



Hochschule
Albstadt-Sigmaringen
Albstadt-Sigmaringen University

Modulhandbuch

Fakultät Engineering
Studiengang Maschinenbau Master -
Rechnergestützte Produkterstellung

StuPO 26.2

ab Semester WS 2026 / 2027

Ersteller: Prof. Dr.-Ing. André Heinrietz

Verantwortlich: Prof. Dr.-Ing. André Heinrietz

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	III
2	Übersicht der Modulbeschreibungen	V
3	Qualifikationsziel-Modul-Matrix	IX
4	Studiengang-Kompetenzmatrix	XI
5	Modulbeschreibungen (nach Vertiefungsrichtungen gegliedert)	13
5.1	Vertiefungsrichtung Sustainability	13
5.2	Vertiefungsrichtung Engineering	37
5.3	Vertiefungsrichtung Digitalisierung	54
5.4	Gemeinsame Lehrveranstaltungen aller Vertiefungsrichtungen	74
5.5	Lehrveranstaltungen des Moduls „Application“	77
5.6	Modulbeschreibungen zusätzlicher Wahlpflichtfächer des Wahlpflichtblocks	85

1 Vorwort

Alle Module bzw. Lehrveranstaltungen des Master-Studiengangs Maschinenbau mit seinen drei Vertiefungsrichtungen

- Digitalisierung,
- Engineering,
- Sustainability

sind in diesem Modulhandbuch beschrieben. Mit diesem Modulhandbuch soll den Studierenden die Möglichkeit gegeben werden, relativ schnell die gesuchte Modulbeschreibung samt Informationen zu den zugehörigen Lehrveranstaltungen zu finden.

Folgende Qualifikationsziele werden in der Lehre gesetzt:

Praxis- und Methodenkompetenz

Die Studierenden sind in der Lage, komplexe maschinenbauliche Fragestellungen eigenständig und unter Anwendung fachlicher und wissenschaftlicher Erkenntnisse, Verfahren und Vorgehensweisen zu bearbeiten. Sie erhalten eine Ausbildung auf dem Gebiet der rechnergestützten Methoden des Maschinenbaus mit Kernkompetenzen in den Bereichen

- der vertiefenden Bewertung von Konstruktionen mittels rechnergestützter Simulationsverfahren
- Weiterführender informationstechnischer Methoden des Maschinenbaus und der Automatisierungstechnik, einschließlich der Künstlichen Intelligenz
- der höheren Bewegungs- und Regelungstechnik sowie Mechatronik, Steuerungstechnik und Robotik
- der Simulationsverfahren im Bereich der Fertigungstechnik und Fabrikplanung
- Die Vertiefungsrichtung „Sustainability“ vertieft die Kompetenz der Studierenden in Hinblick auf die Erstellung und Bewertung von Produkten, welche „nachhaltig“ entwickelt und hergestellt werden sollen. Im Rahmen der Ausbildung werden Qualifikationen vermittelt, welche die Aspekte der ökonomischen, der ökologischen und der sozialen Nachhaltigkeit in das Umfeld der Entwicklung, Herstellung und Nutzung sowie des Recyclings technischer Produkte integrieren.

Die Studierenden verfügen über fundierte Kenntnisse von Methoden, Verfahren und Werkzeugen des Maschinenbaus, insbesondere der oben genannten Teildisziplinen. Sie können diese in der Praxis auf konkrete Anwendungsbeispiele übertragen und bearbeiten diese systematisch, strukturiert und methodisch fehlerfrei. Sie sind in der Lage, die Qualität ihrer Ergebnisse selbstständig zu bewerten und verfügen über Methoden, die Fehlerfreiheit in den jeweiligen fachlichen Schwerpunkten zu erreichen.

Ethische und Rechtliche Kompetenz

Die Studierenden sind in der Lage, ihr Vorgehen in einen rechtlich zulässigen, ethischen und moralischen Rahmen einzuordnen und kritisch zu hinterfragen. Ihre ganzheitliche Qualifikation befähigt sie zum verantwortlichen Handeln in einem Unternehmen, einer Institution oder der Gesellschaft und zur Führung einer technisch ausgerichteten Arbeitsgruppe. Sie verfügen über grundlegende Kenntnisse ethischen fundierten Arbeitens in der Wissenschaft.

Konzeptionelle Fähigkeit

Die Studierenden sind in der Lage, eigenständig Konzepte, Analysen und Strategien zu entwickeln, insbesondere in einem Umfeld tiefgehender wissenschaftlicher Erkenntnisse.

Besondere Bedeutung hat in diesem Zusammenhang die Fähigkeit, theoretische Methoden und Konzepte weiter zu entwickeln und zur Anwendung im praktischen Umfeld auszuwählen und anzupassen.

Vernetztes Denken, interdisziplinäres Arbeiten und kooperatives Handeln

Die Studierenden können Zusammenhänge aus unterschiedlichen Anwendungsgebieten innerhalb des Fachgebiets und in deren Umfeld herleiten. Sie sind in der Lage, fachübergreifend zu analysieren und Konzepte zu entwickeln.

Sie sind in der Lage komplexe technische Systeme über ihren gesamten Produktlebenszyklus zu analysieren und bessere Lösungen im Sinne einer definierten Zielstellung zu synthetisieren, insbesondere in Hinblick auf eine zuverlässige Funktionserfüllung. Sie können den Einsatz komplexer rechnergestützter Werkzeuge zur Zielerreichung planen, strukturieren und Teams zur Nutzung der Werkzeuge fachlich anweisen.

Die Studierenden übersehen komplexe technische Produkte im Umfeld einer effizienten und wirtschaftlichen Produkterstellung und die Zusammenhänge zu internen Fabrikprozessen sowie innerhalb der Lieferkette. In diesem Zusammenhang können sie auf technischer Ebene und Projektebene kooperativ und verantwortungsvoll handeln.

2 Übersicht der Modulbeschreibungen

Vertiefungsrichtung Sustainability		
N.N.	Sustainability	PM
N.N.	Scientific Methods in Engineering	13
	Environmental Risk Management	13
N.N.	Green Technologies	PM
N.N.	Green Technologies	16
N.N.	Materials Recycling	16
N.N.	Circular Management	16
N.N.	Bilancing Sustainability	PM
N.N.	Life Cycle Assessment	24
N.N.	Eco Design	24
N.N.	Materials of Product Design	PM
N.N.	Smart Materials	28
N.N.	Methods of Product Design	PM
N.N.	Applied FEM	30
53510	Structure Optimisation	30
N.N.	Business and Ethics	PM
N.N.	Sustainable Business Models	32
N.N.	Environmental Guidelines	32
N.N.	Application	WPM
	Wahlpflichtfächer Application	36 / 77

Vertiefungsrichtung Engineering		
51500	Informatik in der Produktion	PM
51510	Produktionsinformatik	37
N.N.	Green Technologies	PM
N.N.	Green Technologies	39
N.N.	Scientific Methods in Engineering	39
N.N.	Materials of Product Design	PM
N.N.	Smart Materials	42
52500	Produktionsautomatisierung	PM
52510	Robotik / MatLab-Simulink	44
51520	Prozessinformatik	44
53500	Mechanical Simulation	PM
53520	Finite Elemente Methode	46
N.N.	Applied FEM	46
54000	Höhere Bewegungs- und Regelungstechnik	PM
54010	Regelung mechanischer Systeme	49
55000	Produktzuverlässigkeit	PM
55010	Betriebsfestigkeit	51
53510	Structure Optimisation	51
N.N.	Application	WPM
	Wahlpflichtfächer Application	54 / 77

Vertiefungsrichtung Industrie 4.0		
51000	Einführung Industrie 4.0	PM
51010	Einführung Industrie 4.0	55
51500	Informatik in der Produktion	PM
51510	Produktionsinformatik	57
52500	Produktionsautomatisierung	PM
52510	Robotik / MatLab-Simulink	59
51520	Prozessinformatik	59
52500	Produktdatenmanagement	PM
52510	Produktdatenmanagement	61
55500	Grafische Simulation	PM
55510	Grafische Simulation	63
55520	Praktikum Grafische Simulation	63
57000	Fertigungssimulation	PM
57010	Fertigungssimulation	65
57020	Praktikum Fertigungssimulation	65
57500	Industrie 4.0 und Digitalisierung	PM
57510	Industrie 4.0 und Digitalisierung	67
N.N.	Applied FEM	PM
N.N.	Applied FEM	69
N.N.	Green Technologies	PM
N.N.	Green Technologies	71
N.N.	Application	WPM
	Wahlpflichtfächer Application	73 / 77

Gemeinsame Lehrveranstaltungen aller Vertiefungsrichtungen

52000	Wahlpflichtblock	WPM
	Wahlpflichtfächer gemäß Liste.....	74
61000	Master-Thesis	PM
61010	Master-Thesis	75

3 Qualifikationsziel-Modul-Matrix

Studiengang: Maschinenbau (Bachelor)
Vertiefungsrichtung(en): Engineering
 Industrie 4.0
Stand: 20. Juli 2026
SPO-Version: 26.2

Unterstützung der Qualifikationsziele in den Modulen (0=keine Unterstützung, 1=indirekte Unterstützung, 2=direkte Unterstützung)

	Qualifikationsziel (QuZ)		Qualifikationsziel 1	Qualifikationsziel 2
		Summe der Unterstützungspunkte	Vertiefung der Kompetenz in der Anwendung rechnerunterstützter Hilfsmittel und Methoden im Maschinenbau	Selbständige Anwendung fachlicher und wissenschaftlicher Erkenntnisse, Verfahren und Vorgehensweisen im digitalisierten Maschinenbau
Modul-Nr.	Modulbezeichnung			
N.N.	Application	4	2	2
52000	Wahlpflichtblock	4	2	2
61000	Master-Thesis	4	2	2

Vertiefung Sustainability

N.N.	Sustainability	4	2	2
N.N.	Green Technologies	4	2	2
N.N.	Bilancing Sustainability	4	2	2
N.N.	Materials of Product Design	4	2	2
N.N.	Methods of Product Design	4	2	2
N.N.	Business and Ethics	4	2	2

Vertiefung Engineering

51500	Informatik in der Produktion	4	2	2
N.N.	Green Technologies	4	2	2
N.N.	Materials of Product Design	4	2	2
52500	Produktionsautomatisierung	4	2	2
51000	Mechanical Simulation	4	2	2
54000	Höhere Regelungstechnik	4	2	2

55000	Produktzuverlässigkeit	4	2	2
-------	------------------------	---	---	---

Vertiefung Digitalisierung

51000	Einführung Industrie 4.0	4	2	2
51500	Informatik in der Produktion	4	2	2
52500	Produktionsautomatisierung	4	2	2
53000	Produktdatenmanagement	4	2	2
55500	Grafische Simulation	4	2	2
57000	Fertigungssimulation	4	2	2
57500	Industrie 4.0 und Digitalisierung	4	2	2
N.N.	Applied FEM	4	2	2
N.N.	Green Technologies	4	2	2

4 Studiengangs-Kompetenzmatrix

Modul bzw. Lehrveranstaltung	Fachkompetenz		Personale Kompetenz	
	Wissen	Fertigkeiten	Sozialkompetenz	Selbstständigkeit
Einführung Industrie 4.0				
Einführung Industrie 4.0	7	7	7	7
Informatik in der Produktion				
Produktionsinformatik	7	7	7	7
Wahlpflichtblock				
N.N.	7	7	7	7
Produktionsautomatisierung				
Robotik / MATLAB-Simulink	7	7	7	7
Prozessinformatik	7	7	7	7
Produktdatenmanagement				
Produktdatenmanagement	7	7	7	7
Mechanical Simulation				
Finite Elemente Methoden (FEM)	7	7	7	7
Applied FEM	7	7	7	7
Höhere Regelungstechnik				
Regelung mechanischer Systeme	7	7	7	7
Produktzuverlässigkeit				
Betriebsfestigkeit	7	7	7	7
Strukturoptimierung	7	7	7	7
Grafische Simulation				
Grafische Simulation VL + Pr	7	7	7	7
Green Technologies (Sustainability)				
Green Technologies	7	7	7	7
Material's Recycling	7	7	7	7
Circular Management	7	7	7	7
Green Technologies (Engineering)				
Green Technologies	7	7	7	7
Scientific Methods in Engineering	7	7	7	7
Green Technologies (Digitalisierung)				
Green Technologies	7	7	7	7
Fertigungssimulation				
Fertigungssimulation VL + Pr	7	7	7	7
Industrie 4.0 und Digitalisierung				
Industrie 4.0 und Digitalisierung	7	7	7	7

Bilancing Sustainability

Life Cycle Assessment	7	7	7	7
Eco-Design	7	7	7	7

Materials of Product Design

Smart Materials	7	7	7	7
-----------------	---	---	---	---

Methods of Product Design

Applied FEM	7	7	7	7
Structure Optimisation	7	7	7	7

Business and Ethics

Sustainable Business Models	7	7	7	7
Environmental Guidelines	7	7	7	7

Application

N.N.	7	7	7	7
------	---	---	---	---

Master-Thesis

Master-Thesis	7	7	7	7
---------------	---	---	---	---

5 Modulbeschreibungen (nach Vertiefungsrichtungen gegliedert)

5.1 Vertiefungsrichtung Sustainability

Modul: Sustainability						
Kennnummer	Workload	Modulart	Studiensemester	Dauer	Häufigkeit	
???	150 h	P	1 und 2	2 Semester	WS, SS	
1	Lehrveranstaltung(en) a) Scientific Methods in Engineering b) Environmental Risk Management		Sprache a) deutsch / englisch b) englisch	Kontakt- zeit a) 30 h b) 30 h	Selbst- studium a) 45 b) 45	Credits (ECTS) 5
2	Lehrform(en) / SWS: a) V, Ü / 2 SWS b) V, Ü / 2 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierende lernen fortgeschrittene mathematische und physikalische Methoden und fundamentale Begrifflichkeiten und Konzepte der klassischen Mechanik kennen. Sie sind fähig diese in ihren wissenschafts-historischen Kontext einzuordnen und ihre philosophischen Aspekte zu beurteilen. <i>[Wissen, 7]</i> The students have broad and integrated knowledge including the scientific basics, the practical application of the subject Environmental risk & sustainable quality management (QM), as well as a critical understanding of most important theories and methods. They have knowledge of further development of this field. The students master basic chemical knowledge and have knowledge of general quality management systems. They have relevant knowledge at interfaces to other areas. <i>[Wissen, 7]</i> <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierende können ausgewählte (auch schwierige) wissenschaftliche Texte und Fachartikel kritisch Lesen und Verstehen als Vor- und Nachbereitung der Themenfelder des Seminars. <i>[Beurteilungsfähigkeit, 7]</i> The students have a very wide range of processing methods at their disposal complex problems in a scientific subject, further learning areas or a professional field of activity. They can work out new solutions and underassess the consideration of different standards, even those that frequently change requirements. The areas include the use of risk assessment and QM tools and apply the individual steps to ensure QM. <i>[Systemische Fertigkeiten, 7]</i>					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	Sozialkompetenz Die Studierende sind fähig sich eigene Sichtweisen zu erarbeiten, tradiertes Wissen zu hinterfragen, Fragestellungen präzise zu formulieren und im kritischen Diskurs mit den Seminarteilnehmern ggf. kontrovers zu vertreten. <i>[Kommunikation, 7]</i> The students can plan work processes cooperatively, even in heterogeneous groups, and design, guide others and support them with well-founded learning advice. Also interdisciplinary, they can present complex issues in a structured, targeted and addressee-related manner. They can anticipate the interests and needs of addressees. They work in expert teams or lead groups or organizations responsibly. The students can guide the professional development of others and deal with problems in the team with foresight. They can argue complex technical problems and solutions to experts and develop them further with them. <i>[Mitgestaltung, 7]</i>
	Selbstständigkeit The students can reflect on, evaluate, pursue and take responsibility for their own and externally set learning and work goals, and draw conclusions for the work processes in the team. This is done by working on tasks in groups in the lecture rooms. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]</i> Die Studierenden sind fähig sich mit den u.g. Themenfeldern selbstständig auseinanderzusetzen. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]</i>
4a	Inhalte Scientific Methods in Engineering: Konzepte von Raum und Zeit, die Bewegung von Körpern, die zu deren Beschreibung notwendigen Bezugssysteme, der Kraftbegriff, Aspekte der Trägheit und Schwere von materiellen Körpern, die Newtonschen Gesetze, insbesondere das Newton–Galileische Trägheitsgesetz und die dadurch ausgezeichneten Inertialsysteme, die nicht-inertialen Trägheits- bzw. Scheinkräfte, das Newtonsche Gravitationsgesetz, die Symmetrien der Natur und ihre zugehörigen Erhaltungsgrößen und das zugrundeliegende Relativitätsprinzip sind Themenfelder des Seminars. Diese Grundkonzepte sollen hinsichtlich mathematisch-physikalischer und philosophischer Fragestellungen in ihrem historischen Kontext analysiert werden. Das Seminar will einen Beitrag zu einem vertieften Wissenschaftsverständnis und zur Wissenschaftstheorie leisten. <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> Ausführliche Literatur zu den o.g. Themenfeldern werden bereitgestellt.
4b	Inhalte Environmental Risk Management: • Overview of the common standards, test regulations & certifications • Process steps of operational environmental risk management • Environmental Risk Analysis • Environmental Risk Assessment, Environmental Risk Response • Environmental reporting • REACH chemicals regulation • Sustainable quality management <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • UBA - https://www.umweltbundesamt.de/ • Environmental Protection Agency https://www.epa.gov/laws-regulations

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	• EMAS Audit & Reporting Additional references and supplementa readings as well as case studies are provided during lectures.
5	Teilnahmevoraussetzungen: a) Erfolgreiche Teilnahme an den Vorlesungen Mathematik 1–3 und Technische Mechanik 3 (Kinematik und Kinetik) b) None
6	Prüfungsformen: a) Portfolio b) K 60
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: a) Bestehen aller Prüfungsleistungen der Portfolioprüfung b) Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau, Vertiefungsrichtung „Sustainability“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. André Heinrietz Lehrende: a) Prof. Dr. rer. nat Markus King b) Vivian Holzschuh
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Green Technologies						
Kennnummer N.N.		Workload 300	Modulart P	Studiensemester 2	Dauer 1	Häufigkeit SS
1	Lehrveranstaltung(en) a) LV Green Technologies b) LV Materials Recycling c) Circular Management			Sprache a) englisch b) englisch c) englisch	Kon- takt- zeit a) 60 b) 30 c) 30	Selbst- studium a) 90 b) 45 c) 45
2	Credits (ECTS) 10					
Lehrform(en) / SWS: a) V + Ü / 4 SWS b) V + Ü / 2 SWS c) V + Ü / 2 SWS						
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen (LVs a, b, c):					
<i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden erwerben ein vertieftes Verständnis für nachhaltige Energiesysteme, einschließlich Energieumwandlung und Endnutzungstechnologien. Sie gewinnen fundierte Kenntnisse über konventionelle und aufkommende grüne Technologien, sowie deren Umweltauswirkungen. [Wissen, 7] Nach erfolgreichem Abschluss des Modulteils Materials Recycling sind die Studierenden in der Lage, • die wichtigsten mechanischen, thermischen, chemischen und biologischen Recyclingverfahren für Metalle, Kunststoffe, Verbundwerkstoffe, Glas, Beton und Textilien zu beschreiben und gegenüberzustellen. Die Studierenden können• die Begriffe Recycling, Downcycling, Upcycling, Refurbishment und Remanufacturing exakt voneinander abgrenzen und Beispielprozessen zuordnen. Zudem können die Konzepte biologischer und technischer Stoffkreisläufe nach dem Cradle-to-Cradle-Prinzip und die R-Prinzipien erläutert werden. Eigenschaften, Herstellungswege und Einsatzfelder nachhaltiger Werkstoffe sind erlernt und die regulatorischen und einschlägigen Normen den entsprechenden Werkstoffgruppen bekannt. [Wissen, 7] Durch den Modulteil Circular Management werden die Studierenden befähigt, die Konzepte der Kreislaufwirtschaft und des Kreislaufmanagements zu erläutern und kritisch voneinander abzugrenzen, einschließlich ihrer jeweiligen Akteure, Rahmenbedingungen und Anwendungsbereiche. [Wissen, 7]						
<i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden entwickeln die Fähigkeit, Energie-Technologie-Konzepte quantitativ zu bewerten, indem sie ingenieurwissenschaftliche Prinzipien mit wirtschaftlichen und ökologischen Zielen integrieren. Die Studierenden können geeignete Recyclingrouten für ein gegebenes Bauteil oder Produkt auswählen und begründen, wobei sie insbesondere Werkstoffkomposition, Verschmutzungsgrad und Trennbarkeit berücksichtigen. Zudem sind sie in der Lage, die Massen- und Energiebilanzen einfacher Recyclingprozesse zu berechnen. Sie bewerten Produkte mithilfe der R-Strategien und leiten daraus Designvorschläge zur Verbesserung der Kreislauffähigkeit ab, etwa im Sinne von Design for Disassembly oder Design for Recycling. Weiterhin können sie Remanufacturing-Prozesse, bestehend aus Demontage, Reinigung, Inspektion, Wiederaufarbeitung, Reassembly und Test, anhand industrieller Beispiele aus den Bereichen Automotive, Elektronik und Werkzeugmaschinen						

