ing. Maurer		
Literatur:	<p>Numerische Strömungsberechnung: - Ferziger, J.H., Peric, M., Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer Verlag, Berlin - Lecheler, S., Numerische Strömungssimulation, Vieweg-Teubner Verlag, Wiesbaden</p> <p>Methode der Finiten Elemente: - Bathe, K.J., Finite Element Procedures, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ - Klein, B., FEM – Grundlagen und Anwendungen der Finite-Elemente-Methode im Maschinen- und Fahrzeugbau, Vieweg Verlag, Wiesbaden - Wissmann, J., Sarnes, K.-D., Finite Elemente in der Strukturmechanik, Springer Verlag, Berlin</p>		

LS220: Dynamische Systeme			
Kennnummer: LS220	Leistungspunkte: 8 ECTS Kontaktzeit: 7 SWS (105 h) Workload (Kontaktzeit und Selbststudium): 240 h	Studienplansemester: 2. Sem.	Dauer: 1 Sem.
Lehrveranstaltungen:	- Mehrkörpersimulation (MKS) (5 SWS) - Simulation von Regelsystemen (2 SWS)		
Lehrformen:	Seminaristischer Unterricht, Übungen am Rechner, Aufgabenbeispiele		
Qualifikationsziele:	<p>Kenntnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Räumliche Kinematik und Kinetik - Methoden der Mehrkörperdynamik - Modelle für Mehrkörpersysteme - Arten von Modellen (abstrakte, konkrete) - Befehle in Matlab / Simulink zur Analyse von Systemen im Zeit- und Frequenzbereich <p>Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abstraktion und Modellierung dynamischer Systeme - Analytische und numerische Berechnung von Mehrkörpersystemen - Analyse von Modellen im Zeit- und Frequenzbereich mit Matlab / Simulink - Interpretation und Verifikation der Ergebnisse <p>Kompetenzen</p> <p>Die Studierenden sind dazu fähig, dynamische Systeme geeignet zu modellieren, zu simulieren sowie Regler für diese Systeme auszuwählen und auszulegen.</p>		
Inhalte:	<p>Mehrkörpersimulation: Starrkörperdynamik, Mehrkörperdynamik, Simulation von Mehrkörpersystemen, Kontaktmodellierung, nichtglatte Dynamik, Eigenanalyse, flexible Körper, numerische Verfahren, Aufgaben- und Simulationsbeispiele</p> <p>Simulation von Regelsystemen: Grundlagen Matlab/Simulink, Lösung von Differenzialgleichungen, Modellierung linearer zeitinvarianter Systeme, Interpretation und Analyse der Simulationsergebnisse, Reglerentwurf</p>		
Empfohlene Voraussetzungen:	Modul LS110 sowie vertiefte Kenntnisse der Technischen Mechanik, wie sie in einem grundständigen technischen oder naturwissenschaftlichen Studiengang vermittelt werden; Grundkenntnisse der Regelungstechnik;		
Prüfungsformen:	Schriftliche Prüfung		
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten:	Bestandene schriftliche Prüfung		
Häufigkeit des Angebots:	Mindestens einmal pro Jahr		
Modulbeauftragte(r):	Prof. Dr.-Ing. Förg		
Literatur:	<p>Mehrkörpersimulation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pfeiffer, Einführung in die Dynamik, Springer Verlag - Woernle, Mehrkörpersysteme, Springer - Shabana, Dynamics of Multibody Systems, Cambridge: Cambridge University Press - Schwertassek, Wallrapp: Dynamik flexibler Mehrkörpersysteme, Springer - Eich-Soellner, Führer, Numerical Methods in Multibody Dynamics, Springer <p>Simulation von Regelsystemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Angermann/Beuschel/Rau/Wohlfarth, Matlab-Simulink-Stateflow, Oldenbourg Verlag - Bode, Matlab-Simulink, Analyse und Simulation dynamischer Systeme, Teubner Verlag - Scherf, Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme, Oldenbourg Verlag - Lutz, Wendt, Taschenbuch der Regelungstechnik, Verlag Harri Deutsch 		

LS230: Strukturmechanik			
Kennnummer: LS230	Leistungspunkte: 9 ECTS	Studienplansemester: 2. Sem.	Dauer: 1 Sem.