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	modellieren. Schließlich sind sie befähigt, die End-of-Life-Optionen biobasierter und biologisch abbaubarer Polymere im Vergleich zu fossilen Pendants kritisch und systematisch zu analysieren. Bestehende Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsketten können unter Verwendung von Rahmenwerken des Kreislaufmanagements analysiert werden. Die Studierenden sind in der Lage, Innovationen und Strategien für zirkuläre Geschäftsmodelle in Industrieunternehmen unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher und regulatorischer Rahmenbedingungen zu entwerfen und zu bewerten. Sie können quantitative und qualitative Methoden wie Ökobilanzen, Stoffflussrechnungen und die Entwicklung geeigneter Kennzahlen anwenden, um die Kreislaufleistung von Organisationen oder Produkten systematisch zu beurteilen. Darüber hinaus sind sie fähig, Strategien des Kreislaufmanagements adressatengerecht gegenüber verschiedenen Interessengruppen zu kommunizieren und Hindernisse bei der praktischen Umsetzung kritisch zu reflektieren. <i>[Systemische Fertigkeiten, 7]</i> Sozialkompetenz Die Studierenden arbeiten in Gruppen zusammen und beteiligen sich an interdisziplinären Diskussionen, um globale Energieherausforderungen zu lösen. Sie entwickeln die Fähigkeit, komplexe technische Themen effektiv an unterschiedliche Zielgruppen, einschließlich Entscheidungsträgern zu kommunizieren. <i>[Team-/Führungsfähigkeit, 7]</i> Selbstständigkeit Die Studierenden zeigen die Fähigkeit, eigenständig an nachhaltigen Ingenieurprojekten zu arbeiten, neue Technologien kritisch zu bewerten und fundierte Entscheidungen basierend auf Nachhaltigkeitsprinzipien zu treffen. Sie übernehmen Verantwortung für ihre kontinuierliche Weiterbildung im Bereich der grünen Technologien. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]</i>
4a	Inhalte: • Energy Systems and Sustainability (Conventional vs. renewable energy sources; Environmental impact of energy consumption; Energy efficiency and conservation strategies) • Fundamentals of Green Technology (Definition and principles of green technology; Sustainable development goals (SDGs) and their relevance to engineering) • Green Energy Technologies (Solar, wind, hydro, geothermal, and biomass energy; Hydrogen power and fuel cells; Smart grids and energy storage technologies) • Sustainable Materials and Manufacturing (Assessment of materials; Circular economy and waste management; Eco-friendly materials for mechanical and electrical applications) • Green Technology in Industry (Sustainable transportation (electric vehicles, hydrogen mobility); Energy-efficient building design and smart cities; Carbon capture and sequestration technologies) • Economic and Policy Perspectives (Global energy policies and regulations (Paris Agreement, EU Green Deal); Incentives and subsidies for green technology; Economic viability of renewable energy investments) • Future Trends and Innovations in Green Technology (AI and machine learning in

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	energy optimization; Emerging sustainable technologies (perovskite solar cells, biofuels); Challenges and opportunities in global energy transitions) <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> Core Textbooks • Tester, J. W., Drake, E. M., Driscoll, M. J., Golay, M. W., & Peters, W. A. (2012). Sustainable energy: Choosing among options (2nd ed.). MIT Press. • MacKay, D. J. C. (2009). Sustainable energy – Without the hot air. UIT Cambridge. • Dincer, I., & Rosen, M.A. (2012). Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development. Elsevier. • Boyle, Godfrey (2017). Renewable Energy: Power for a Sustainable Future. Oxford University Press. • Hering E. (2018): Umweltschutztechnik und Umweltmanagement, Springer • Unger J. (2020): Alternative Energietechnik, 6. Auflage, Springer • Noussan M. (2020): The Future of Transportation, Springer • Kranert M., et al (2010): Einführung in die Abfallwirtschaft. 4th ed., Vieweg & Teubner Supplementary Readings • European Commission reports on the EU Green Deal and sustainability strategies. • IEEE and ASME conference proceedings on emerging green technologies. • International Renewable Energy Agency (IRENA) reports on energy transition trends. • Research papers on emerging green technologies.			
4b	Inhalte Materials Recycling: Introductory fundamentals of the circular economy: Linear vs. circular economy: deficits of the linear model, EU Circular Economy Action Plan, European Green Deal R-Principles: Refuse, Rethink, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle, Recover Recycling processes: Mechanical recycling • Collection, sorting (NIR spectroscopy, eddy-current separators, sink-float separation), size reduction (shredders, mills), washing, drying, compounding • Application to single-grade thermoplastics (PE, PP, PET) and metals (steel, aluminium, copper) • Quality loss due to chain shortening (polymers) or alloy drift (metals) Chemical / feedstock recycling • Solvolysis, glycolysis, hydrolysis, pyrolysis, gasification • Depolymerisation to monomers (PET → BHET; PA6 → caprolactam) • ChemCycling pilot plants in Germany (BASF, Covestro) • Trade-off between energy demand and material quality (closed-loop potential)			
Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Thermal and biological recycling

- Waste-to-energy plants with energy and slag use (R9 Recover)
- Mechanical-biological waste treatment (MBT)
- Industrial composting of biodegradable polymers (DIN EN 13432)
- Home compostability (NF T51-800, OK Compost Home)

Material-specific recycling routes

- Metals: steel and aluminium cycles, recycling of non-ferrous metals, recovery of precious metals from electronic scrap
- Polymers: single-grade processing (PE, PP, PET), multi-layer films, fibre-reinforced plastics
- Concrete, glass, ceramics: recycled concrete (DIN 4226-101/102), glass recycling, carbonation as a CO₂ sink
- Textiles: fibre-to-fibre recycling, mechanical tearing, solvent-based processes (e.g. Renewcell, Worn Again)
- Composites: CFRP pyrolysis, solvolysis of epoxies, separation of sandwich structures

Remanufacturing

Sustainable materials

Empfohlene Literaturangaben:

Core Textbooks:

Meskers, C., Worrell, E., Reuter, M. A. (Eds.) (2023). Handbook of Recycling: State-of-the-Art for Practitioners, Analysts, and Scientists, 2nd ed., Elsevier, 726 pp. ISBN 978-0-323-85514-3. —

Comprehensive reference covering metals, plastics, glass, paper, electronics, batteries, and recycling system design. Elsevier; DOI: 10.1016/C2017-0-03207-X

Hagelüken, Christian; Goldmann, Daniel (2022): Recycling and circular economy—towards a closed loop for metals in emerging clean technologies. In: Miner Econ 35 (3-4), S. 539–562. DOI: 10.1007/s13563-022-00319-1.

Rudolph, Natalie; Kiesel, Raphael; Aumnate, Chuanchom (2025): Understanding plastics recycling. Economic, ecological, and technical aspects of plastic waste handling. 3rd edition. Munich: Hanser (Plus.hanser-fachbuch.de).

Guselnikova, Olga; Semyonov, Oleg; Sviridova, Elizaveta; Gulyaev, Roman; Gorbunova, Alina; Kogolev, Dmitry et al. (2023): "Functional upcycling" of polymer waste

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	towards the design of new materials. In: Chem. Soc. Rev. 52 (14), S. 4755–4832. DOI: 10.1039/D2CS00689H. An, Liang (Hg.): Recycling of spent lithium-ion batteries. Processing methods and environmental impacts. Springer Nature Switzerland AG. Baloyi, Rivalani Baloyi; Gbadeyan, Oluwatoyin Joseph; Sithole, Bruce; Chuniilall, Viren (2024): Recent advances in recycling technologies for waste textile fabrics: a review. In: Textile Research Journal 94 (3-4), S. 508–529. DOI: 10.1177/00405175231210239. Tadesse, Melkie Getnet; Abate, Molla Tadesse; Lübben, Jörn Felix; Rauch, Michael (2025): Recycling and Sustainable Design for Smart Textiles – A Review. In: Advanced Sustainable Systems 9 (8), Artikel 2401072. DOI: 10.1002/adsu.202401072. Martens, Hans; Goldmann, Daniel (2016): Recyclingtechnik. Fachbuch für Lehre und Praxis. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg. Adler, Bernhard (2017): Strategische Metalle - Eigenschaften, Anwendung und Recycling. [1. Auflage]. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum
4c	Inhalte Circular Management This module introduces students to Circular Management as a practical, organisational discipline that translates the principles of the Circular Economy into concrete strategies, business models, and operational decisions. Circular Management (CM) addresses the specific question of how individual organisations can implement, govern, and continuously improve their circular practices. The module adopts a management-science perspective and is grounded in current academic research, industry case studies, and emerging regulatory frameworks (e.g., EU Circular Economy Action Plan, Ecodesign for Sustainable Products Regulation). Students will develop both theoretical understanding and practical analytical skills. Upon successful completion of this module, students will be able to: 1. explain and critically differentiate the concepts of Circular Economy and Circular Management, including their respective actors, frameworks, and scales of application. 2. analyse existing business models and value chains using circular management frameworks (e.g., R-strategies, Material Flow Analysis, Circular Business Model Canvas). 3. design and evaluate circular business model innovations and strategies for industrial organisations, considering technical, economic, and regulatory constraints. 4. apply quantitative and qualitative methods (LCA, material flow accounting, KPI development) to assess the circularity performance of organisations or products. 5. communicate circular management strategies to diverse stakeholder groups and critically reflect on barriers to implementation.

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Introduction & Module Orientation: The circular challenge: resource depletion, waste, and climate; overview of module structure; distinction CE vs. CM introduced

Foundations of Circular Economy: Historical context (Pearce & Turner 1990, Ellen MacArthur Foundation); key CE principles (biological and technical cycles); systemic thinking

Circular Management: Concept and Scope: Definition, scope, and boundaries of Circular Management; managerial responsibility in the circular transition; role of the sustainability manager

R-Strategy Framework: The 9R (or 10R) hierarchy: Refuse, Rethink, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle, Recover — management implications of each level

Circular Business Models I: Typologies of circular business models (PSS, performance contracts, take-back schemes); Circular Business Model Canvas; case: Renault, Interface, Caterpillar

Circular Business Models II: Business model innovation process; barriers and enablers; digital platforms and data-driven circularity; guest lecture or video case

Circular Supply Chain Management: Reverse logistics and closed-loop supply chains; supplier integration; circular procurement; urban mining; industrial symbiosis

Life Cycle Assessment (LCA) in Practice: LCA methodology (ISO 14040/44); functional unit, system boundary, impact categories; software introduction (SimaPro/openLCA demo); limits of LCA for CM

Material Flow Analysis & Circularity Metrics: Material Flow Analysis (MFA) at company and sector level; circularity indicators (Ellen MacArthur MCI, Circulytics); KPI development for circular reporting

Circular Design and Ecodesign: Design for disassembly, longevity, and reparability; EU Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR); cradle-to-cradle certification; material passports

Regulatory and Policy Frameworks: EU Green Deal; Circular Economy Action Plan; Extended Producer Responsibility (EPR); taxonomy regulation; corporate sustainability reporting (CSRD)

Circular Finance and Value Creation: Economic value of circular strategies; circular economy investment and green bonds; total cost of ownership in circular models; circular economy in SMEs

Stakeholder Management and Communication: Circular communication strategies; greenwashing risk; stakeholder mapping; internal change management; role of employees and suppliers in the transition

Empfohlene Literaturangaben:

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	Ritchie, Kyle; Freed, Eric Corey (2021): Circular economy for dummies. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc (Learning made easy). Binder, Julia Katharina; Braun, Manuel (2024): The Circular Business Revolution: A practical framework for sustainable business models. 1. Auflage. London: Pearson Education Limited; FT Publishing International. Ellen MacArthur Foundation (2013): Towards the Circular Economy. Vol. 1. Isle of Wight. Stahel, W. R. (2016): The circular economy. In: Nature, 531, 435–438. Kirchherr, J. et al. (2017): Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. In: Resources, Conservation and Recycling, 127, 221–232. Europäische Kommission (2020): Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft. COM(2020) 98 final Lüdeke-Freund, F. et al. (2019): A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns. Journal of Industrial Ecology, 23(1), 36–61. Murray, A., Skene, K. & Haynes, K. (2017): The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. Journal of Business Ethics, 140(3), 369–380. Kurth, Peter; Oexle, Anno; Faulstich, Martin (Hg.) (2022): Praxishandbuch der Kreislauf- und Rohstoffwirtschaft. Springer Fachmedien Wiesbaden. 2., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Wiesbaden, Germany: Springer Vieweg. Kranert, Martin (Hg.) (2024): Einführung in die Kreislaufwirtschaft. Planung · Recht · Verfahren. SpringerLink (Online service). 6th ed. 2024. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, Imprint: Springer Vieweg.
5	Teilnahmevoraussetzungen: -
6	Prüfungsformen: a) Portfolio b) (K60 + R) c) (K60 + R)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: a) Bestehen der Prüfungsleistungen der Portfolioprüfung und b) Bestehen der Klausur und des Referats und c) Bestehen der Klausur und des Referats
8	Verwendbarkeit des Moduls: Maschinenbau Master, Vertiefung Sustainability
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. André Heinrietz Lehrende: a) Dr.-Ing. Yakub Tijani b) Prof. Dr. rer. nat. Jörn Lübben c) Prof. Dr. rer. nat. Jörn Lübben

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027



10	<i>Optionale Informationen:</i>
----	--

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Balancing Sustainability						
Kennnummer N.N.		Workload 225 h	Modulart P	Studiensemester 1 und 2	Dauer 2 Semester	Häufigkeit WS, SS
1	Lehrveranstaltung(en) a) Life Cycle Assessment b) Eco Design			Sprache englisch	Kontakt-zeit a) 60 h b) 30 h	Selbst-studium a) 90 b) 45
2	Credits (ECTS) 7,5					
3	Lehrform(en) / SWS: a) V, Ü / 4 SWS b) V, Ü / 2 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen die theoretischen Grundlagen von Life Cycle Assessment (LCA), können die ISO 14040/44 anwenden und interpretieren und besitzen Kenntnisse von methodischen Weiterentwicklungen und aktuellen wissenschaftlichen Diskussionen. [Wissen, 7] Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse zu Methoden, Konzepten und Werkzeugen des Ecodesigns sowie zu deren Anwendung in der nachhaltigkeitsorientierten Produktentwicklung. Sie verstehen die Grundlagen und Zusammenhänge von Life Cycle Assessment (LCA), Product Environmental Footprint (PEF), Social LCA, Life Cycle Costing (LCC) sowie weiteren Nachhaltigkeits- und Kreislaufwirtschaftsindikatoren. Darüber hinaus kennen sie relevante Design-for-X-Ansätze sowie ausgewählte regulatorische und normative Rahmenbedingungen im Kontext nachhaltiger Produktentwicklung. [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden können selbständig Ökobilanzmodelle konzipieren und diese mit einer marktüblichen IT-Lösung umsetzen, analysieren und interpretieren. [Instrumentelle Fertigkeiten, 7]. Sie schätzen eigene ökobilanzielle Ergebnisse und deren Sensitivität/Aussagekraft ab. [Beurteilungsfähigkeit, 7] Zudem hinterfragen die Studierenden bestehende andere Ökobilanzmodelle kritisch und zeigen Verbesserungs- beziehungsweise Neuerungspotentiale auf. [Systemische Fertigkeiten, 7] Die Studierenden sind in der Lage, Nachhaltigkeitsbewertungen für Produkte und Prozesse auf Screening-Niveau zu interpretieren und daraus geeignete Ecodesign-Maßnahmen abzuleiten. Sie können unterschiedliche Handlungsalternativen unter Berücksichtigung ökologischer, wirtschaftlicher und sozialer Zielsetzungen vergleichen, Zielkonflikte identifizieren und begründete Entscheidungen treffen. Weiterhin können sie Design-for-X-Strategien anwenden und Nachhaltigkeitsaspekte systematisch in Produktentwicklungsprozesse integrieren. (Erklärung: Anwendung spezialisierter fachlicher und konzeptioneller Methoden zur Lösung strategischer Fragestellungen der nachhaltigen Produktentwicklung) [Instrumentelle Fertigkeiten, 7]. (Erklärung: Entwicklung, Anpassung und Bewertung von Ecodesign-Strategien und Lösungsansätzen) [Systemische Fertigkeiten, 7] (Erklärung: Bewertung von Handlungsoptionen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Nachhaltigkeitskriterien und Zielkonflikte) [Beurteilungsfähigkeit, 7]					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	Sozialkompetenz Die Studierenden sind in der Lage, die Arbeit in einer Gruppe und deren Lern- oder Arbeitsumgebung mitzugestalten und kontinuierlich Unterstützung anzubieten. [Mitgestaltung, 7] Sie können Abläufe und Ergebnisse begründen und über Sachverhalte umfassend kommunizieren. [Kommunikation, 7] Teamverhalten und Durchsetzungsvermögen macht sich dadurch bemerkbar, dass die Studierenden regelmäßig in Kleingruppenarbeit gemeinsam Problemlösungen erörtern, Vorgehensweisen diskutieren und durchsetzen um präsentierbare Ergebnisse zu produzieren. [Team-/Führungsfähigkeit, 7]
	Selbstständigkeit Die Studierenden können die im Rechenpraktikum gemachten praktischen Erfahrungen sowie eigene oder vorgegebene Lern- und Arbeitsziele reflektieren [Reflexivität, 7] Sie bewerten, verfolgen und verantworten selbständig die Konsequenzen für die Arbeitsprozesse im Team. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] Aus den gemachten Erfahrungen sind die Studierenden in der Lage, Bilanzierungsmodelle im Rechenpraktikum zu modifizieren und für weitergehende Betrachtungen sich erforderliche Kenntnisse anzueignen. [Lernkompetenz, 7] Die Studierenden können für neuartige produkt- und nachhaltigkeitsbezogene Fragestellungen selbstständig geeignete Bewertungs- und Entscheidungsansätze auswählen und anwenden. Sie reflektieren die ökologischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Auswirkungen von Produkt- und Entwicklungsentscheidungen und können die Grenzen sowie Unsicherheiten von Nachhaltigkeitsbewertungen kritisch einordnen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, erforderliches Fachwissen selbstständig zu erschließen und neue Entwicklungen im Bereich Ecodesign und nachhaltige Produktentwicklung eigenständig zu bewerten. (Erklärung: selbstständige Auswahl und Anwendung geeigneter Methoden zur Bearbeitung neuer Fragestellungen [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]) (Erklärung: Reflexion ökologischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Auswirkungen von Produktentscheidungen) [Reflexivität, 7] (Erklärung: eigenständige Erschließung und Bewertung neuer fachlicher Entwicklungen) [Lernkompetenz, 7]
4a	Inhalte Life Cycle Assessment: •Einführung in Ökobilanzen/Life Cycle Assessment (LCA) •Denken in Produkt- und Prozesssystemen •Stufen und Begriffe der LCA laut ISO 14040/44 •Umgang mit Datenknappheit •Modellierungsumgebung und Sachbilanz-Datenbanken •Modelle der Folgenabschätzung •Interpretation der Ergebnisse der Ökobilanz •Möglichkeiten und Grenzen der Ökobilanzmethode •Weitere Methoden der Stoffstromanalyse Modellierungen im Rechenpraktikum In der Laborarbeit setzen sich die Studierenden mit der Vielfalt modellierungstechnischer Ansätze im Ökobilanzkontext auseinander und erarbeiten sich das notwendige Fach- und Anwendungswissen, um in Praxis und Wissenschaft eigenverantwortlich einfache ökobilanzielle Modelle erstellen, bewerten und kritisch hinterfragen zu können.

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	Dabei verschaffen sie sich einen Überblick über marktübliche Softwarelösungen und arbeiten sich in ein gängiges Produkt ein (z.B. GaBi). Auch Kostenaspekte und produktionssystembezogene Ansätze werden verfolgt und vertieft. <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • Klöpffer, Grahl (2014) Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice. Wiley, Heidelberg. ISBN 9783527655625 • DIN EN ISO 14040:2006: Environmental Management - Life cycle assessment – Principles and framework • DIN EN ISO 14044:2006: Environmental Management - Life cycle assessment – Requirements and guidelines
4b	Inhalte Eco Design: This module trains students to translate evidence from multiple sustainability accounting tools—Life Cycle Assessment (LCA; ISO 14040/44), product carbon footprinting (ISO 14067), Social LCA (UNEP 2020), and an industry-friendly Quick-Calculator—into prioritised Ecodesign actions and implementation roadmaps for companies. Students first learn which types of assessments are fit-for-purpose to evaluate whether a design alternative is environmentally preferable, especially under early-phase data scarcity. They then perform selected, small-scope calculations for individual process steps (screening level) to identify hotspots and compare improvement options. Building on these results, the course develops practical Ecodesign workflows and Design-for-X strategies (e.g., use, manufacturing, assembly, packaging, repair, reuse, recycling) using checklists, decision trees, and matrices, and demonstrates how to integrate Ecodesign into product development processes. The module also provides an applied overview of relevant EU governance and communication aspects (e.g., Ecodesign regulation context, PEF, labelling, and greenwashing risks). • Sustainability accounting toolbox: classical LCA (system boundaries, functional unit, data sources, LCIA, interpretation); Social LCA (stakeholder categories; qualitative + quantitative evidence); Life Cycle Costing (cost types, discounting, sensitivity analysis); Quick-Calculator / screening and comparison to full LCA • Additional decision-support tools: Product Carbon Footprint (PCF), Material Flow Cost Accounting (MFCA), circularity indicators (e.g., Material Circularity Indicator and complementary metrics), Product Environmental Footprint (PEF) • From assessment to action: hotspot identification, trade-offs, prioritisation logic, and converting results into Ecodesign measures • Design-for-X in practice: Design for use, manufacturing, assembly, packaging, repair, reuse, recycling (incl. checklists and decision trees) • Implementation in companies: integration into product development (iterations, stakeholder integration), scenario and sensitivity analysis, digitalisation • Business models & communication: dematerialisation/servitization, circular business models, consumer behaviour, labelling, credible communication vs. greenwashing • Regulatory & standardisation overview: EU Ecodesign context and relevant standards for footprints, MFCA, and ecodesign management. <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> Van Doorselaer, K.; Koopmans, R.J. (2021): <i>Ecodesign – A Life Cycle Approach for a Sustainable Future</i>. Carl Hanser Verlag, München. ISBN 978-1569908617. Klöpffer, W.; Grahl, B. (2014): <i>Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice</i>. Wiley-VCH, Weinheim. ISBN 9783527655625.

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	DIN EN ISO 14040:2006: Environmental Management - Life cycle assessment – Principles and framework DIN EN ISO 14044:2006: Environmental Management - Life cycle assessment – Requirements and guidelines
5	Teilnahmevoraussetzungen:
6	Prüfungsformen: a) (Ha + R) benotet b) M20
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: a) Bestehen aller Prüfungsleistungen (Ha+R) b) Bestehen der mündlichen Prüfung
8	Verwendbarkeit des Moduls: Sustainability Studies, Textil- und Bekleidungsmanagement, Master Maschinenbau, Vertiefungsrichtung „Sustainability“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. André Heinrietz Lehrende: a) Matthias Bucher b) Matthias Bucher
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Materials of Product Design							
Kennnummer	Workload	Modulart	Studiensemester		Dauer	Häufigkeit	
N.N.	150 h	P	1. Semester		1 Semester	WS	
1	Lehrveranstaltung(en) Smart Materials			Sprache englisch	Kontakt-zeit 60 h	Selbst-studium 90	Credits (ECTS) 5
2	Lehrform(en) / SWS: Vorlesung, Übung / 4 SWS						
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen die wichtigsten Funktionseigenschaften von Werkstoffen und verstehen den physikalischen Ursprung, um das Potenzial von Funktionswerkstoffen und Smart Materials für den Einsatz in industriellen Anwendungen bewerten zu können. Sie wissen wie Funktionswerkstoffe „smart“ sein können und wie man sie als Sensoren und Aktoren einsetzen kann. <i>[Wissen, 7]</i> <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, Ideen für innovative Produkte zu entwickeln, welche die Funktionseigenschaften „smarter“ Materialien nutzen. <i>[Systemische Fertigkeiten, 7] [Beurteilungsfähigkeit, 7]</i> <i>Sozialkompetenz</i> k.A. <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können geeignete Werkstoffe auf Basis ihres charakteristischen Eigenschaftsprofils auswählen, um eine Funktion zuverlässig in einem Produkt zu erfüllen. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] [Reflexivität, 7]</i>						
4	Inhalte: - Einführung in Smart Materials: Definitionen, Einführung Sensoren und Aktoren - Elektrische Leiter: physikalische Grundlagen (Strom, Spannung, Widerstand) Elektronentheorie (wellenmechanisches Atommodell, chemische Bindung), elektrische Leitfähigkeit (Drude-Lorentz, quantenmechanisches Modell), leitfähige Polymere, Ionenleitfähigkeit, Werkstoffe und Anwendungen (z.B. Widerstände, Thermolement, Lambdasonde, Brennstoffzelle) - Halbleiter: intrinsische und extrinsische (n/p-) Halbleiter, Leitfähigkeit in Halbleitern, Halbleiter-bauteile (Diode, Transistor), Aufbau und Fertigung integrierter Schaltungen - Dielektrische Werkstoffe: physikalische Grundlagen (Kondensator und Kapazität), Polarisations-mechanismen, Dielektrische Effekte (Piezoelektrizität, Ferroelektrizität, Pyroelektrizität), Werkstoffe und Anwendungen (z.B. Kondensatoren, piezoelektrische Sensoren und Aktoren, pyro-elektrische Sensoren) - Optische Werkstoffe: physikalische Grundlagen (Strahlung, Absorption, Reflektion), Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Anwendungen optischer Bauteile (Glasfasern, Photodiode, CCD, Solarzelle, LED, Laser, LCD-Displays) - Magnetwerkstoffe: physikalische Grundlagen (Magnetfeld, magnetischer Fluss, Permeabilität magnetische Hysterese) Magnetismus (Dia-, Para-, Ferro-, Ferri-, Antiferromagnetismus) magnetische Domänen, Magnetostraktion, Magnetoresistivität, weich- und hartmagnetische Werkstoffe und ihre Anwendungen (z.B. Elektromotor, Datenspeicherung, Warensicherungsetikett)						

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	• Supraleiter: Phänomene der Supraleitung (Widerstandsabfall, Meissner-Ochsenfeldeffekt), Theorie der Supraleitung (London, BCS, Abrikosov), Werkstoffe und Anwendungen (Stromkabel, Motoren und Generatoren, MRT, Magnetschwebbahn) • Formgedächtnislegierungen: physikalische Grundlagen (Einweg-, Zweiwegeeffekt, Superplastizität), System Ni-Ti, martensitische Phasenumwandlung, Anwendungen als Sensoren und Aktoren sowie Nutzung der Superplastizität, magnetische Formgedächtnislegierungen
	<i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • Bäker, Funktionswerkstoffe, 1. Auflage, Springer Verlag (2014) • Hummel, Electronic Properties of Materials, 3. Auflage, Springer (2001) • Ivers-Tiffée, von Münch, Werkstoffe der Elektrotechnik, 10. Auflage (2007) • Callister, Rethwisch, Materials Science and Engineering: An Introduction, 8th edition (2010) • Ashby, Shercliff, Cebon, Materials –Engineering, Science, Processing and Design, Butterworth-Heinemann (2014) • Hofmann, Solid State Physics: An Introduction, 2nd edition, Wiley VCH (2015) • Ibach, Lüth, Festkörperphysik, 7. Auflage, Springer Verlag (2009) • Göbel, Einführung in die Halbleiterschaltungstechnik, 5. Auflage, Springer Vieweg (2014) • Langbein, Czechowicz, Konstruktionspraxis Formgedächtnistechnik, Springer Vieweg (2013)
5	Teilnahmevoraussetzungen: Werkstofftechnik Grundlagen
6	Prüfungsformen: Klausur 60 Minuten
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau, Vertiefungsrichtung „Sustainability“ und „Engineering“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Jochen Rager
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Methods of Product Design						
Kennnummer N.N.	Workload 225 h	Modulart P	Studiensemester 1. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit WS	
1	Lehrveranstaltung(en) a) Applied Finite Element Method b) Structure Optimisation		Sprache englisch	Kontakt-zeit a) 60 h b) 30 h	Selbst-studium a) 90 b) 45	Credits (ECTS) 7,5
2	Lehrform(en) / SWS: a) S, P / 4 SWS b) V, Ü / 2 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen einfache und weiterführende Modellierungstechniken und Berechnungsabläufe von linearen, nicht-linearen und multiphysikalischen Problemstellungen im Finite Element Programm Abaqus [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden können Geometrien aus CAD-Programmen in den Präprozessor des Programms Abaqus einfügen sowie Geometriedaten im CAD Präprozessor erstellen und für eine Berechnung aufbereiten. Sie können Aufgabenstellungen aus den Ingenieurwissenschaften in Berechnungsmodelle für Abaqus umsetzen. <i>[Instrumentelle Fertigkeiten, 7]</i> Die Studierenden können Berechnungsergebnisse von linearen, nicht-linearen und multiphysikalischen Analysen mit Hilfe ihrer Kenntnisse der Ingenieurwissenschaften interpretieren und in ihrer Qualität bewerten. <i>[Beurteilungsfähigkeit, 7]</i> Die Studierenden können die Abläufe linearer, nicht-linearer und multiphysikalischer Berechnungen gezielt optimieren. <i>[Instrumentelle Fertigkeiten, 7]</i> Die Studierenden können die Stabilität von nicht-linearen und multiphysikalischen Berechnungsabläufen kontrollieren und verbessern <i>[Systemische Fertigkeiten, 7]</i> <i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden erarbeiten die Laboraufgaben und das Referatthema in der Lerngruppe <i>[Team-/Führungsfähigkeit, 7] [Kommunikation, 7]</i> <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können Simulationen mit dem Finite Element Programm Abaqus selbstständig durchführen. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]</i> Sie können die Verlässlichkeit von Berechnungsergebnissen aus dem Programm Abaqus einschätzen. <i>[Reflexivität, 7]</i> Inhalte: • Struktur des Programms Abaqus und Analysearten • Geometrien nachbearbeiten und für eine Berechnung aufbereiten • Materialeigenschaften definieren und zuweisen • Lastschritte auswählen und konfigurieren • Verschiebungs- und Belastungsrandbedingungen festlegen • Übergangsbedingungen zwischen Komponenten einer Baugruppe modellieren					
Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument		Freigabe am/von		Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx		20. Juli 2026 Prof. Heinrietz		WS 2026 / 2027

	• Geometrien für die Vernetzung aufbereiten, gezieltes definieren von Netzfeinheiten • Auswahl von Elementen • Einteilung nicht-linearer Berechnungen in der FEM mit impliziten Verfahren (Material, Geometrie, Kontakt) • Implizite Lösungsverfahren: Das Newton-Raphson Lösungsverfahren, Konvergenzkriterien und Schrittweitenwahl • Modellierung nicht-linearer Materialeigenschaften: Plastizität, Hyperelastizität • Aufbau von Baugruppen mit Kontaktelementen verschiedener Art, Stabilität von Kontaktberechnungen • Explizite Lösungsverfahren am Beispiel der zentralen Differenzenmethode • Aufbau, Vernetzung sowie Steuerung von FEM-Berechnungen mit explizitem Gleichungslöser • Einführung in die Modellierung schädigungsmechanischer Vorgänge in der expliziten und impliziten FEM • Auswahl von Elementen • Ergebnisse aus Abaqus darstellen, auslesen, exportieren sowie interpretieren Empfohlene Literaturangaben: • Abaqus Manual der jeweiligen Version (nur online verfügbar) • Klaus Knothe und Heribert Wessels: „Finite Elemente: Eine Einführung für Ingenieure“, Springer Vieweg; Auflage: 5, ISBN-10: 3662493519 • Bernd Klein: FEM, Springer Vieweg 2012, ISBN 978-3-8348-2134-8 (eBook) • Olek C Zienkiewicz und Robert L Taylor: “The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals”, Butterworth-Heinemann; Auflage 7; eBook ISBN: 9780080472775 • Olek C Zienkiewicz, Robert L Taylor, David Fox: “The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics”, Butterworth-Heinemann; 2014; ISBN: 978-1-85617-634-7
4b	Inhalte: • Empfohlene Literaturangaben: • Abaqus Manual der jeweiligen Version (nur online verfügbar) •
5	Teilnahmevoraussetzungen: -
6	Prüfungsformen: a) Laborarbeit, 2 Referate je 20 Minuten vor der Lerngruppe und praktische Arbeit b) K60
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: a) Bestehen aller Prüfungsleistungen (La+2xR+Pr) b) Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau, Vertiefungsrichtung „Sustainability“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. André Heinrietz Lehrender: Dr.-Ing. Yakub Tijani
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Business and Ethics							
Kennnummer	Workload	Modulart	Studiensemester	Dauer	Häufigkeit		
N.N.	150 h	P	2. Semester	1 Semester	SS		
1	Lehrveranstaltung(en) a) Sustainable Business Models b) Environmental Guidelines		Sprache englisch	Kontakt-zeit a) 30 h b) 30 h	Selbst-studium a) 45 b) 45	Credits (ECTS) 5	
2	Lehrform(en) / SWS: a) V, Ü / 2 SWS b) V, Ü / 2 SWS						
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> By the end of the course, students will understand the challenges and opportunities facing companies in their future work to develop more sustainable business models. Students will be able to explain, discuss and critically apply the theory and tools of sustainable business models to guide innovation towards more sustainable practices. [Wissen, 7] Die Studierenden verfügen über umfassendes, detailliertes und spezialisiertes Fachwissen im Bereich der Umweltpolitik und der aktuellen Umweltvorgaben und Normen. Das schließt sowohl Basiswissen als auch vertieftes fachtheoretisches Wissen ein. Sie kennen die landesspezifischen und europäischen Umweltvorgaben und Normen, können diese anwenden und interpretieren. Sie kennen und beherrschen ausgewählte umweltpolitische Themen. [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Students apply relevant methods and concepts to analyse existing business models and develop sustainable business models. In particular, they are able to derive strategic sustainability aspects in different fields of action (environment, society, governance, products/services) using sustainable business modelling methodology (e.g. RE-START) and nonfinancial materiality analysis (dual materiality, materiality in different sectors). <i>[Instrumentelle Fertigkeiten, 7] [Systemische Fertigkeiten, 7] [Beurteilungsfähigkeit, 7]</i> Die Studierenden können selbstständig Arbeitsprozesse im Rahmen umweltpolitischer Vorgaben übergreifend planen und sie unter umfassender Einbeziehung von Handlungsalternativen und Wechselwirkungen mit benachbarten Bereichen beurteilen. Sie sind in der Lage, mittels der erlernten Gesetze und Pflichten entlang der gesamten globalen Lieferkette verantwortlich die Güte von Produktionsprozessen zu bewerten und notwendige Untersuchungsmethoden vorzugeben. <i>[Instrumentelle Fertigkeiten, 7]</i> Die Studierenden sind fähig, Problemstellungen im Zusammenhang ökologischer, sozialer, ökonomischer und ethischer Wechselwirkungen von Produktion und Konsumtion im globalen Kontext zu lösen. [Systemische Fertigkeiten, 7] <i>Sozialkompetenz</i>						

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	The students can take the perspective of different stakeholders and reflect the expectations identified in dialogue formats in the company context and consider them for further company modelling. For a successful change of perspective, they practise active listening, anticipating expectations and dealing diplomatically with conflicting goals and different interests. In group work, they simulate situations in which they demonstrate the added value of strategies and motivate others, taking into account the respective circumstances. In doing so, the students work together cooperatively and give each other constructive feedback in order to further develop their communicative competences. <i>[Team-/Führungsfähigkeit, 7] [Kommunikation, 7] [Mitgestaltung, 7]</i> Die Studierenden sind in der Lage, die Arbeit an ökologischen Problemstellungen entlang der gesamten globaler Lieferkette in einer Gruppe und deren Lern- oder Arbeitsumgebung zu gestalten und zu führen. Sie können Abläufe und Ergebnisse begründen und über Sachverhalte umfassend in Fachkreisen kommunizieren. Sie sind in der Lage, Ergebnisse aus diesem Feld zu präsentieren und kritisch zu hinterfragen. <i>[Team-/Führungsfähigkeit, 7] [Kommunikation, 7]</i> Selbstständigkeit Students reflect on the importance of business sustainability against the background of their own values and with regard to their future professional role and responsibility. They are aware of their role model function and develop communicative competences in the group. There are exercises that enable them to implement sustainable business models in the organisation and promote cooperative collaboration between departments in the company and a sustainable ecosystem. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] [Reflexivität, 7] [Lernkompetenz, 7]</i> Die Studierenden können eigene und fremd gesetzte Lern- und Arbeitsziele reflektieren, bewerten, selbstgesteuert verfolgen und verantworten, sowie Konsequenzen für die Arbeitsprozesse im Team ziehen. <i>[Reflexivität, 7]</i>
4a	Inhalte Sustainable Business Models: - Sustainable business model innovation - Key principles of sustainable business model development - Business model and market evolution - Tools to develop sustainable business models - Circular Business Models - Sustainable Business Models Ecosystems <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • Nancy M.P. Bocken, Samuel W., J.o.: Unsustainable business models – Recognising and resolving, institutionalised social and environmental harm, Cleaner Production, 312, 2021. • Lüdeke-Freund, F., Rauter, R., Pedersen, E.R.G., & Nielsen, C. (2020): Sustainable Value Creation Through Business Models: The What, the Who and the How. Journal of Business Models, Vol. 8, No. 3, pp. 62-90. Literature (Books) • Florian Lüdeke-Freund, Henning Breuer, Lorenzo Massa: Sustainable Business Model Design - 45 Patterns, Berlin, 2022.