	Kontaktzeit: 8 SWS (120 h)		
	Workload (Kontaktzeit und Selbststudium): 270 h		
Lehrveranstaltungen:	- Kontinuumsmechanik (5 SWS) - Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik (3 SWS)		
Lehrformen:	Seminaristischer Unterricht, Übungen		
Qualifikationsziele:	<p>Kenntnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elastizitätstheorie - Grundlagen der Plastizitätstheorie - Ermüdungsverhalten von Werkstoffen, Bauteilen und Strukturen - Statischer und zyklischer Rissfortschritt <p>Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anwendung der Tensorrechnung - Formulierung und Lösung kontinuumsmechanischer Aufgabenstellungen - Modellierung des Werkstoffverhaltens für die numerische Simulation - Durchführung von Festigkeitsnachweisen und Lebensdaueranalyse für statisch und zyklisch beanspruchte Bauteile und Strukturen - Sicherheitsnachweis und Analyse der Restlebensdauer angerissener Bauteile und Strukturen <p>Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Selbständige Anwendung geeigneter Modelle und Lösungsmethoden zur Analyse von Steifigkeits- und Festigkeitsproblemen der Festkörpermechanik - Überprüfen und Hinterfragen von numerischen Berechnungsergebnissen 		
Inhalte:	<p>Kontinuumsmechanik: Spannungszustand, Deformation und Verzerrungszustand (große und kleine Deformationen), Werkstoffgesetze der linearen Elastizitätstheorie (isotrop und anisotrop), Grundgleichungen der linearen Elastizitätstheorie, Ebene Probleme, St. Venantsche Torsion, Plattentheorie, Energieprinzipien, rheologische Modelle für inelastisches Materialverhalten bei einachsiger Beanspruchung, Traglasttheorie für Stäbe und Balken, Plastizität der Metalle bei mehrachsiger Beanspruchung im Rahmen der Theorie erster Ordnung;</p> <p>Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik: Betriebsfestigkeitskonzepte, Schädigungsmechanismen, Auswertung von Betriebsbeanspruchungen, Einsatz experimenteller und numerischer Simulationen, Beanspruchungsanalyse/Klassierverfahren, Lebensdauerberechnung, Nennspannungskonzept, örtliches Konzept, linear-elastische Bruchmechanik, Konzept der Spannungintensitätsfaktoren, Sicherheitsanalyse bei angerissenen Bauteilen, Ermüdungsrisswachstum;</p>		
Empfohlene Voraussetzungen:	Module LS110, LS130 und LS140; Kenntnisse in Technischer Mechanik und Werkstoffkunde, wie sie in einem grundständigen technischen Studiengang vermittelt werden.		
Prüfungsformen:	Schriftliche Prüfung		
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten:	Bestandene schriftliche Prüfung		
Häufigkeit des Angebots:	Mindestens einmal pro Jahr		
Modulbeauftragte(r):	Prof. Dr.-Ing. Huber		
Literatur:	<p>Kontinuumsmechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - D. Gross, W. Hauger, W. Schnell, P. Wriggers, Technische Mechanik 4, Springer - H. Göldner, Lehrbuch Höhere Festigkeitslehre, Band 1 und 2, Fachbuchverlag Leipzig - R. G. Budynas, Advanced Strength and Applied Stress Analysis, McGraw-Hill - J. Lemaitre, J.-L. Chaboche, Mechanics of Solid Materials, Cambridge University Press - H. Parisch, Festkörper-Kontinuumsmechanik, Vieweg-Teubner Verlag <p>Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - H. Gudehus, H. Zenner, Leitfaden für eine Betriebsfestigkeitsberechnung, Verlag StahlEisen, Düsseldorf - E. Haibach, Betriebsfestigkeit, Springer - H. Blumenauer, G. Pusch, Technische Bruchmechanik, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig - J. Schijve, Fatigue of Structures and Materials, Springer 		

LS240: Projektarbeit			
Kennnummer: LS230	Leistungspunkte: 5 ECTS Kontaktzeit: 4 SWS (60 h) Workload (Kontaktzeit und Selbststudium): 150 h	Studienplansemester: 2. Sem.	Dauer: 1 Sem.