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	• Jan Jonker, Niels Faber: Organizing for Sustainability, Springer Nature, 2021. • Jørgensen, S., & Pedersen, L. J. T. (2018). RESTART Sustainable Business Model Innovation Additional references and supplemental readings as well as case studies are provided during lectures.
4b	Inhalte Environmental Guidelines: • Geschichtliches zur Umweltpolitik in Deutschland, Gründung des Umweltbundesamtes und dessen Aufgaben • Themen: Klima und Energie, Gesundheit, Chemikalien, Verkehr/Lärm, Wirtschaft/Konsum, Abfall/Ressourcen, Luft, Wasser, Boden/Landwirtschaft, Nachhaltigkeit/Strategien • Immissionsschutzrecht • Naturschutzrecht • Bodenschutzrecht • Klimaschutzrecht • Gewässerschutzrecht • Abfallrecht • Umweltnormen: DIN EN ISO 14001 - Umweltmanagementsysteme & EMAS Zertifizierung • Umweltpolitik in und außerhalb Europas • Konventionen: Basel, Rotterdam, Stockholm • Überblick über Weltorganisationen und ihre Zuständigkeiten: Vereinte Nationen, WHO, EU Kommission & NGOs... • UN Sustainable Development Goals - The 2030 Agenda for Sustainable Development • DIN EN ISO 14091 Anpassung an den Klimawandel - Vulnerabilität, Auswirkungen und Risikobewertung <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> DIN Normen Publikationen Umweltbundesamt UGB – Umweltgesetzbuch https://www.bmu.de/ministerium/chronologie/reformprojekt-fuer-ein-neuesumweltrecht/ Bessere Gesetze durch mehr Transparenz der Gesetzesfolgen - https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/bessere-gesetze-durch-mehrtransparenz-der-Gesetz-zur-Kontrolle-und-Transparenz-im-Unternehmensbereich-(KonTraG) Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
5	Teilnahmevoraussetzungen: -
6	Prüfungsformen: a) (Ha + R) b) K60
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: a) Bestehen aller Prüfungsleistungen (Ha+R) b) Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau, Vertiefungsrichtung „Sustainability“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Matthias Kimmerle

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027



	Lehrende: a) Prof. Dr. Sachse b) Prof. Matthias Kimmerle
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Application							
Kennnummer N.N.		Workload 300 h	Modulart Wahlpflicht	Studiensemester 2. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit SS	
1	Lehrveranstaltung(en) Auswahl von zwei Lehrveranstaltungen der LVs Project Production, Control Technology Lab oder AI-Application (siehe Wahlpflichtfächer)			Sprache englisch	Kontakt-zeit a) 60 h b) 60 h	Selbst-studium a) 90 h b) 90 h	Credits (ECTS) a) 5 ECTS b) 5 ECTS
2	Lehrform(en) / SWS: Hängt von den gewählten Lehrveranstaltung(en) ab / 8 SWS						
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen:						
	<i>Kompetenz Wissen</i> Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltungen ab.						
	<i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltungen ab.						
	<i>Sozialkompetenz</i> Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltungen ab.						
4	<i>Selbstständigkeit</i> Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltungen ab.						
	Inhalte: Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltungen ab.						
5	<i>Empfohlene Literaturangaben:</i> Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltungen ab.						
	Teilnahmevoraussetzungen: Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltung(en) ab.						
6	Prüfungsformen: Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltung(en) ab.						
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltung(en) ab.						
8	Verwendbarkeit des Moduls: Maschinenbau (Master), Vertiefungsrichtung Sustainability						
9	Modulverantwortliche(r): Modulverantwortlicher: Studiendekan Maschinenbau Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Vincenzo Forcillo, Prof. Dr.-Ing. Fabian Graefe, Prof. Dr.-Ing. Haydar Kayapinar						
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul						

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

5.2 Vertiefungsrichtung Engineering

Modul: Informatik in der Produktion						
Kennnummer	Workload	Modulart	Studiensemester	Dauer	Häufigkeit	
51500	150 h	P	1. Semester	1 Semester	WS	
1	Lehrveranstaltung(en) 51510 Produktionsinformatik		Sprache deutsch	Kontakt-zeit 60 h	Selbst-studium 90	Credits (ECTS) 5
2	Lehrform(en) / SWS: Vorlesung, Übung, Praktikum / 4 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen die theoretischen Grundlagen der Automatisierung von Fertigungsprozessen mit Rechnerunterstützung. Sie verfügen über Kenntnisse zu Entwurf, Methodik und Anwendung unterschiedlicher Programmierverfahren für Fertigungs- und Montageeinrichtungen [Wissen, 7] Die Studierenden verfügen über die Fähigkeiten zum Beschreiben des gewünschten Verhaltens des Systems Computer/Maschine durch Anwendung geeigneter Beschreibungs-/ Entwurfsmethoden [Wissen, 7]					
	<i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, CNC Maschinen und Handhabungsgeräte mittels einer geeigneten Programmiersprache zu programmieren [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] Die Studierenden beherrschen die Modellbildung und Simulation in der Automatisierung von Fertigungsprozessen am Beispiel der Programmierungsumgebung MatLab Simulink [Systemische Fertigkeiten, 7] Die Studierenden können den Signalfluss von Messinformationen aus optischen Sensoren in Fertigungseinrichtungen analysieren und beurteilen [Beurteilungsfähigkeit, 7]					
	<i>Sozialkompetenz</i> k.A.					
	<i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, Automatisierungsaufgaben selbstständig zu lösen, indem Algorithmen und Datenflüsse erarbeitet und festgelegt werden sowie Programme strukturiert und implementiert werden. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] [Lernkompetenz, 7]					
4	Inhalte: • Grundbegriffe der Automatisierungstechnik bei Fertigungsprozessen • Prozesskette CAM/CAP/CAPP/CAD/NC • Darstellung und Zusammenspiel der einzelnen Komponenten und Schnittstellen • Aufzeigen der Besonderheiten bei Fertigungs- und Handhabungstechnologien • Manuelles Programmieren von NC, CNC-Maschinen und Handhabungsgeräten • Signalfluss bei der Steuerung und Regelung von Fertigungseinrichtungen und Robotern • Schnittstellen zur Kopplung von CAD/CAM- bzw. CAD/NC-Programmiersysteme • Rechnergestützte Modellbildung und Simulation unter Matlab/Simulink: Fallstudie: Algorithmen zur Kollisionserkennung von Körpern in 2-Dimensionen • Prozessnahe Messtechnik, (intelligente) mechatronische Werkzeuge und Ihre Informationsverarbeitung. Logik und Schnittstellen zur Maschinensteuerung.					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	<i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • Dölling, R.: Produktionsinformatik, Folien zur Vorlesung mit Erklärungen, Beispielen und Übungen mit Lösungen • Schimonyi, J.: Automations- und NC-Technik, Vorlesungsskript • Kief, H.: NC/CNC Handbuch 2010. Hanser Verlag • Rosemann, B.: CAD/CAM mit Pro/Engineer. Hanser Verlag 2010 • Pietruszka, W.: Matlab und Simulink in der Ingenieurpraxis. Teubner Verlag 2010
5	Teilnahmevoraussetzungen: Kenntnisse in MatLab
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau, Vertiefungen „Engineering“ und „Digitalisierung“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. H. Kayapinar Lehrender: Dr.-Ing. R. Dölling
10	Optionale Informationen:

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Green Technologies						
Kennnummer N.N.		Workload 225 h	Modulart P	Studiensemester 1.u 2. Semester	Dauer 2 Semester	Häufigkeit WS / SS
1	Lehrveranstaltung(en) a) Green Technologies b) Scientific Methods in Engineering			Sprache a) englisch b) deutsch / englisch	Kontakt- zeit a) 60 h b) 30 h	Selbst- studium a) 90 b) 45
2	Lehrform(en) / SWS: a) V, Ü / 4 SWS b) V, Ü / 2 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden erwerben ein vertieftes Verständnis für nachhaltige Energiesysteme, einschließlich Energieumwandlung und Endnutzungstechnologien. Sie gewinnen fundierte Kenntnisse über konventionelle und aufkommende grüne Technologien, sowie deren Umweltauswirkungen. <i>[Wissen, 7]</i> Die Studierende lernen fortgeschrittene mathematische und physikalische Methoden und fundamentale Begrifflichkeiten und Konzepte der klassischen Mechanik kennen. Sie sind fähig diese in ihren wissenschafts-historischen Kontext einzuordnen und ihre philosophischen Aspekte zu beurteilen. <i>[Wissen, 7]</i> <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden entwickeln die Fähigkeit, Energie-Technologie-Konzepte quantitativ zu bewerten, indem sie ingenieurwissenschaftliche Prinzipien mit wirtschaftlichen und ökologischen Zielen integrieren. <i>[Systemische Fertigkeiten, 7]</i> Die Studierende können ausgewählte (auch schwierige) wissenschaftliche Texte und Fachartikel kritisch Lesen und Verstehen als Vor- und Nachbereitung der Themenfelder des Seminars. <i>[Beurteilungsfähigkeit, 7]</i> <i>Sozialkompetenz</i> Die Studierende sind fähig sich eigene Sichtweisen zu erarbeiten, tradiertes Wissen zu hinterfragen, Fragestellungen präzise zu formulieren und im kritischen Diskurs mit den Seminarteilnehmern ggf. kontrovers zu vertreten. <i>[Kommunikation, 7]</i> Die Studierenden arbeiten in Gruppen zusammen und beteiligen sich an interdisziplinären Diskussionen, um globale Energieherausforderungen zu lösen. Sie entwickeln die Fähigkeit, komplexe technische Themen effektiv an unterschiedliche Zielgruppen, einschließlich Entscheidungsträgern zu kommunizieren. <i>[Team-/Führungsfähigkeit, 7] [Kommunikation, 7]</i> <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden zeigen die Fähigkeit, eigenständig an nachhaltigen Ingenieurprojekten zu arbeiten, neue Technologien kritisch zu bewerten und fundierte Entscheidungen basierend auf Nachhaltigkeitsprinzipien zu treffen. Sie übernehmen Verantwortung für ihre kontinuierliche Weiterbildung im Bereich der grünen Techno-logien. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]</i> Die Studierenden sind fähig sich mit den u.g. Themenfeldern selbstständig auseinanderzusetzen. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]</i>					
4a	Inhalte Green Technologies:					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	Energy Systems and Sustainability (Conventional vs. renewable energy sources; Environmental impact of energy consumption; Energy efficiency and conservation strategies) - Fundamentals of Green Technology (Definition and principles of green technology; Sustainable development goals (SDGs) and their relevance to engineering) - Green Energy Technologies (Solar, wind, hydro, geothermal, and biomass energy; Hydrogen power and fuel cells; Smart grids and energy storage technologies) - Sustainable Materials and Manufacturing (Assessment of materials; Circular economy and waste management; Eco-friendly materials for mechanical and electrical applications) - Green Technology in Industry (Sustainable transportation (electric vehicles, hydrogen mobility); Energy-efficient building design and smart cities; Carbon capture and sequestration technologies) - Economic and Policy Perspectives (Global energy policies and regulations (Paris Agreement, EU Green Deal); Incentives and subsidies for green technology; Economic viability of renewable energy investments) - Future Trends and Innovations in Green Technology (AI and machine learning in energy optimization; Emerging sustainable technologies (perovskite solar cells, biofuels); Challenges and opportunities in global energy transitions)
	<i>Empfohlene Literaturangaben:</i> Core Textbooks - Tester, J. W., Drake, E. M., Driscoll, M. J., Golay, M. W., & Peters, W. A. (2012). Sustainable energy: Choosing among options (2nd ed.). MIT Press. - MacKay, D. J. C. (2009). Sustainable energy – Without the hot air. UIT Cambridge. - Dincer, I., & Rosen, M.A. (2012). Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development. Elsevier. - Boyle, Godfrey (2017). Renewable Energy: Power for a Sustainable Future. Oxford University Press. - Hering E. (2018): Umweltschutztechnik und Umweltmanagement, Springer - Unger J. (2020): Alternative Energietechnik, 6. Auflage, Springer - Noussan M. (2020): The Future of Transportation, Springer - Kranert M., et al (2010): Einführung in die Abfallwirtschaft. 4th ed., Vieweg & Teubner Supplementary Readings - European Commission reports on the EU Green Deal and sustainability strategies. - IEEE and ASME conference proceedings on emerging green technologies. - International Renewable Energy Agency (IRENA) reports on energy transition trends. - Research papers on emerging green technologie
4b	Inhalte Scientific Methods in Engineering: Konzepte von Raum und Zeit, die Bewegung von Körpern, die zu deren Beschreibung notwendigen Bezugssysteme, der Kraftbegriff, Aspekte der Trägheit und Schwere von materiellen Körpern, die Newtonschen Gesetze, insbesondere das Newton–Galileische Trägheitsgesetz und die dadurch ausgezeichneten Inertialsysteme, die nicht-inertialen Trägheits- bzw. Scheinkräfte, das Newtonsche Gravitationsgesetz, die Symmetrien der

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	Natur und ihre zugehörigen Erhaltungs-größen und das zugrundeliegende Relativitätsprinzip sind Themenfelder des Seminars. Diese Grundkonzepte sollen hinsichtlich mathematisch-physikalischer und philosophischer Fragestellungen in ihrem historischen Kontext analysiert werden. Das Seminar will einen Beitrag zu einem vertieften Wissenschaftsverständnis und zur Wissenschaftstheorie leisten. <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> Ausführliche Literatur zu den o.g. Themenfeldern werden bereitgestellt.
5	Teilnahmevoraussetzungen: -
6	Prüfungsformen: a) Portfolio b) Portfolio
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: a) Bestehen aller Prüfungsleistungen der Portfolioprfung b) Bestehen aller Prüfungsleistungen der Portfolioprfung
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau, Vertiefungsrichtung „Sustainability“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. rer. nat. Markus King Lehrende: a) Dr.- Ing. Yakub Tijani b) Prof. Dr. rer. nat. Markus King
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Materials of Product Design							
Kennnummer N.N.	Workload 150 h	Modulart P	Studiensemester 1. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit WS		
1	Lehrveranstaltung(en) Smart Materials			Sprache englisch	Kontakt-zeit 60 h	Selbst-studium 90	Credits (ECTS) 5
2	Lehrform(en) / SWS: Vorlesung, Übung / 4 SWS						
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen die wichtigsten Funktionseigenschaften von Werkstoffen und verstehen den physikalischen Ursprung, um das Potenzial von Funktionswerkstoffen und Smart Materials für den Einsatz in industriellen Anwendungen bewerten zu können. Sie wissen wie Funktionswerkstoffe „smart“ sein können und wie man sie als Sensoren und Aktoren einsetzen kann. <i>[Wissen, 7]</i> <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, Ideen für innovative Produkte zu entwickeln, welche die Funktionseigenschaften „smarter“ Materialien nutzen. <i>[Systemische Fertigkeiten, 7] [Beurteilungsfähigkeit, 7]</i> <i>Sozialkompetenz</i> k.A. <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können geeignete Werkstoffe auf Basis ihres charakteristischen Eigenschaftsprofils auswählen, um eine Funktion zuverlässig in einem Produkt zu erfüllen. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] [Reflexivität, 7]</i>						
4	Inhalte: • Einführung in Smart Materials: Definitionen, Einführung Sensoren und Aktoren • Elektrische Leiter: physikalische Grundlagen (Strom, Spannung, Widerstand) Elektronentheorie (wellenmechanisches Atommodell, chemische Bindung), elektrische Leitfähigkeit (Drude-Lorentz, quantenmechanisches Modell), leitfähige Polymere, Ionenleitfähigkeit, Werkstoffe und Anwendungen (z.B. Widerstände, Thermoelement, Lambdasonde, Brennstoffzelle) • Halbleiter: intrinsische und extrinsische (n/p-) Halbleiter, Leitfähigkeit in Halbleitern, Halbleiter-bauteile (Diode, Transistor), Aufbau und Fertigung integrierter Schaltungen • Dielektrische Werkstoffe: physikalische Grundlagen (Kondensator und Kapazität), Polarisations-mechanismen, Dielektrische Effekte (Piezoelektrizität, Ferroelektrizität, Pyroelektrizität), Werkstoffe und Anwendungen (z.B. Kondensatoren, piezoelektrische Sensoren und Aktoren, pyro-elektrische Sensoren) • Optische Werkstoffe: physikalische Grundlagen (Strahlung, Absorption, Reflektion), Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Anwendungen optischer Bauteile (Glasfasern, Photodiode, CCD, Solarzelle, LED, Laser, LCD-Displays) • Magnetwerkstoffe: physikalische Grundlagen (Magnetfeld, magnetischer Fluss, Permeabilität magnetische Hysterese) Magnetismus (Dia-, Para-, Ferro-, Ferri-, Antiferromagnetismus) magnetische Domänen, Magnetostriktion, Magnetoresistivität, weich- und hartmagnetische Werkstoffe und ihre Anwendungen (z.B. Elektromotor, Datenspeicherung, Warensicherungsetikett)						

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	• Supraleiter: Phänomene der Supraleitung (Widerstandsabfall, Meissner-Ochsenfeldeffekt), Theorie der Supraleitung (London, BCS, Abrikosov), Werkstoffe und Anwendungen (Stromkabel, Motoren und Generatoren, MRT, Magnetschwebbahn) • Formgedächtnislegierungen: physikalische Grundlagen (Einweg-, Zweiwegeeffekt, Superplastizität), System Ni-Ti, martensitische Phasenumwandlung, Anwendungen als Sensoren und Aktoren sowie Nutzung der Superplastizität, magnetische Formgedächtnislegierungen
	<i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • Bäker, Funktionswerkstoffe, 1. Auflage, Springer Verlag (2014) • Hummel, Electronic Properties of Materials, 3. Auflage, Springer (2001) • Ivers-Tiffée, von Münch, Werkstoffe der Elektrotechnik, 10. Auflage (2007) • Callister, Rethwisch, Materials Science and Engineering: An Introduction, 8th edition (2010) • Ashby, Shercliff, Cebon, Materials –Engineering, Science, Processing and Design, Butterworth-Heinemann (2014) • Hofmann, Solid State Physics: An Introduction, 2nd edition, Wiley VCH (2015) • Ibach, Lüth, Festkörperphysik, 7. Auflage, Springer Verlag (2009) • Göbel, Einführung in die Halbleiterschaltungstechnik, 5. Auflage, Springer Vieweg (2014) • Langbein, Czechowicz, Konstruktionspraxis Formgedächtnistechnik, Springer Vieweg (2013)
5	Teilnahmevoraussetzungen: Werkstofftechnik Grundlagen
6	Prüfungsformen: Klausur 60 Minuten
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau, Vertiefungsrichtung „Sustainability“ und „Engineering“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Jochen Rager
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Produktionsautomatisierung					
Kennnummer N.N.	Workload 150 h	Modulart P	Studiensemester 1. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit WS und SS
1	Lehrveranstaltung(en) a. 52510 Robotik / MatLab Simulink (WS) b. 51520 Prozessinformatik (SS)		Sprache a. deutsch b. deutsch	Kontakt-zeit a. 30 h b. 30 h	Selbst-studium 90 Credits (ECTS) 5
2	Lehrform(en) / SWS: a. Vorlesung, Übung, Praktikum / 2 SWS b. Vorlesung / 2 SWS				
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen die Grundlagen bei der Modellbildung von Handhabungsgeräten. Sie beherrschen die Regelung von Handhabungsgeräten mit externen Sensoren. [Wissen, 7] Die Studierenden beherrschen den Aufbau und die Struktur ausgewählter Typen von Produktionseinrichtungen und deren Automatisierungsmöglichkeiten [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden beherrschen die Methodik zur Modellbildung und Simulation robotischer Systeme [Systemische Fertigkeiten, 7] Die Studierenden können Systeme partitionieren, mathematisch modellieren und in einer industriellen Modellierungs- und Simulationsumgebung implementieren [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] [Beurteilungsfähigkeit, 7] Die Studierenden sind in der Lage, Methoden zur Modellierung computerbasierter Systeme zum Steuern und Messen im Maschinenbau anzuwenden. [Systemische Fertigkeiten, 7] Die Studierenden beherrschen grundlegende Verfahren zur Kommunikation zwischen Steuerungen. [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] Die Studierenden können grundsätzliche Lösungskonzepte für die Diagnose technischer Anlagen unter Anwendung von Methoden der künstlichen Intelligenz beurteilen [Beurteilungsfähigkeit, 7] <i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden lösen Aufgaben zur Robotisierung in Kleingruppen. [Team-/Führungsfähigkeit, 7] <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, Programme und Abläufe mit der MatLab-Programmiersprache selbstständig zu implementieren. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] [Lernkompetenz, 7] Die Studierenden können Ergebnisse von Optimierungsaufgaben selbstständig beurteilen. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]				
4a	Inhalte: • Definition von Robotik. Systemdefinition - Mathematische Modellbildung • Automatisierung und Robotik. Typen von Roboter • Komponenten eines Industrieroboters. Roboterstellungen und Arbeitsraum • Koordinatensysteme und Transformationen. Bewegungsarten und Interpolation • Programmierung von Industriellen Handhabungsgeräten • Modellierung und Simulation: Fallstudie Mathematische Beschreibung, Modellbildung und Simulation unter Matlab/Simulink verschiedene Micro Roboter • Künstliche Intelligenz und Robotik.				
Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument		Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx		20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	• Regelung von Handhabungsgeräten mit externen Sensoren • Automatisierung und Robotisierung einer Sternwarte. <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • Dölling, R.: Robotik, Folien zur Vorlesung mit Erklärungen, Beispielen und Übungen mit Lösungen • Handbuch Robotik. Programmieren und Einsatz intelligenter Roboter, Springer Verlag • Matlab-Simulink-Stateflow, Oldenburg Verlag • Robotic Engineering: An integrated Approach, Prentice-Hall International Editions
4b	Inhalte: - Ermittlung der Anforderungen an mikrorechnerbasierte Anwendungen („embedded systems“)- Entwicklungsprozess - Erstellung von Pflichtenheften/ Anlagenspezifikationen - Modellierung des Systemverhaltens (Verknüpfungsorientierte Beschreibungen, Ablauforientierte Beschreibungen, Ablaufsprache nach IEC 61131-3, Beschreibung des Datenflusses, Petri-Netze, zustandsorientierte Betrachtung, objektorientierte Modellierung) Kommunikation zwischen Steuerungen und Computern: Netzwerktopologien, OSI 7 Schichtenmodell, TCP/IP, Feldbusse, Kommunikation über OPC. - Diagnose technischer Anlagen: Wissensbasen, Expertensysteme, Lernende Systeme <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> Heidepriem, J.: Prozessinformatik (2 Bände). Oldenbourg
5	Teilnahmevoraussetzungen: a. Kenntnisse in MatLab b. Kenntnisse der Steuerungstechnik
6	Prüfungsformen: a. Klausur 60 Minuten b. Klausur 60 Minuten
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: a. Bestehen der Klausur b. Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau, Vertiefung „Engineering“ und „Digitalisierung“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. H. Kayapinar Lehrende: a. Dr.-Ing. R. Dölling b. Prof. Dr.-Ing. H. Kayapinar
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Mechanical Simulation							
Kennnummer N.N.	Workload 225 h	Modulart P	Studiensemester 1. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit WS		
1	Lehrveranstaltung(en) a. 53520 Finite Elemente Methode (FEM) b. N.N. Applied FEM		Sprache a. deutsch b. englisch	Kontakt-zeit a. 60 h b. 60 h	Selbst-studium a. 90 b. 90	Credits (ECTS) 10	
2	Lehrform(en) / SWS: a. Vorlesung, Übung / 4 SWS b. Praktikum / 4 SWS						
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen die theoretischen Grundlagen der FE Methode (Matrix-Steifigkeits-Methode) für mechanische Problemstellungen. Sie beherrschen theoretische Methoden zur Qualitätsbeurteilung von Ergebnissen der FEM [Wissen, 7] Die Studierenden beherrschen einfache und weiterführende Modellierungstechniken und Berechnungsabläufe von linearen, nicht-linearen und multiphysikalischen Problemstellungen im Finite Element Programm Abaqus [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, mechanische Problemstellungen mit Hilfe der Finiten Elemente Methode zu modellieren und das Ergebnis qualitativ und quantitativ zu beurteilen. [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] [Systemische Fertigkeiten, 7] [Beurteilungsfähigkeit, 7] Die Studierenden können Geometrien aus CAD-Programmen in den Präprozessor des Programms Abaqus einfügen sowie Geometriedaten im CAD Präprozessor erstellen und für eine Berechnung aufbereiten. Sie können Aufgabenstellungen aus den Ingenieurwissenschaften in Berechnungsmodelle für Abaqus umsetzen. [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] Die Studierenden können Berechnungsergebnisse von linearen, nicht-linearen und multiphysikalischen Analysen mit Hilfe ihrer Kenntnisse der Ingenieurwissenschaften interpretieren und in ihrer Qualität bewerten. [Beurteilungsfähigkeit, 7] Die Studierenden können die Abläufe linearer, nicht-linearer und multiphysikalischer Berechnungen gezielt optimieren. [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] Die Studierenden können die Stabilität von nicht-linearen und multiphysikalischen Berechnungsabläufen kontrollieren und verbessern [Systemische Fertigkeiten, 7] <i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden erarbeiten die Laboraufgaben und das Referatthema in der Lerngruppe [Team-/Führungsfähigkeit, 7] [Kommunikation, 7] <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können selbstständig Methoden zur Qualitätsbeurteilung von Finite Elemente Modellen auswählen und anwenden sowie Finite Elemente Modelle und deren Ergebnisse beurteilen. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] [Reflexivität, 7]						

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	Die Studierenden können Simulationen mit dem Finite Element Programm Abaqus selbstständig durchführen. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]</i> Sie können die Verlässlichkeit von Berechnungsergebnissen aus dem Programm Abaqus einschätzen. <i>[Reflexivität, 7]</i>
4a	Inhalte: - Einführung in die dreidimensionale Elastizitätstheorie - Energieprinzipien und Methode von Ritz und ihre theoretische Anwendung in den Gleichungen der FEM - Gleichungen der FEM für zweidimensionale (Scheiben) und dreidimensionale (Volumen) Strukturen für die Matrix-Steifigkeits-Methode - Aufbau und Formulierung ausgewählter Elementtypen - Grundsätzlicher Ablauf des Berechnungsprozesses in kommerziellen Programmen - Ausgewählte besondere Problemstellungen in der FEM (reduzierte Integration, inkompatible Elemente, Singularitäten, Konvergenzbegriff) - Einführung in die Nicht-lineare FEM, Newton-Raphson Verfahren - Auswahl und Anwendung von Methode zur Qualitätsbeurteilung von Finite Elemente Berechnungen <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> - Knothe/Wessels: <i>Finite Elemente</i>, 5. Auflage, Springer Vieweg - Klein: <i>FEM</i>, 9. Auflage, Springer Vieweg - Gross/Hauger/Wiggers: <i>Technische Mechanik 4</i>, Berlin, Springer - Dankert, H. und J.: <i>Technische Mechanik</i>, 6. Auflage, Vieweg-Teubner • Olek C Zienkiewicz und Robert L Taylor: <i>“The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals”</i>, Butterworth-Heinemann; Auflage 7; eBook ISBN: 9780080472775 • Olek C Zienkiewicz, Robert L Taylor, David Fox: <i>“The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics”</i>, Butterworth-Heinemann; 2014; ISBN: 978-1-85617-634-7
4b	Inhalte: • Struktur des Programms Abaqus und Analysearten • Geometrien nachbearbeiten und für eine Berechnung aufbereiten • Materialeigenschaften definieren und zuweisen • Lastschritte auswählen und konfigurieren • Verschiebungs- und Belastungsrandbedingungen festlegen • Übergangsbedingungen zwischen Komponenten einer Baugruppe modellieren • Geometrien für die Vernetzung aufbereiten, gezieltes definieren von Netzfeinheiten • Auswahl von Elementen • Einteilung nicht-linearer Berechnungen in der FEM mit impliziten Verfahren (Material, Geometrie, Kontakt) • Implizite Lösungsverfahren: Das Newton-Raphson Lösungsverfahren, Konvergenzkriterien und Schrittweitenwahl • Modellierung nicht-linearer Materialeigenschaften: Plastizität, Hyperelastizität • Aufbau von Baugruppen mit Kontaktelementen verschiedener Art, Stabilität von Kontaktberechnungen • Explizite Lösungsverfahren am Beispiel der zentralen Differenzenmethode • Aufbau, Vernetzung sowie Steuerung von FEM-Berechnungen mit explizitem Gleichungslöser • Einführung in die Modellierung schädigungsmechanischer Vorgänge in der expliziten und impliziten FEM • Auswahl von Elementen • Ergebnisse aus Abaqus darstellen, auslesen, exportieren sowie interpretieren <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • <i>Abaqus Manual der jeweiligen Version (nur online verfügbar)</i>

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	• Klaus Knothe und Heribert Wessels: „Finite Elemente: Eine Einführung für Ingenieure“, Springer Vieweg; Auflage: 5, ISBN-10: 3662493519 • Bernd Klein: FEM, Springer Vieweg 2012, ISBN 978-3-8348-2134-8 (eBook) • Olek C Zienkiewicz und Robert L Taylor: “The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals”, Butterworth-Heinemann; Auflage 7; eBook ISBN: 9780080472775 • Olek C Zienkiewicz, Robert L Taylor, David Fox: “The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics”, Butterworth-Heinemann; 2014; ISBN: 978-1-85617-634-7
5	Teilnahmevoraussetzungen: Technische Mechanik 1-3 auf Niveau 6
6	Prüfungsformen: a. Portfolioprüfung b. Laborarbeit, 2 Referate je 20 Minuten vor der Lerngruppe und praktische Arbeit
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: a. Bestehen aller Prüfungsleistungen der Portfolioprüfung b. Bestehen aller Prüfungsteile
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau, Vertiefung „Engineering“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. A. Heinrietz Lehrende: a. Prof. Dr.-Ing. A. Heinrietz b. Dr.-Ing. Y. Tijani
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Höhere Regelungstechnik						
Kennnummer N.N.	Workload 150 h	Modulart P	Studiensemester 1. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit WS	
1	Lehrveranstaltung(en) Regelung mechanischer Systeme		Sprache a. deutsch	Kontakt-zeit 60 h	Selbst-studium 90	Credits (ECTS) 5
2	Lehrform(en) / SWS: Vorlesung, Übung / 4 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen die theoretischen Grundlagen fortgeschrittener Methoden der Analyse und der Reglersynthese linearer SISO Regelstrecken. Des Weiteren beherrschen sie die theoretischen Grundlagen zur dynamischen Analyse, Stabilitätsanalyse und Reglersynthese linearer MIMO Regelstrecken. [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage für konkrete Regelstrecken (SISO und MIMO) dynamische Analysen, Reglersynthesen und Stabilitätsanalysen zu planen, zu strukturieren, zu interpretieren und zu prüfen. Dazu können sie die geeigneten Methoden auswählen, die Analyse- bzw. Syntheseabläufe festzulegen sowie die geeigneten Werkzeuge zur Interpretation und Prüfung der Ergebnisse auszuwählen und anzuwenden. [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] [Systemische Fertigkeiten, 7] [Beurteilungsfähigkeit, 7] <i>Sozialkompetenz</i> k.A. /Kompetenzausprägung wählen /Niveaustufe wählen <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können die in der Lehrveranstaltung dargestellten Methoden und Strategien mit Hilfe der Programmsysteme MatLab und MatLab Simulink zu modellieren und zu programmieren und dadurch Simulationen vorwiegend mechanischer Regelstrecken selbstständig durchzuführen und zu überprüfen. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] [Reflexivität, 7]					
4	Inhalte: • Simulation und Reglerentwurf mit Matlab Simulink • Fortsetzung und Anwendung der linearen Regelungstheorie • Vermaschte Regelkreise • Mehrgrößenregelung • Zustandsgleichungen • Zustandsregelung • Zustandsebene <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • Franklin, G.F.; Powell, J.D.: Feedback Control of Dynamic Systems. Prentice Hall 2009 • Williams, R.L.; Lawrence, D.A.: Linear State Space Control Systems. John Wiley 2007 • Astrom, K.J.; Murray, R.M.: Feedback Systems. Princeton Univ. Press 2008					
5	Teilnahmevoraussetzungen: Technische Mechanik 1-3 auf Niveau 6, Regelungstechnik					
6	Prüfungsformen:					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	Klausur 60 Minuten
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau, Vertiefung „Engineering“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. F. Graefe Lehrender Prof. Dr.-Ing. F. Graefe
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Produktzuverlässigkeit						
Kennnummer N.N.	Workload 225 h	Modulart P	Studiensemester 1. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit WS	
1	Lehrveranstaltung(en) a. 55010 Betriebsfestigkeit b. 53510 Structure Optimisation		Sprache a. deutsch b. englisch	Kontakt-zeit a. 60 h b. 30 h	Selbst-studium a. 90 h b. 45 h	Credits (ECTS) 7,5
2	Lehrform(en) / SWS: a. Vorlesung, Übung / 4 SWS b. Vorlesung, Übung / 2 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden kennen und erkennen die wesentlichen Mechanismen der Schädigungsmechanik und können diese erklären. Sie beherrschen ausgewählte Methoden zur Beschreibung von Belastungsszenarien und deren Zusammenhang zu lokalen Bauteilbeanspruchungen. Sie beherrschen die wesentlichen Einflussgrößen auf die Betriebsfestigkeit von Bauteilen und ausgewählte Bewertungsmethoden. [Wissen, 7] Die Studierenden beherrschen die mathematischen Grundlagen der nichtlinearen Optimierung mechanischer Probleme. Sie beherrschen Konzepte, Strategien und die methodischen Vorgehensweisen zur gezielten Optimierung von Strukturen und Bauweisen [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, die Anwendbarkeit ausgewählter Methoden der Betriebsfestigkeit auf spezielle hoch belastete Komponenten zu prüfen und geeignete Methoden festzulegen. Sie können rechnerische und experimentelle Bewertungsmethoden anwenden und deren Aussagequalität einschätzen. [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] [Beurteilungsfähigkeit, 7] Die Studierenden sind in der Lage, Optimierungsaufgaben für mechanische Strukturen zu formulieren und mit analytischen Methoden und der Methode der Finiten Elemente zu optimieren und das Ergebnis qualitativ und quantitativ zu beurteilen. [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] [Systemische Fertigkeiten, 7] [Beurteilungsfähigkeit, 7] <i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden erarbeiten in einer Kleingruppe im Rahmen der Prüfungsleistung Referat ein ingenieurwissenschaftliches Thema auf Basis einschlägiger Literatur und arbeiten dazu einen Textbeitrag und eine Präsentation in Anlehnung an einen Tagungsbeitrag aus. Sie tragen die Präsentation vor der Lerngruppe vor. (Planspiel „Wissenschaftliche Tagung“) [Team-/Führungsfähigkeit, 7] <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, konkrete konstruktive Lösungen in ihrer Betriebsfestigkeit zu bewerten und die Zuverlässigkeit dieser Bewertungsaussagen zu beurteilen. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] [Reflexivität, 7] Die Studierenden können Ergebnisse von Optimierungsaufgaben selbstständig beurteilen. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]					
4a	Inhalte: • Beanspruchungen mit konstanten Amplituden, Arten von zeitlich invarianten Belastungs-/ Beanspruchungszeitfunktionen					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	• Beanspruchbarkeit von Werkstoffen und Komponenten, Kennlinien der Schwingfestigkeit / Wöhlerlinien, experimentelle und statistische Beschreibung der Schwingfestigkeitseigenschaften • Einflussgrößen auf die Schwingfestigkeit / Übertragung von Probenkennwerten auf das Bauteil, ausgewählte Berechnungs- und Bewertungsmethoden • Elastisch-plastische Beanspruchungen, ausgewählte Berechnungs- und Bewertungsmethoden • Zeitlich veränderliche Beanspruchungen mit variabler Amplitude – Analyse • Synthese von Lastannahmen zur rechnerischen Bemessung von Bauteilen • Lebensdauer unter zeitlich veränderlichen Beanspruchungen, Schadensakkumulation • Rechnerische Lebensdauervorhersage – Konzepte, statistisch begründete Sicherheitszahl • Experimenteller Betriebsfestigkeitsnachweis <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • E. Haibach, <i>Betriebsfestigkeit</i>, Berlin Heidelberg New York: Springer, ISBN-10 3-540- 29363-9 • O. Buxbaum, <i>Betriebsfestigkeit</i>, Düsseldorf: Verlag Stahleisen GmbH, ISBN 3-514- 00437-4 • D. Radaj und M. Vormwald, <i>Ermüdungsfestigkeit</i>, Berlin Heidelberg New York: Springer, ISBN 978-3-540-71458-3 • Eulitz, Götz, <i>Betriebsfestigkeit</i>, ISBN 978-3-658-31169-8 (eBook)
4b	Inhalte: • Einführung, Begriffe und Einteilung der Optimierungsprobleme • Mathematische Grundlagen der Optimierung: Formulierung der Optimierungsaufgabe, Konvexität, Minima, LAGRANGE-Funktion, Optimalitätsbedingungen, Funktionaleffizienz, Präferenzfunktion • Konzept zur Lösung von Optimierungsaufgaben, Optimierungsprozedur • Optimierungsalgorithmen für restringierte und nichtrestringierte Probleme, Line- Search, eindimensionale Minimierung, Gradientenverfahren • Strategien für Vektroptimierungsprobleme: Zielgewichtung, Abstandsfunktion, ROT • Einführung in die Topologieoptimierung • Anwendungsbeispiele <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • Arora, J.S.: Introduction to optimum design. 2nd ed., Elsevier Academic Press, Amsterdam (2004) • Bendsoe, M.P.; Sigmund, O.: Topology Optimization. Theory, Methods and Applications. 2nd ed., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (2004). • Eschenauer, H.; Schnell, W.: Elastizitätstheorie. Grundlagen, Flächentragwerke, Strukturoptimierung. 3. Aufl., BI-Wiss.-Verlag, Mannheim (1993) • Harzheim, L.: Strukturoptimierung. 2. Auflage, Europa-Lehrmittel/Harri Deutsch, Haan-Gruiten (2014) • Schumacher, A.: Optimierung mechanischer Strukturen. 2. Auflage, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg (2013)
5	Teilnahmevoraussetzungen: Technische Mechanik 1-3 auf Niveau 6
6	Prüfungsformen: a. Portfolioprüfung b. Klausur 60 Minuten
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: a. Bestehen aller Bestandteile der Portfolioprüfung b. Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau, Vertiefung „Engineering“
9	Modulverantwortliche(r):

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027



	Prof. Dr.-Ing. A. Heinrietz Lehrende: Prof. Dr.-Ing. A. Heinrietz Dr.-Ing. Y. Tijani
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Application						
Kennnummer N.N.	Workload 150 h	Modulart Wahlpflicht	Studiensemester 2. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit SS	
1	Lehrveranstaltung(en) Auswahl einer Lehrveranstaltung der LVs Project Production, Control Technology Lab oder AI-Application (siehe Wahlpflichtfächer)		Sprache Hängt von der gewählten Lehrveranstaltung ab	Kontaktzeit 60 h	Selbststudium 90 h	Credits (ECTS) 5 ECTS
2	Lehrform(en) / SWS: Hängt von der gewählten Lehrveranstaltung(en) ab / 8 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Hängt von der gewählten Lehrveranstaltungen ab. <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Hängt von der gewählten Lehrveranstaltungen ab. <i>Sozialkompetenz</i> Hängt von der gewählten Lehrveranstaltungen ab. <i>Selbstständigkeit</i> Hängt von der gewählten Lehrveranstaltungen ab.					
4	Inhalte: Hängt von der gewählten Lehrveranstaltungen ab. <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> Hängt von der gewählten Lehrveranstaltungen ab.					
5	Teilnahmevoraussetzungen: Hängt von der gewählten Lehrveranstaltung(en) ab.					
6	Prüfungsformen: Hängt von der gewählten Lehrveranstaltung(en) ab.					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Hängt von der gewählten Lehrveranstaltung(en) ab.					
8	Verwendbarkeit des Moduls: Maschinenbau (Master), Vertiefungsrichtung Engineering					
9	Modulverantwortliche(r): Modulverantwortlicher: Studiendekan Maschinenbau Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Vincenzo Forcillo, Prof. Dr.-Ing. Fabian Graefe, Prof. Dr.-Ing. Haydar Kayapinar					
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul					

5.3 Vertiefungsrichtung Digitalisierung

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Einführung Industrie 4.0						
Kennnummer 51000	Workload 150 h	Modulart P	Studiensemester 1. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit WS	
1	Lehrveranstaltung(en) 51010 Einführung Industrie 4.0		Sprache deutsch	Kontakt-zeit 60 h	Selbst-studium 90	Credits (ECTS) 5
2	Lehrform(en) / SWS: Vorlesung, Übung / 4 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen die Begrifflichkeiten und ausgewählte Methoden verschiedener akademischer Disziplinen im Rahmen Industrie 4.0. [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, Methoden aus den Bereichen Informationstechnologie, Ingenieurwesen und Management, welche dem Thema Industrie 4.0 zuzuordnen sind, fachübergreifend anzuwenden. [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] <i>Sozialkompetenz</i> k.A. /Kompetenzausprägung wählen /Niveaustufe wählen <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können selbstständig das Ergebnis der I 4.0 Methoden beurteilen. [Reflexivität, 7]					
4	Inhalte: • Begrifflichkeiten zu Industrie 4.0 • Ziele, Chancen und Handlungsfelder von Industrie 4.0 • Risiken, Sicherheitsaspekte • Neue Geschäftsmodelle unter Berücksichtigung von Industrie 4.0 • Moderne Produktionsstrategien • Intelligente Adaptive Systeme: Machine Learning für Industrie 4.0 • Einführung in die Roboterprogrammierung • Produktentwicklung mit Rapid Prototyping Empfohlene Literaturangaben: Bauernhansl, T. u.a. [Hrsg.] (2014): <i>Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung – Technologien – Migration</i> , Wiesbaden Gebhardt, A. (2013): <i>Generative Fertigungsverfahren</i> . Hanser, München Jüttner, S.; Pieschel, J.; Hübner, A. (2016): <i>DVS-Studien Industrie 4.0 – Bedeutung für die Fügetechnik</i> . DVS-Berichte Band 329, Düsseldorf Kagermann, H. u.a. [Hrsg.] (2013): <i>Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, BMBF</i> , Osterwalder, A.; Pigneur, Y. (2011): <i>Business Model Generation: Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer</i> . Campus, Frankfurt a. M. Roth, A. (2016): <i>Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0</i> . Springer, Berlin/ Heidelberg Sauter, R.; Bode, M.; Kittelberger, D. (2015): <i>Wie Industrie 4.0 die Wertschöpfungskette verändert</i> . Horvath, Stuttgart Schwetje, G.; Vaseghi S. (2007): <i>The Business Plan: How to Win Your Investors' Confidence</i> . Springer, Berlin/ Heidelberg					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

5	Teilnahmevoraussetzungen: Voraussetzungen für die Teilnahme beschreiben; Außerdem beschreiben, wie sich der Studierende vorbereiten kann (u.a. Literaturangaben, Lehr- und Lernprogramme)
6	Prüfungsformen: Klausur 90 Minuten
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau „Digitalisierung“
9	Modulverantwortliche(r): Dekan Prof. Dr.-Ing. H.-J. Illgner Lehrende: Professor(inn)en der Fakultät Engineering
10	Optionale Informationen: Das Modul ist eine Veranstaltung und in weiteren StuPos der Fakultät Engineering enthalten. Daher wird sie durch den amtierenden Dekan der Fakultät Engineering koordiniert.