Lehrveranstaltungen:	Projektarbeit		
Lehrformen:	Projektarbeit		
Qualifikationsziele:	<p>Kenntnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fachübergreifende Zusammenhänge des Leichtbaus und der Simulation - CAE-Methoden und experimentelle Methoden - Projektmanagement, Kommunikation, Kreativtechniken, Führungsverhalten - Teamarbeit <p>Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lösung komplexer Aufgabenstellungen im Team - Anwendung von CAE-Methoden und experimentellen Methoden auf aktuelle Problemstellungen der angewandten Forschung oder Entwicklung - Präsentation von Ergebnissen als Vortrag und in einem Projektbericht <p>Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufbau, Mitarbeit und Leitung eines interdisziplinär aufgestellten Teams - Vertiefte Methoden- und Sozialkompetenz 		
Inhalte:	<p>Bearbeitung einer komplexen Entwicklungsaufgabe aus den Bereichen Konstruktion, Simulation und Versuch im Team: Das Thema der Projektarbeit wird aus einer aktuellen Fragestellung der angewandten Forschung oder Entwicklung auf dem Gebiet des Leichtbaus und der Simulation gewählt und zu Beginn des Semesters bekannt gegeben. Es werden mehrere Projektthemen angeboten.</p>		
Empfohlene Voraussetzungen:	Module LS120, LS130, LS140 und LS150		
Prüfungsformen:	Schriftlicher Bericht und Vortrag von 20 Minuten Dauer		
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten:	Bestandener schriftlicher Bericht und Vortrag		
Häufigkeit des Angebots:	Mindestens einmal pro Jahr		
Modulbeauftragte(r):	Prof. Dr.-Ing. Huber		
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - Robertson, S. and J., Mastering the Requirements Process, Addison Wesley - Ahlemeyer, H. W., Königswieser, R., Komplexität managen, FAZ, Gabler, - Buzan, T. und B., Das Mind-Map-Buch, MVG, - Ålström, B. T., Manufacturing of Polymer Composites, Nelson Thomas, - Foreman, C., Advanced Composites, Jeppesen Sanderson, - Hooks, I. and Farry, K., Customer-Centered Products, Amacom, <p>Weitere Literaturhinweise werden zu Beginn der Lehrveranstaltung gegeben.</p>		

LS300: Masterarbeit			
Kennnummer: LS300	Leistungspunkte: 30 ECTS Kontaktzeit: 0 SWS (0 h) Workload (Kontaktzeit und Selbststudium): 900 h	Studienplansemester: 2. Sem.	Dauer: 1 Sem.
Lehrveranstaltungen:	Projektarbeit		
Lehrformen:	Projektarbeit		
Qualifikationsziele:	<p>Kenntnisse Fachübergreifende Zusammenhänge des Leichtbaus und der Simulation</p> <p>Fertigkeiten Die Studierenden sind fähig, ein komplexes praxisbezogenes Thema aus dem Gebiet des Leichtbaus oder der Simulation selbstständig auf wissenschaftlicher Grundlage methodisch zu bearbeiten und den Lösungsweg sowie die Ergebnisse zu dokumentieren.</p> <p>Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Problemstellungen aus dem Bereich des Leichtbaus oder der Simulation zu gliedern, zu analysieren, zu lösen und zu bewerten.</p>		
Inhalte:	Abhängig vom Thema der Arbeit		
Voraussetzungen:	50 ECTS-Punkte		
Prüfungsformen:	Schriftliche Masterarbeit und Kolloquium von 60 Minuten Dauer, das sich aus einem Vortrag von 30 Minuten Dauer und einer Diskussion von 30 Minuten Dauer zusammensetzt; die schriftliche Arbeit geht mit einem Gewicht von 75% und das Kolloquium mit einem Gewicht von 25% in die Modulnote ein.		
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten:	Bestandene schriftliche Arbeit mit Kolloquium		
Häufigkeit des Angebots:	Jedes Semester		
Modulbeauftragte(r):	Prof. Dr.-Ing. Förg		
Literatur:	Abhängig vom Thema der Arbeit		