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Informatik in der Produktion						
Kennnummer	Workload	Modulart	Studiensemester	Dauer	Häufigkeit	
51500	150 h	P	1. Semester	1 Semester	WS	
1	Lehrveranstaltung(en) 51510 Produktionsinformatik		Sprache deutsch	Kontakt-zeit 60 h	Selbst-studium 90	Credits (ECTS) 5
2	Lehrform(en) / SWS: Vorlesung, Übung, Praktikum / 4 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen die theoretischen Grundlagen der Automatisierung von Fertigungsprozessen mit Rechnerunterstützung. Sie verfügen über Kenntnisse zu Entwurf, Methodik und Anwendung unterschiedlicher Programmierverfahren für Fertigungs- und Montageeinrichtungen [Wissen, 7] Die Studierenden verfügen über die Fähigkeiten zum Beschreiben des gewünschten Verhaltens des Systems Computer/Maschine durch Anwendung geeigneter Beschreibungs-/ Entwurfsmethoden [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, CNC Maschinen und Handhabungsgeräte mittels einer geeigneten Programmiersprache zu programmieren [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] Die Studierenden beherrschen die Modellbildung und Simulation in der Automatisierung von Fertigungsprozessen am Beispiel der Programmierungsumgebung MatLab Simulink [Systemische Fertigkeiten, 7] Die Studierenden können den Signalfluss von Messinformationen aus optischen Sensoren in Fertigungseinrichtungen analysieren und beurteilen [Beurteilungsfähigkeit, 7] <i>Sozialkompetenz</i> k.A. <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, Automatisierungsaufgaben selbstständig zu lösen, indem Algorithmen und Datenflüsse erarbeitet und festgelegt werden sowie Programme strukturiert und implementiert werden. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] [Lernkompetenz, 7]					
4	Inhalte: • Grundbegriffe der Automatisierungstechnik bei Fertigungsprozessen • Prozesskette CAM/CAP/CAPP/CAD/NC • Darstellung und Zusammenspiel der einzelnen Komponenten und Schnittstellen • Aufzeigen der Besonderheiten bei Fertigungs- und Handhabungstechnologien • Manuelles Programmieren von NC, CNC-Maschinen und Handhabungsgeräten • Signalfluss bei der Steuerung und Regelung von Fertigungseinrichtungen und Robotern • Schnittstellen zur Kopplung von CAD/CAM- bzw. CAD/NC-Programmiersysteme • Rechnergestützte Modellbildung und Simulation unter Matlab/Simulink: Fallstudie: Algorithmen zur Kollisionserkennung von Körpern in 2-Dimensionen • Prozessnahe Messtechnik, (intelligente) mechatronische Werkzeuge und Ihre Informationsverarbeitung. Logik und Schnittstellen zur Maschinensteuerung. <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • Dölling, R.: Produktionsinformatik, Folien zur Vorlesung mit Erklärungen, Beispielen und Übungen mit Lösungen					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	• Schimonyi, J.: Automations- und NC-Technik, Vorlesungsskript • Kief, H.: NC/CNC Handbuch 2010. Hanser Verlag • Rosemann, B.: CAD/CAM mit Pro/Engineer. Hanser Verlag 2010 • Pietruszka, W.: Matlab und Simulink in der Ingenieurpraxis. Teubner Verlag 2010
5	Teilnahmevoraussetzungen: Kenntnisse in MatLab
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau, Vertiefungen „Engineering“ und „Digitalisierung“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. H. Kayapinar Lehrender: Dr.-Ing. R. Dölling
10	Optionale Informationen:

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Produktionsautomatisierung					
Kennnummer	Workload	Modulart	Studiensemester	Dauer	Häufigkeit
52500	150 h	P	1. Semester	1 Semester	WS und SS
1	Lehrveranstaltung(en) a. 52510 Robotik / MatLab Simulink (WS) b. 51520 Prozessinformatik (SS)		Sprache a. deutsch b. deutsch	Kontakt-zeit a. 30 h b. 30 h	Selbst-studium 90
2	Lehrform(en) / SWS: a. Vorlesung, Übung, Praktikum / 2 SWS b. Vorlesung / 2 SWS				
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen die Grundlagen bei der Modellbildung von Handhabungsgeräten. Sie beherrschen die Regelung von Handhabungsgeräten mit externen Sensoren. [Wissen, 7] Die Studierenden beherrschen den Aufbau und die Struktur ausgewählter Typen von Produktionseinrichtungen und deren Automatisierungsmöglichkeiten [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden beherrschen die Methodik zur Modellbildung und Simulation robotischer Systeme [Systemische Fertigkeiten, 7] Die Studierenden können Systeme partitionieren, mathematisch modellieren und in einer industriellen Modellierungs- und Simulationsumgebung implementieren [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] [Beurteilungsfähigkeit, 7] Die Studierenden sind in der Lage, Methoden zur Modellierung computerbasierter Systeme zum Steuern und Messen im Maschinenbau anzuwenden. [Systemische Fertigkeiten, 7] Die Studierenden beherrschen grundlegende Verfahren zur Kommunikation zwischen Steuerungen. [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] Die Studierenden können grundsätzliche Lösungskonzepte für die Diagnose technischer Anlagen unter Anwendung von Methoden der künstlichen Intelligenz beurteilen [Beurteilungsfähigkeit, 7] <i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden lösen Aufgaben zur Robotisierung in Kleingruppen. [Team-/Führungsfähigkeit, 7] <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, Programme und Abläufe mit der MatLab-Programmiersprache selbstständig zu implementieren. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] [Lernkompetenz, 7] Die Studierenden können Ergebnisse von Optimierungsaufgaben selbstständig beurteilen. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]				
4a	Inhalte: • Definition von Robotik. Systemdefinition - Mathematische Modellbildung • Automatisierung und Robotik. Typen von Roboter • Komponenten eines Industrieroboters. Roboterstellungen und Arbeitsraum • Koordinatensysteme und Transformationen. Bewegungsarten und Interpolation • Programmierung von Industriellen Handhabungsgeräten • Modellierung und Simulation: Fallstudie Mathematische Beschreibung, Modellbildung und Simulation unter Matlab/Simulink verschiedene Micro Roboter • Künstliche Intelligenz und Robotik.				
Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument		Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx		20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	• Regelung von Handhabungsgeräten mit externen Sensoren • Automatisierung und Robotisierung einer Sternwarte. <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • Dölling, R.: Robotik, Folien zur Vorlesung mit Erklärungen, Beispielen und Übungen mit Lösungen • Handbuch Robotik. Programmieren und Einsatz intelligenter Roboter, Springer Verlag • Matlab-Simulink-Stateflow, Oldenburg Verlag • Robotic Engineering: An integrated Approach, Prentice-Hall International Editions
4b	Inhalte: - Ermittlung der Anforderungen an mikrorechnerbasierte Anwendungen („embedded systems“)- Entwicklungsprozess - Erstellung von Pflichtenheften/ Anlagenspezifikationen - Modellierung des Systemverhaltens (Verknüpfungsorientierte Beschreibungen, Ablauforientierte Beschreibungen, Ablaufsprache nach IEC 61131-3, Beschreibung des Datenflusses, Petri-Netze, zustandsorientierte Betrachtung, objektorientierte Modellierung) Kommunikation zwischen Steuerungen und Computern: Netzwerktopologien, OSI 7 Schichtenmodell, TCP/IP, Feldbusse, Kommunikation über OPC. - Diagnose technischer Anlagen: Wissensbasen, Expertensysteme, Lernende Systeme <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> Heidepriem, J.: Prozessinformatik (2 Bände). Oldenbourg
5	Teilnahmevoraussetzungen: a. Kenntnisse in MatLab b. Kenntnisse der Steuerungstechnik
6	Prüfungsformen: a. Klausur 60 Minuten b. Klausur 60 Minuten
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: a. Bestehen der Klausur b. Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau, Vertiefung „Engineering“ und „Digitalisierung“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr. H. Kayapinar Lehrende: a. Dr.-Ing. R. Dölling b. Prof. Dr.-Ing. H. Kayapinar
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Produktdatenmanagement							
Kennnummer	Workload	Modulart	Studiensemester	Dauer	Häufigkeit		
53000	150 h	P	2. Semester	1 Semester	SS		
1	Lehrveranstaltung(en) 53010 Produktdatenmanagement		Sprache deutsch	Kontakt-zeit 60 h	Selbst-studium 90	Credits (ECTS) 5	
2	Lehrform(en) / SWS: Vorlesung, Übung / 4 SWS						
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen die Methoden für die Organisation und die Verwaltung von Produktdaten im Produktlebenszyklus [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind zu einer methodischen Vorgehensweise bei der Einführung und Anwendung von Produktdatenmanagement (PDM) Systemen in der Lage [Systemische Fertigkeiten, 7] Die Studierenden verfügen über Anwender-- und Administrator-Kenntnisse eines PDM Systems und können dies anhand des Programms PTC Windchill anwenden [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] <i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden kooperieren im Rahmen ihrer Laborarbeiten. [Team-/Führungsfähigkeit, 7] <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können selbstständig ein PDM System administrieren. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]						
4	Inhalte: • Einführung in das Themengebiet Produktdatenmanagement (PDM) • Grundlagen der PDM-Technologie (IT-Strukturen) • Methoden und Funktionen von PDM-Systemen • Konzepte und Strategien zur Einführung, Anpassung und Anwendung von PDM- Systemen im industriellen Kontext • Konzeptionierung einer virtuellen Firma als Organisation mit Benutzern, Rollen, Teams, Produkten etc. • Umsetzung der virtuellen Firma im Programm PTC Windchill • Integration von CAD-Daten in PDM • Dokumentation der Ergebnisse <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • Eigner, M.; Stelzer, R.: Produktdatenmanagement-Systeme. Springer-Verlag • Schöttner, J.: Produktdatenmanagement in der Fertigungsindustrie. Hanser-Verlag • Wehlitz, P. A.: Nutzenorientierte Einführung eines Produktdatenmanagement- Systems. Herbert Utz-Verlag • Arnold; Dettmering; Engel; Karcher: Product Lifecycle Management beherrschen. Springer-Verlag • Feldhusen, J.; Gebhardt, B.: Product Lifecycle Management für die Praxis. Springer- Verlag						
5	Teilnahmevoraussetzungen: keine						
6	Prüfungsformen: Laborarbeit (benotet)						

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Laborarbeit
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau „Digitalisierung“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. Nicolai Beisheim Lehrender: Prof. Dr.-Ing. Nicolai Beisheim
10	Optionale Informationen: keine

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: Grafische Simulation						
Kennnummer	Workload	Modulart	Studiensemester	Dauer	Häufigkeit	
55500	150 h	P	1. Semester	1 Semester	WS	
1	Lehrveranstaltung(en) a. 55510 Grafische Simulation b. 55520 Praktikum Grafische Simulation		Sprache a. deutsch b. deutsch	Kontakt-zeit a. 30 h b. 22 h	Selbst-studium 98	Credits (ECTS) 5
2	Lehrform(en) / SWS: a. Vorlesung / 2 SWS b. Praktikum / 2 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden kennen und beherrschen theoretisch die Methoden und Verfahren der grafischen Simulation. Sie kennen und beherrschen die Prozesse der praktischen Umsetzung von Methoden und Verfahren der grafischen Simulation. <i>[Wissen, 7]</i> <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, die Methoden und Verfahren der grafischen Simulation hinsichtlich ihrer Anwendungsmöglichkeiten zu analysieren und zu beurteilen, sowie deren Potenziale für den Produktlebenszyklus einzuschätzen. <i>[Systemische Fertigkeiten, 7] [Beurteilungsfähigkeit, 7]</i> Die Studierenden sind in der Lage, Verfahren und Methoden der grafischen Simulation in einem Programmsystem für grafische Simulationen anzuwenden. <i>[Instrumentelle Fertigkeiten, 7]</i> <i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden kooperieren im Rahmen ihrer Laborarbeiten. <i>[Team-/Führungsfähigkeit, 7]</i> <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können den Einsatz von Methoden und Verfahren der grafischen Simulation im Produktlebenszyklus gestalten. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]</i> Die Studierenden sind in der Lage, die Funktionen eines Programmsystems anhand eigener grafischer Modelle anzuwenden. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]</i>					
4a	Inhalte: • Vorstellung verschiedener Verfahren und Methoden der grafischen Simulation wie Virtual Reality, Augmented Reality und grafische Simulation im Allgemeinen • Vorstellung der Anwendungsgebiete und Nutzenpotentiale grafischer Simulationen an Hand von Praxisbeispielen • Vorstellung der technischen Voraussetzungen und Umsetzungen • Erläuterung der Prozesse zur Erstellung von Simulationen Empfohlene Literaturangaben: • Hausstädtler, U.: <i>Der Einsatz von Virtual Reality in der Praxis</i>. Rhombos Verlag • Dörner, R. (Hrsg.): <i>Virtual und Augmented Reality (VR/AR)</i>. Springer-Verlag • Westkämper, E. (Hrsg.): <i>Digitale Produktion</i>. Springer-Verlag • Bracht, U.; Geckler, D.; Wenzel, S.: <i>Digitale Fabrik - Methoden und Praxisbeispiele</i>. Springer-Verlag • Scharf, D.; Tschanz, N.: <i>Augmented Reality - Praxishandbuch</i>. UVK Verlagsgesellschaft					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

4b	Inhalte: • Vorstellung der Verfahren und Methoden der grafischen Simulation) • Anwendung der Verfahren und Methoden in der Game Engine Unity • Umsetzung von Übungsaufgaben im Programm • Konzeptionierung virtueller Modelle • Erstellung eigener virtueller Modelle in der Game Engine Unity • Präsentation der Ergebnisse <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • Hausstädtler, U.: <i>Der Einsatz von Virtual Reality in der Praxis</i>. Rhombos Verlag • Schenk, M.; Straßburger, S.; Hintze, A.; Sturek, R.: <i>Produktivitätssteigerung durch Virtual Reality - basierte Dienstleistungen. Tagungsband</i>, Verlag Wissenschaftliche Scripten Zwickau • Sherman, R. S.; Craig, A. B.: <i>Understanding Virtual Reality</i>. Morgan Kaufmann Publishers • Brill, M.: <i>Virtuelle Realität</i>. Springer Verlag • Kunst, S.: <i>Wirtschaftlichkeit der Virtual Reality Technologie</i>. VDM Verlag Dr. Müller
5	Teilnahmevoraussetzungen: keine
6	Prüfungsformen: a. Klausur 60 Minuten b. Laborarbeit (benotet)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: a. Bestehen der Klausur b. Bestehen der Laborarbeit
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau „Digitalisierung“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. N. Beisheim
10	Optionale Informationen: keine

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Fertigungssimulation					
Kennnummer	Workload	Modulart	Studiensemester	Dauer	Häufigkeit
57000	150 h	P	1. Semester	1 Semester	SS
1	Lehrveranstaltung(en) a. 57010 Fertigungssimulation b. 57020 Praktikum Fertigungssimulation		Sprache a. deutsch b. deutsch	Kontakt-zeit a. 22,5 h b. 22 h	Selbst-studium 105,5 h
2	Lehrform(en) / SWS: a. Vorlesung / 2 SWS b. Übung im Labor / 2 SWS				
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden kennen und beherrschen theoretisch die Methoden und Verfahren der Fertigungssimulation. Sie kennen und beherrschen die Methoden und Verfahren der virtuellen Modellierung von Produktions- und Fertigungsprozessen [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, die Methoden und Verfahren der Fertigungssimulation hinsichtlich ihrer Anwendungsmöglichkeiten zu analysieren und zu beurteilen, sowie deren Potenziale für den Produktlebenszyklus einzuschätzen. [Systemische Fertigkeiten, 7] [Beurteilungsfähigkeit, 7] Die Studierenden sind in der Lage, Verfahren und Methoden der Simulation in einem Programmsystem der Fertigungssimulation anzuwenden. [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] <i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden kooperieren im Rahmen ihrer Übungen. [Team-/Führungsfähigkeit, 7] <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können den Einsatz von Methoden und Verfahren der Fertigungssimulation im Produktlebenszyklus gestalten. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] Die Studierenden können eine virtuelle Firma im Programm Plant Simulation abbilden [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]				
4a	Inhalte: • Vorstellung verschiedener Verfahren und Methoden der Fertigungssimulation wie Digitale Fabrik, Digitale Produktion etc. • Vorstellung der Anwendungsgebiete und Nutzenpotentiale der Fertigungssimulation an Hand von Praxisbeispielen • Vorstellung der technischen Voraussetzungen und Umsetzungen • Erläuterung der Prozesse zur Erstellung von Fertigungssimulationen Empfohlene Literaturangaben: • Spur, G.; Krause, F.-L.: Das virtuelle Produkt, Carl Hanser Verlag • Bangsow, S.: Fertigungssimulation mit Plant Simulation und SimTalk; Carl Hanser Verlag • Wertstromdesign: Der Weg zur schlanken Fabrik; Springer Verlag • Westkämper, E. (Hrsg.): Digitale Produktion. Springer-Verlag • Bracht, U.; Geckler, D.; Wenzel, S.: Digitale Fabrik - Methoden und Praxisbeispiele. Springer-Verlag				
4b	Inhalte:				
Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument		Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx		20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	• Vorstellung der Verfahren und Methoden der virtuellen Modellierung von Produktions- und Fertigungsprozessen • Anwendung der Verfahren und Methoden im Programm Plant Simulation • Umsetzung von Übungsaufgaben im Programm Plant Simulation • Konzeptionierung einer virtuellen Firma • Umsetzung der virtuellen Firma im Programm Plant Simulation • Präsentation und Dokumentation der Ergebnisse <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • Spur, G.; Krause, F.-L.: <i>Das virtuelle Produkt</i>, Carl Hanser Verlag • Bangsow, S.: <i>Fertigungssimulation mit Plant Simulation und SimTalk</i>; Carl Hanser Verlag • Wertstromdesign: <i>Der Weg zur schlanken Fabrik</i>; Springer Verlag • Bracht, U.; Geckler, D.; Wenzel, S.: <i>Digitale Fabrik - Methoden und Praxisbeispiele</i>. Springer-Verlag • N.N.: <i>Plant Simulation – Tutorial</i>; Firma Siemens AG
5	Teilnahmevoraussetzungen: keine
6	Prüfungsformen: a. Klausur 60 Minuten b. Laborarbeit (benotet)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: a. Bestehen der Klausur b. Bestehen der Laborarbeit
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau „Digitalisierung“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. N. Beisheim
10	Optionale Informationen: keine

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Industrie 4.0 und Digitalisierung						
Kennnummer	Workload	Modulart	Studiensemester	Dauer	Häufigkeit	
57500	150 h	P	2. Semester	1 Semester	SS	
1	Lehrveranstaltung(en) 57510 Industrie 4.0 und Digitalisierung		Sprache deutsch	Kontakt-zeit 60 h	Selbst-studium 90	Credits (ECTS) 5
2	Lehrform(en) / SWS: Vorlesung, Übung, Praktikum / 4 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen ausgewählte Methoden und Werkzeuge des Managements von Industrie 4.0 Projekten <i>[Wissen, 7]</i> <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, Industrie 4.0 Projekte zu strukturieren, zu planen und umzusetzen. <i>[Instrumentelle Fertigkeiten, 7] [Systemische Fertigkeiten, 7]</i> <i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden arbeiten mit anderen Studierenden ggf. auch aus anderen Studiengängen in gemeinsamen Aufgabenstellungen zusammen. Sie setzen selbstständig ein Teilgebiet des Projekts um. <i>[Team-/Führungsfähigkeit, 7]</i> Die Studierenden präsentieren und dokumentieren gemeinsam die Ergebnisse des Projekts. <i>[Kommunikation, 7]</i> <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden wenden ihr theoretisches Wissen aus den Fachgebieten Industrie 4.0, Internet of Things und Digitalisierung auf aktuelle Themenstellungen an. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] [Reflexivität, 7] [Lernkompetenz, 7]</i>					
4	Inhalte: • Einführung in Projektmanagement • Vorstellung der Themenstellungen der Projekte • Erarbeitung der Projektziele • Aufstellen eines Arbeits- und Zeitplans • Aufstellen und kontinuierliche Pflege des Projektplans in dem Programm MindView • Formulierung und Verteilung von Teilaufgaben auf die einzelnen Teammitglieder • Bearbeitung der Teilaufgaben in Hausarbeit (der Umfang der Mitarbeit jedes Projektmitglieds wird bei der Leistungsbewertung berücksichtigt) • Überwachung und Koordinierung des inhaltlichen Projektfortschritts in den Projektbesprechungen • Diskussion der Teilergebnisse des Projekts in regelmäßigen Abständen mit Lösungsbewertung und Festlegung des weiteren Vorgehens • Anfertigung und Präsentation eines gemeinsamen Referats des Projektteams, bei dem alle Projektmitglieder einen Beitrag einbringen Empfohlene Literaturangaben: • <i>Fachliteratur zum Thema Projektmanagement z.B.</i> Timinger, H. (2017). <i>Modernes Projektmanagement - Mit traditionellem, agilem und hybridem Vorgehen zum Erfolg</i>; ISBN: 978-3-527-53048-9; Wiley-VHCA • <i>Fachliteratur entsprechend der jeweiligen Projektthemenstellung</i>					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

5	Teilnahmevoraussetzungen: keine
6	Prüfungsformen: Hausarbeit (benotet), Referat (benotet)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Hausarbeit, Bestehen des Referats
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau „Digitalisierung“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. N. Beisheim
10	Optionale Informationen: keine

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Applied FEM						
Kennnummer N.N.	Workload 150 h	Modulart P	Studiensemester 1. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit WS	
1	Lehrveranstaltung(en) Applied FEM		Sprache englisch	Kontakt-zeit 60 h	Selbst-studium 90	Credits (ECTS) 5
2	Lehrform(en) / SWS: Praktikum / 4 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen einfache und weiterführende Modellierungstechniken und Berechnungsabläufe von linearen, nicht-linearen und multiphysikalischen Problemstellungen im Finite Element Programm Abaqus [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden können Geometrien aus CAD-Programmen in den Präprozessor des Programms Abaqus einfügen sowie Geometriedaten im CAD Präprozessor erstellen und für eine Berechnung aufbereiten. Sie können Aufgabenstellungen aus den Ingenieurwissenschaften in Berechnungsmodelle für Abaqus umsetzen. [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] Die Studierenden können Berechnungsergebnisse von linearen, nicht-linearen und multiphysikalischen Analysen mit Hilfe ihrer Kenntnisse der Ingenieurwissenschaften interpretieren und in ihrer Qualität bewerten. [Beurteilungsfähigkeit, 7] Die Studierenden können die Abläufe linearer, nicht-linearer und multiphysikalischer Berechnungen gezielt optimieren. [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] Die Studierenden können die Stabilität von nicht-linearen und multiphysikalischen Berechnungsabläufen kontrollieren und verbessern [Systemische Fertigkeiten, 7] <i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden erarbeiten die Laboraufgaben und das Referatthema in der Lerngruppe [Team-/Führungsfähigkeit, 7] [Kommunikation, 7] <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können Simulationen mit dem Finite Element Programm Abaqus selbstständig durchführen. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] Sie können die Verlässlichkeit von Berechnungsergebnissen aus dem Programm Abaqus einschätzen. [Reflexivität, 7]					
4	Inhalte: • Struktur des Programms Abaqus und Analysearten • Geometrien nachbearbeiten und für eine Berechnung aufbereiten • Materialeigenschaften definieren und zuweisen • Lastschritte auswählen und konfigurieren • Verschiebungs- und Belastungsrandbedingungen festlegen • Übergangsbedingungen zwischen Komponenten einer Baugruppe modellieren • Geometrien für die Vernetzung aufbereiten, gezieltes definieren von Netzfeinheiten • Auswahl von Elementen					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	• Einteilung nicht-linearer Berechnungen in der FEM mit impliziten Verfahren (Material, Geometrie, Kontakt) • Implizite Lösungsverfahren: Das Newton-Raphson Lösungsverfahren, Konvergenzkriterien und Schrittweitenwahl • Modellierung nicht-linearer Materialeigenschaften: Plastizität, Hyperelastizität • Aufbau von Baugruppen mit Kontaktelementen verschiedener Art, Stabilität von Kontaktberechnungen • Explizite Lösungsverfahren am Beispiel der zentralen Differenzenmethode • Aufbau, Vernetzung sowie Steuerung von FEM-Berechnungen mit explizitem Gleichungslöser • Einführung in die Modellierung schädigungsmechanischer Vorgänge in der expliziten und impliziten FEM • Auswahl von Elementen • Ergebnisse aus Abaqus darstellen, auslesen, exportieren sowie interpretieren <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • <i>Abaqus Manual der jeweiligen Version (nur online verfügbar)</i> • <i>Klaus Knothe und Heribert Wessels: „Finite Elemente: Eine Einführung für Ingenieure“, Springer Vieweg; Auflage: 5, ISBN-10: 3662493519</i> • <i>Bernd Klein: FEM, Springer Vieweg 2012, ISBN 978-3-8348-2134-8 (eBook)</i> • <i>Olek C Zienkiewicz und Robert L Taylor: “The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals”, Butterworth-Heinemann; Auflage 7; eBook ISBN: 9780080472775</i> • <i>Olek C Zienkiewicz, Robert L Taylor, David Fox: “The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics”, Butterworth-Heinemann; 2014; ISBN: 978-1-85617-634-7</i>
5	Teilnahmevoraussetzungen: -
6	Prüfungsformen: Laborarbeit, 2 Referate je 20 Minuten vor der Lerngruppe und praktische Arbeit
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistungen
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau „Rechnergestützte Produkterstellung“
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. André Heinrietz Lehrender: Dr.-Ing. Yakub Tijani
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Green Technologies							
Kennnummer N.N.	Workload 150	Modulart P	Studiensemester 2	Dauer 1	Häufigkeit SS		
1	Lehrveranstaltung(en) LV Green Technologies			Sprache englisch	Kontakt-zeit 60	Selbst-studium 90	Credits (ECTS) 5
2	Lehrform(en) / SWS: VL + Ü						
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden erwerben ein vertieftes Verständnis für nachhaltige Energiesysteme, einschließlich Energieumwandlung und Endnutzungstechnologien. Sie gewinnen fundierte Kenntnisse über konventionelle und aufkommende grüne Technologien, sowie deren Umweltauswirkungen. <i>[Wissen, 7]</i> <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden entwickeln die Fähigkeit, Energie-Technologie-Konzepte quantitativ zu bewerten, indem sie ingenieurwissenschaftliche Prinzipien mit wirtschaftlichen und ökologischen Zielen integrieren. <i>[Systemische Fertigkeiten, 7]</i> <i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden arbeiten in Gruppen zusammen und beteiligen sich an interdisziplinären Diskussionen, um globale Energieherausforderungen zu lösen. Sie entwickeln die Fähigkeit, komplexe technische Themen effektiv an unterschiedliche Zielgruppen, einschließlich Entscheidungsträgern zu kommunizieren. <i>[Team-/Führungsfähigkeit, 7]</i> <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden zeigen die Fähigkeit, eigenständig an nachhaltigen Ingenieurprojekten zu arbeiten, neue Technologien kritisch zu bewerten und fundierte Entscheidungen basierend auf Nachhaltigkeitsprinzipien zu treffen. Sie übernehmen Verantwortung für ihre kontinuierliche Weiterbildung im Bereich der grünen Technologien. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]</i>						
4	Inhalte: - Energy Systems and Sustainability (Conventional vs. renewable energy sources; Environmental impact of energy consumption; Energy efficiency and conservation strategies) - Fundamentals of Green Technology (Definition and principles of green technology; Sustainable development goals (SDGs) and their relevance to engineering) - Green Energy Technologies (Solar, wind, hydro, geothermal, and biomass energy; Hydrogen power and fuel cells; Smart grids and energy storage technologies) - Sustainable Materials and Manufacturing (Assessment of materials; Circular economy and waste management; Eco-friendly materials for mechanical and electrical applications) - Green Technology in Industry (Sustainable transportation (electric vehicles, hydrogen mobility);						

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	Energy-efficient building design and smart cities; Carbon capture and sequestration technologies) - Economic and Policy Perspectives (Global energy policies and regulations (Paris Agreement, EU Green Deal); Incentives and subsidies for green technology; Economic viability of renewable energy investments) - Future Trends and Innovations in Green Technology (AI and machine learning in energy optimization; Emerging sustainable technologies (perovskite solar cells, biofuels); Challenges and opportunities in global energy transitions)
	<i>Empfohlene Literaturangaben:</i> Core Textbooks - Tester, J. W., Drake, E. M., Driscoll, M. J., Golay, M. W., & Peters, W. A. (2012). Sustainable energy: Choosing among options (2nd ed.). MIT Press. - MacKay, D. J. C. (2009). Sustainable energy – Without the hot air. UIT Cambridge. - Dincer, I., & Rosen, M.A. (2012). Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development. Elsevier. - Boyle, Godfrey (2017). Renewable Energy: Power for a Sustainable Future. Oxford University Press. - Hering E. (2018): Umweltschutztechnik und Umweltmanagement, Springer - Unger J. (2020): Alternative Energietechnik, 6. Auflage, Springer - Noussan M. (2020): The Future of Transportation, Springer - Kranert M., et al (2010): Einführung in die Abfallwirtschaft. 4th ed., Vieweg & Teubner Supplementary Readings - European Commission reports on the EU Green Deal and sustainability strategies. - IEEE and ASME conference proceedings on emerging green technologies. - International Renewable Energy Agency (IRENA) reports on energy transition trends. - Research papers on emerging green technologies.
5	Teilnahmevoraussetzungen: -
6	Prüfungsformen: Portfolio
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Prüfungsleistungen der Portfolioprüfung
8	Verwendbarkeit des Moduls: Maschinenbau Master, Vertiefung Digitalisierung
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. André Heinrietz Lehrender: Dr.-Ing. Yakub Tijani
10	Optionale Informationen:

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Application						
Kennnummer N.N.	Workload 150 h	Modulart Wahlpflicht	Studiensemester 2. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit SS	
1	Lehrveranstaltung(en) Auswahl einer Lehrveranstaltung der LVs Project Production, Control Technology Lab oder AI-Application (siehe Wahlpflichtfächer)		Sprache Hängt von der gewählten Lehrveranstaltung ab	Kontaktzeit 60 h	Selbststudium 90 h	Credits (ECTS) 5 ECTS
2	Lehrform(en) / SWS: Hängt von der gewählten Lehrveranstaltung(en) ab / 8 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Hängt von der gewählten Lehrveranstaltungen ab. <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Hängt von der gewählten Lehrveranstaltungen ab. <i>Sozialkompetenz</i> Hängt von der gewählten Lehrveranstaltungen ab. <i>Selbstständigkeit</i> Hängt von der gewählten Lehrveranstaltungen ab.					
4	Inhalte: Hängt von der gewählten Lehrveranstaltungen ab. <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> Hängt von der gewählten Lehrveranstaltungen ab.					
5	Teilnahmevoraussetzungen: Hängt von der gewählten Lehrveranstaltung(en) ab.					
6	Prüfungsformen: Hängt von der gewählten Lehrveranstaltung(en) ab.					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Hängt von der gewählten Lehrveranstaltung(en) ab.					
8	Verwendbarkeit des Moduls: Maschinenbau (Master), Vertiefungsrichtung Digitalisierung					
9	Modulverantwortliche(r): Modulverantwortlicher: Studiendekan Maschinenbau Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Vincenzo Forcillo, Prof. Dr.-Ing. Fabian Graefe, Prof. Dr.-Ing. Haydar Kayapinar					
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

5.4 Gemeinsame Lehrveranstaltungen aller Vertiefungsrichtungen

Modul: Wahlpflichtblock					
Kennnummer	Workload	Modulart	Studiensemester	Dauer	Häufigkeit
52000	300 h	Wahlpflicht	1. und 2. Semester	2 Semester	WS und SS
1	Lehrveranstaltung(en) Ausgewählte Lehrveranstaltungen des Wahlpflichtangebots (siehe gesondert aushängende Liste)		Sprache Hängt von der gewählten Lehrveranstaltung ab	Kontaktzeit Hängt von der gewählten Lehrveranstaltung ab	Selbststudium Anzahl Stunden Credits (ECTS) 10 ECTS
2	Lehrform(en) / SWS: Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltung(en) ab / 8 SWS				
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltungen ab. <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltungen ab. <i>Sozialkompetenz</i> Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltungen ab. <i>Selbstständigkeit</i> Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltungen ab.				
4	Inhalte: Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltungen ab. <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltungen ab.				
5	Teilnahmevoraussetzungen: Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltung(en) ab.				
6	Prüfungsformen: Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltung(en) ab.				
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Hängt von der/den gewählten Lehrveranstaltung(en) ab.				
8	Verwendbarkeit des Moduls: Maschinenbau (Master), alle Vertiefungsrichtungen				
9	Modulverantwortliche(r): Modulverantwortlicher: Studiendekan Maschinenbau Dozentinnen/Dozenten: Professoren Maschinenbau / Lehrbeauftragte				
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul				
Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument		Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx		20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: Master-Thesis						
Kennnummer	Workload	Modulart	Studiensemester	Dauer	Häufigkeit	
61000	900 h	Pflicht	3. Semester	1 Semester	WS und SS	
1	Lehrveranstaltung(en) 61010 Master-Thesis		Sprache englisch, deutsch	Kontakt- zeit variabel	Selbst- studium variabel	Credits (ECTS) 30 ECTS
2	Lehrform(en) / SWS: Anleitung zu wissenschaftlichem Arbeiten in Form von Einzelbesprechungen					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden sind in der Lage, innerhalb einer Frist von sechs Monaten (Möglichkeit einer Verlängerung um maximal zwei weitere Monate in begründeten Fällen) ein wissenschaftlich fundiertes, maschinenbautechnisches Problem selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden und unter Verwendung des Standes der Wissenschaft und Einordnung in den Stand der Wissenschaft zu bearbeiten. [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden können das Ergebnis ihrer Arbeit in einem größeren Zusammenhang analysieren und beurteilen sowie Vorschläge für weiterführende Aktivitäten unterbreiten. [Beurteilungsfähigkeit, 7] <i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden sind in der Lage, das Ergebnis einer komplexen Fragestellung in Form und Inhalt für Fachkollegen verständlich zu formulieren und darzustellen. [Kommunikation, 7] <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, Problemlösungen und Arbeitsprozesse im Rahmen der Abschlussarbeit eigenständig und der wissenschaftlichen Aufgabe angemessen umfassend zu gestalten und selbstständig in den Stand der Wissenschaft einzuordnen. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] [Reflexivität, 7]					
4	Inhalte: - Das konkrete Thema der Bachelor-Thesis wird von einem Professor ausgegeben, der zugleich auch die Arbeit betreut - Soll die Bachelor-Thesis in einer Einrichtung außerhalb der Hochschule durchgeführt werden, bedarf es hierzu der Zustimmung des Vorsitzenden des Prüfungsausschusses - Die Studierenden können Themenwünsche äußern - Eine Durchführung in Form einer Gruppenarbeit ist zugelassen <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> - Ebel, H.F.; Bliefert, C.: Bachelor-, Master- und Doktorarbeit. Anleitungen für den naturwissenschaftlich-technischen Nachwuchs, Wiley VCH Verlag (2009) - Leitfaden des betreuenden Professors					
5	Teilnahmevoraussetzungen:					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

6	Prüfungsformen: (Ma + R)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Master-Thesis und des Referats.
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau, alle Vertiefungsrichtungen
9	Modulverantwortliche(r): Studiendekan und die fachverantwortlichen Professoren der Fakultät
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

5.5 Lehrveranstaltungen des Moduls „Application“

Modul: N.N. Application						
Kennnummer N.N.	Workload 150 h	Modulart Wahlpflicht	Studiensemester 2. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit SS	
1	Lehrveranstaltung(en) Project Production		Sprache Deutsch / englisch	Kontakt- zeit 60 h	Selbst- studium 90 h	Credits (ECTS) 5 ECTS
2	Lehrform(en) / SWS: Praktische Arbeit (P) / 4 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> - Die Studierenden kennen die wesentlichen Methoden und Werkzeuge des industriellen Produktionsmanagements. - Sie können Produktionsprozesse analysieren, bewerten und systematisch optimieren. - Sie beherrschen Konzepte der Lean Production, des Qualitätsmanagements sowie der Produktionsplanung und -steuerung (PPS). - Sie sind in der Lage, komplexe Produktionssysteme modellhaft abzubilden und Simulationstools anzuwenden.. <i>[Wissen, 7]</i> <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Komplexe produktionstechnische Problemstellungen nach wissenschaftlichen Methoden eigenständig zu analysieren und innovative Lösungsansätze zu entwickeln. <i>[Systemische Fertigkeiten, 7]</i> <i>Sozialkompetenz</i> In fachübergreifenden Teams zu arbeiten, Fachdiskussionen zu führen und Arbeitsergebnisse vor Experten zu verteidigen. <i>[Team-/Führungsfähigkeit, 7]</i> <i>Selbstständigkeit</i> Projekte unter Berücksichtigung von Zeit- und Ressourcenbeschränkungen eigenverantwortlich zu planen und zu steuern. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]</i>					
4	Inhalte: Grundlagen des Produktionsmanagements - Produktionssysteme und deren Strukturen - Lean Production und Toyota Production System (TPS) - Wertschöpfungskettenanalyse (Value Stream Mapping) Produktionsplanung und -steuerung - Methoden der Kapazitäts- und Bedarfsplanung - ERP-Systeme und digitale Produktionssteuerung - Just-in-Time und Kanban Qualitätsmanagement - Statistische Prozesskontrolle (SPC) und Six Sigma - Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (FMEA) Projektarbeit - Bearbeitung eines industrienahen Produktionsprojektes in Gruppen - Anwendung erlernter Methoden auf reale Fallstudien / Projekte - Präsentation und Abschlussbericht					
Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument		Freigabe am/von		Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx		20. Juli 2026 Prof. Heinrietz		WS 2026 / 2027

	Empfohlene Literaturangaben: Liker, J. K. (2004): <i>The Toyota Way – Klassiker zum Toyota Production System, sehr praxisnah.</i> Womack, J. P. & Jones, D. T. (2003): <i>Lean Thinking – Grundlagenwerk zur schlanken Produktion.</i> Erlach, K. (2010): <i>Wertstromdesign (Springer) – deutschsprachiges Standardwerk zum Value Stream Mapping.</i> Pfeifer, T. & Schmitt, R. (2014): <i>Masing Handbuch Qualitätsmanagement (Hanser) – umfassendes deutschsprachiges Referenzwerk.</i> Montgomery, D. C. (2019): <i>Introduction to Statistical Quality Control (Wiley) – Standardwerk zu SPC und Six Sigma.</i> Project Management Institute (2021): <i>PMBOK Guide (7. Aufl.) – internationaler Standard für Projektmanagement.</i> Kerzner, H. (2022): <i>Project Management: A Systems Approach (Wiley) – praxisorientiert, weit verbreitet.</i>
5	Teilnahmevoraussetzungen: • Grundkenntnisse in Produktionstechnik oder Fertigungslehre (Bachelorlevel) • Grundlegende Kenntnisse in Projektmanagement • Bereitschaft zur aktiven Mitarbeit in Projektteams
6	Prüfungsformen: (Ha+R)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Hausarbeit und des Referats inklusive Befragung
8	Verwendbarkeit des Moduls: Maschinenbau (Master), alle Vertiefungsrichtungen
9	Modulverantwortliche(r): Modulverantwortlicher: Studiendekan Maschinenbau Lehrender: Prof. Dr.-Ing. Vincenzo Forcillo
10	Optionale Informationen: -

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Application						
Kennnummer N.N.	Workload 150 h	Modulart Wahlpflicht	Studiensemester 2. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit SS	
1	Lehrveranstaltung(en) AI-Application		Sprache Deutsch / englisch	Kontakt- zeit 60 h	Selbst- studium 90 h	Credits (ECTS) 5 ECTS
2	Lehrform(en) / SWS: Praktische Arbeit (P) / Umfang: 4 SWS Struktur der Veranstaltung: - Applied Computer Vision: 2 SWS mit Theorie- und Praxisblock - AI Applications for Mechanical Engineering: 2 SWS mit Theorie- und Praxisblock Die Veranstaltung ist modular aufgebaut. Beide Teile bestehen jeweils aus einem theoretischen Grundlagenblock und einem anschließenden praxisorientierten Anwendungsblock.					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, typische KI-Anwendungen im Maschinenbau zu verstehen, geeignete Methoden auszuwählen, prototypisch umzusetzen und deren Einsatzfähigkeit im industriellen Kontext kritisch zu bewerten. <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden ... - kennen grundlegende Konzepte, Methoden und Anwendungsfelder künstlicher Intelligenz im Maschinenbau. - kennen typische industrielle KI-Anwendungsfälle, insbesondere: optische Qualitätsprüfung, automatisierte Sichtprüfung, Zustandsüberwachung, Prozessüberwachung, Anomalieerkennung, Predictive Maintenance, datengetriebene Qualitätsprognose - verstehen den grundsätzlichen Aufbau KI-basierter Anwendungssysteme von der Datenerfassung über Datenvorverarbeitung und Modellbildung bis zur Bewertung und Anwendung. - kennen zentrale Verfahren der angewandten Computer Vision - kennen grundlegende Machine-Learning-Verfahren für strukturierte und zeitabhängige Daten - verstehen Grundprinzipien der Modellbewertung, Validierung und Interpretation - kennen typische Herausforderungen industrieller KI-Anwendungen <i>[Wissen, 7]</i>					
	<i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden können ... - industrielle KI-Anwendungsfälle analysieren und in geeignete datenbasierte Aufgabenstellungen überführen. - Bild-, Sensor-, Prozess- und Qualitätsdaten für KI-Anwendungen vorbereiten, bereinigen und explorativ analysieren. - einfache bis mittelschwere Computer-Vision-Anwendungen mit Python der Matlab und geeigneten Bibliotheken prototypisch umsetzen. - klassische Bildverarbeitungsverfahren und Deep-Learning-basierte Verfahren für industrielle Sichtprüfungsaufgaben anwenden.					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	- vortrainierte Modelle für Bildklassifikation oder Defekterkennung mittels Transfer Learning einsetzen. - Machine-Learning-Modelle für technische Daten trainieren, validieren und vergleichen. - Zeitreihen- und Sensordaten für Zustandsüberwachung, Anomalieerkennung oder Predictive Maintenance aufbereiten. - geeignete Bewertungsmetriken auswählen und Modellergebnisse fachgerecht interpretieren. - die Leistungsfähigkeit, Grenzen und Risiken KI-basierter Lösungen im maschinenbaulichen Anwendungskontext bewerten. - Ergebnisse in Form von Code, Kurzberichten, Visualisierungen und Präsentationen nachvollziehbar dokumentieren. - prototypische KI-Anwendungen unter Berücksichtigung industrieller Randbedingungen entwickeln <i>[Systemische Fertigkeiten, 7]</i> <i>[Instrumentelle Fertigkeiten, 7]</i>
	Sozialkompetenz Die Studierenden ... - bearbeiten anwendungsorientierte KI-Aufgabenstellungen in kleinen Teams. - stimmen innerhalb der Gruppe Arbeitspakete, Rollen und Vorgehensweisen eigenverantwortlich ab. - diskutieren technische Lösungsansätze, Modellentscheidungen und Bewertungsergebnisse konstruktiv. - präsentieren Projektergebnisse adressatengerecht vor einer fachlich gemischten Gruppe. - geben und empfangen fachliches Feedback zu Lösungswegen, Modellgüte und industrieller Einsetzbarkeit. - reflektieren unterschiedliche Perspektiven von Maschinenbau, Informatik, Produktion und Qualitätssicherung bei der Entwicklung KI-basierter Anwendungen. - kommunizieren Chancen, Grenzen und Risiken von KI-Systemen sachlich und nachvollziehbar. <i>[Team-/Führungsfähigkeit, 7]</i>
	Selbstständigkeit Die Studierenden ... - erschließen sich neue KI-Methoden, Softwarebibliotheken und Datensätze selbstständig. - planen und strukturieren kleinere KI-Projekte eigenverantwortlich. - wählen geeignete Methoden zur Lösung einer industriellen Aufgabenstellung begründet aus. - beurteilen eigenständig die Qualität von Daten, Modellen und Ergebnissen. - erkennen Grenzen der eingesetzten Verfahren und leiten Verbesserungsmöglichkeiten ab. - reflektieren den eigenen Lern- und Arbeitsprozess im Umgang mit datengetriebenen Methoden. - können die Übertragbarkeit prototypischer KI-Lösungen auf reale industrielle Anwendungen selbstständig einschätzen. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]</i> <i>[Reflexivität, 7]</i>
4	Inhalte: Das Modul besteht aus zwei aufeinander abgestimmten Teilen. Teil 1: Applied Computer Vision (2 SWS) - Klassische Bildverarbeitung - Filter, Kanten- /Konturerkennung, morphologische Operationen, Merkmalsextraktion 3D-Bildverarbeitung - Kamerakalibrierung, Augmented Reality, 3D-Triangulation - Bildverarbeitung mit Deep Learning Ansätzen

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	○ Convolutional Neural Networks, Trainingsprozess, Loss-Funktionen, Transfer Learning und Data Augmentation, Bewertung von Computer-Vision-Modellen Teil 2: AI Applications for Mechanical Engineering (2 SWS) ▪ Machine Learning für strukturierte technische Daten ▪ Zeitreihenanalyse und Sensordatenverarbeitung ▪ Anomalieerkennung ▪ Predictive Maintenance ▪ Modellbewertung und Interpretation ▪ Grundlegende Aspekte der industriellen Implementierung
	<i>Empfohlene Literaturangaben:</i> <i>Deutsch:</i> Lämmel, U.; Cleve, J.: <i>Künstliche Intelligenz</i>. Hanser. Ertel, Wolfgang: <i>Grundkurs Künstliche Intelligenz: Eine praxisorientierte Einführung</i>. Springer Vieweg. Burger, W.; Burge, M. J.: <i>Digitale Bildverarbeitung</i>. Springer Vieweg. Kaufmann, Thomas: <i>Data Science und Künstliche Intelligenz in der Industrie: Praxisbeispiele, Use Cases und Implementierung</i>. Hanser. <i>English:</i> Géron, A.: <i>Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow</i>. O'Reilly. Szeliski, R.: <i>Computer Vision: Algorithms and Applications</i>. Springer. Lee, Jay: <i>Industrial AI: Applications with Sustainable Performance</i>. Springer. Mobley, R. K.: <i>An Introduction to Predictive Maintenance</i>. Butterworth-Heinemann.
5	Teilnahmevoraussetzungen: Empfohlen werden Grundkenntnisse in der Programmierung
6	Prüfungsformen: Die Prüfung erfolgt vorzugsweise als semesterbegleitende Praxisarbeit mit Präsentation (Pr + R)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Erfolgreiche Bearbeitung der praktischen Aufgaben, schriftliche Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse
8	Verwendbarkeit des Moduls: Maschinenbau (Master), alle Vertiefungsrichtungen
9	Modulverantwortliche(r): Modulverantwortlicher: Studiendekan Maschinenbau Lehrender: Prof. Dr.-Ing. Haydar Kayapinar
10	Optionale Informationen: Sprache: Deutsch oder Englisch Software / Tools: Matlab, Python (Jupyter Notebook) oder C++

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: N.N. Application						
Kennnummer N.N.	Workload 150 h	Modulart Wahlpflicht	Studiensemester 2. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit SS	
1	Lehrveranstaltung(en) Regelungstechnisches Praktikum (Master)		Sprache deutsch und englisch	Kontakt- zeit 60 h	Selbst- studium 90 h	Credits (ECTS) 5 ECTS
2	Lehrform(en) / SWS: Praktische Arbeit (P) / 4 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden erwerben im Rahmen des regelungstechnischen Praktikums fachliche, methodische und praktische Kompetenzen zur Analyse und Auslegung technischer Regelungssysteme. Sie sind in der Lage, regelungstechnische Problemstellungen experimentell zu bearbeiten und theoretische Kenntnisse auf reale technische Systeme anzuwenden. Durch die praktische Laborarbeit entwickeln die Studierenden zudem ein vertieftes Verständnis für das Zusammenspiel zwischen theoretischer Modellbildung und realem Verhalten technischer Systeme. <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Nach erfolgreichem Abschluss des regelungstechnischen Praktikums sind die Studierenden in der Lage, • grundlegende Methoden der Regelungstechnik experimentell anzuwenden und das Verhalten technischer Systeme zu analysieren, • typische Mess-, Steuer- und Regelungskomponenten sicher zu bedienen und in Versuchsumgebungen einzusetzen, • dynamische Systeme anhand von Messdaten zu modellieren sowie deren Übertragungsverhalten zu interpretieren, • Reglereinstellungen eigenständig zu parametrieren und den Einfluss verschiedener Reglerstrukturen auf das Systemverhalten zu bewerten, • Stabilität, Genauigkeit und Dynamik von Regelkreisen experimentell zu untersuchen und zu beurteilen, • Messdaten systematisch auszuwerten, grafisch darzustellen und hinsichtlich technischer Fragestellungen zu interpretieren, • Simulations- und Softwarewerkzeuge der Regelungstechnik zielgerichtet einzusetzen, • technische Versuchsdokumentationen und Protokolle nach wissenschaftlichen Standards zu erstellen, • im Team Versuchsaufgaben zu planen, durchzuführen und Ergebnisse fachgerecht zu präsentieren, • sicherheitsrelevante Aspekte beim Umgang mit Labor- und Versuchseinrichtungen zu berücksichtigen. <i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden sind in der Lage, komplexe regelungstechnische Aufgabenstellungen in arbeitsteiligen Teams eigenverantwortlich zu bearbeiten und dabei fachliche sowie organisatorische Verantwortung zu					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	übernehmen. Sie kommunizieren technische Sachverhalte adressatengerecht, reflektieren unterschiedliche Lösungsansätze kritisch und vertreten eigene Ergebnisse fundiert gegenüber Fachkolleginnen und Fachkollegen. Im Rahmen der Labor- und Projektarbeit entwickeln die Studierenden die Fähigkeit, • Arbeitsprozesse im Team zielorientiert zu planen und zu koordinieren, • Verantwortung für Teilaufgaben sowie für gemeinsame Arbeitsergebnisse zu übernehmen, • technische Problemstellungen kooperativ und interdisziplinär zu lösen, • Messergebnisse und technische Zusammenhänge fachlich präzise zu diskutieren und zu präsentieren, • konstruktiv mit Kritik, Unsicherheiten und Fehlentwicklungen im Versuchsumfeld umzugehen, • Entscheidungen unter Berücksichtigung technischer, sicherheitsrelevanter und organisatorischer Randbedingungen zu treffen, • die eigene Arbeitsweise kritisch zu reflektieren und kontinuierlich weiterzuentwickeln, • wissenschaftliche und technische Dokumentationen gemeinsam zu erarbeiten und abzustimmen. Darüber hinaus erwerben die Studierenden Kompetenzen zur selbstständigen Organisation und Durchführung experimenteller Arbeiten sowie zur verantwortungsvollen Zusammenarbeit in einem technisch-wissenschaftlichen Umfeld.
	<i>Selbstständigkeit</i> Im Rahmen des regelungstechnischen Praktikums erwerben die Studierenden insbesondere die Fähigkeit, • experimentelle Aufgabenstellungen eigenständig zu planen, durchzuführen und auszuwerten, • geeignete Mess-, Analyse- und Simulationsmethoden zielgerichtet auszuwählen und anzuwenden, • regelungstechnische Systeme selbstständig zu analysieren und Reglerparameter methodisch zu optimieren, • auftretende Fehler und Abweichungen systematisch zu identifizieren und geeignete Korrekturmaßnahmen abzuleiten, • Versuchsergebnisse kritisch zu hinterfragen sowie mit theoretischen Modellen zu vergleichen, • sich eigenständig in neue technische Fragestellungen, Softwarewerkzeuge und Versuchssysteme einzuarbeiten, • Entscheidungen auf Grundlage technischer Daten und wissenschaftlicher Methoden verantwortungsvoll zu treffen, • Arbeitsprozesse effizient zu organisieren und gesetzte Ziele termingerecht umzusetzen, • eigene Arbeitsergebnisse fachlich fundiert zu dokumentieren und zu reflektieren.
4	Inhalte: Das Praktikum vermittelt erweiterte experimentelle Methoden der Regelungstechnik. Die Studierenden analysieren dynamische Systeme, parametrieren Regler und untersuchen das Verhalten technischer Regelkreise anhand praxisnaher Versuchsaufbauten. Dabei werden Mess- und Simulationswerkzeuge eingesetzt sowie Versuchsergebnisse dokumentiert und bewertet. - Aufbau und Struktur von Regelkreisen (SISO und MIMO in Zustandsraumdarstellung) - Unterschied zwischen Steuerung und Regelung, Anwendung von Vorsteuerungen - Führungs- und Störverhalten - Signalarten und Systemgrößen - Stabilität und Dynamik technischer Systeme (SISO MIMO) - Bestimmung von Kenngrößen dynamischer Systeme

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	- Erstellung mathematischer Modelle, Übertragungsfunktionen und Blockschaltbilder für Mehrgrößensysteme - Einfluss der Reglerparameter auf: • Überschwingen • Einschwingzeit • stationäre Genauigkeit • Stabilität
	<i>Empfohlene Literaturangaben:</i> J. Lunze, <i>Regelungstechnik 1 & 2</i>, Springer-Verlag. R. Unbehauen, <i>Regelungstechnik 1 & 2</i>, Vieweg-Verlag O. Föllinger, <i>Regelungstechnik</i>, Hüthig-Verlag W. Leonhard, <i>Einführung in die Regelungstechnik</i>, Teubner-Verlag W. Schumacher, <i>Erweiterte Methoden der Regelungstechnik</i>, https://www.tu-braunschweig.de/fileadmin/Redaktionsgruppen/Institute_Fakultaet_5/IFR/Dateien_RT/Erweiterte_Methoden_der_RT/Skript_EMDR.pdf K. Müller, <i>Entwurf Robuster Regelungen</i>, Springer-Verlag
5	Teilnahmevoraussetzungen: Prüfung: Grundlagen der Regelungstechnik
6	Prüfungsformen: Praktikum + Kolloquium (unbenotet) (Pr+R)
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Teilnahme am Praktikum und Kolloquium
8	Verwendbarkeit des Moduls: Maschinenbau (Master), alle Vertiefungsrichtungen
9	Modulverantwortliche(r): Modulverantwortlicher: Studiendekan Maschinenbau Lehrender: Prof. Dr.-Ing. Fabian Graefe
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

5.6 Modulbeschreibungen zusätzlicher Wahlpflichtfächer des Wahlpflicht-blocks

Modul: Wahlpflichtblock						
Kennnummer	Workload	Modulart	Studiensemester	Dauer	Häufigkeit	
52000	75 h	WPF	1. oder 2. Semester	1 Semester	Entsprechend Wahlfachliste	
1	Lehrveranstaltung(en) Aufgaben im Umfeld von CAX		Sprache deutsch	Kontakt-zeit 22,5 h	Selbst-studium 52,5	Credits (ECTS) 2,5
2	Lehrform(en) / SWS: Vorlesung/ 2 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen industrielle Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit dem Einsatz von CAX-Techniken im Berufsleben. Sie beherrschen Arbeitstechniken und -methoden im Zusammenhang mit IT- Projekten und Unternehmensprozessen. <i>[Wissen, 7]</i> <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, die Potentiale der o.g. Arbeitstechniken und -methoden zu erkennen. Sie sind in der Lage, die Kenntnisse im Zusammenhang mit Projekt- und Führungstätigkeiten hinsichtlich ihrer Anwendungsmöglichkeiten zu analysieren und zu beurteilen <i>[Instrumentelle Fertigkeiten, 7] [Beurteilungsfähigkeit, 7]</i> <i>Sozialkompetenz</i> k.A. <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, den Einsatz der o.g. Arbeitstechniken und -methoden zu gestalten. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]</i>					
4	Inhalte: • Definition CAX • Kosten-Nutzen-Analysen für CAX-Anwendungen • Einfluss des Managements auf Prozesse und Tools • Projektmanagement im Umfeld von IT-Tools • Controlling von IT-Projekten • Medientraining für Interviews • Modellierung von Prozessen und Datenstrukturen • Auswahlverfahren, Einführung und Migration für IT-Tools • Zertifizierungen und Methoden der Prozessverbesserung • Concurrent Engineering: Nutzen und Anforderungen Empfohlene Literaturangaben: • Krause; Franke; Gausemeier: <i>Innovationspotenziale in der Produktentwicklung</i>. Hanser-Verlag • Schäppi; Andreassen; Kirchgeorg; Radermacher: <i>Handbuch Produktentwicklung</i>. Hanser-Verlag • Grupp, J.: <i>Handbuch Technische Dokumentation</i>. Hanser-Verlag • Ehrensperger, K.: <i>Integrierte Produktentwicklung</i>. Hanser Verlag • Gausemeier; Hahn ; Kespohl; Seifert: <i>Vernetzte Produktentwicklung</i>. Hanser-Verlag					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	• <i>S. Vajna et al: CAx für Ingenieure. Springer-Verlag</i> • <i>Sendler, U.; Wawer, V.: CAD und PDM. Hanser-Verlag</i>
5	Teilnahmevoraussetzungen: -
6	Prüfungsformen: Klausur 60 Minuten
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau alle Vertiefungsrichtungen
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. N. Beisheim
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: 52000 Wahlpflichtblock						
Kennnummer N.N.	Workload 75	Modulart WP	Studiensemester 2	Dauer 1	Häufigkeit Siehe Wahlfachliste	
1	Lehrveranstaltung(en) LV Technical English		Sprache englisch	Kontaktzeit 30	Selbststudium 45	Credits (ECTS) 2,5
2	Lehrform(en) / SWS: VL + Ü					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Studierende verfügen über ein systematisches Verständnis der technischen Fachterminologie und Konzepte in den Bereichen Maschinenbau, Materialwissenschaft, Energiesysteme und Konstruktion [<i>Wissen, 7</i>] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Studierende können technische Dokumente (Zeichnungen, Berichte, Spezifikationen) in englischer Sprache erstellen, interpretieren und präsentieren [<i>Systemische Fertigkeiten, 7</i>] <i>Sozialkompetenz</i> Studierende sind in der Lage, in interdisziplinären Teams technische Lösungen zu diskutieren, konstruktives Feedback zu geben und Präsentationen fachgerecht zu halten [<i>Mitgestaltung, 7</i>] <i>Selbstständigkeit</i> Studierende können eigenständig technische Fallstudien analysieren, Lösungsansätze entwickeln und diese kritisch reflektieren [<i>Reflexivität, 7</i>]					
4	Inhalte: Kurzer Überblick: • Material- und Fertigungstechnik: Stahl, Polymere, Schweißverfahren, CNC. • Technische Kommunikation: Fachbegriffe, Zeichnungen, Toleranzen. • Strukturmechanik: Lasten, Spannung, Deformation, Sicherheitsfaktoren. • Energie- und Fluidsysteme: Energieeffizienz, Strömungsdynamik, Hydraulik. <i>Empfohlene Literaturangaben:</i> • Ibbotson, M. (2008). Cambridge English for Engineering. Cambridge University Press. • Bonamy, D. (2008). Technical English 1 & 2. Pearson Education. • Beer, D., & McMurrey, D. (2013). A Guide to Writing as an Engineer. Wiley.					
5	Teilnahmevoraussetzungen: Grundkenntnisse der englischen Sprache					
6	Prüfungsformen: Klausur 90 min.					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

	Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau alle Vertiefungsrichtungen
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. André Heinrietz Lehrender: Dr.-Ing. Yakub Tijani
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: Wahlpflichtblock 52000						
Kennnummer N.N.	Workload 150 h	Modulart W	Studiensemester 1. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit WS	
1	Lehrveranstaltung(en) N.N. Produktionsautomatisierung		Sprache deutsch	Kontakt-zeit 60 h	Selbst-studium 90	Credits (ECTS) 5
2	Lehrform(en) / SWS: Vorlesung, Praktikum / 4 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen den Aufbau und die Struktur ausgewählter Typen von Produktionseinrichtungen und deren Automatisierungsmöglichkeiten <i>[Wissen, 7]</i> <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, Produktionseinrichtungen sowie deren Automatisierungs- und Anwendungsmöglichkeiten zu analysieren und zu beurteilen. <i>[Beurteilungsfähigkeit, 7]</i> Die Studierenden beherrschen die Zusammenhänge zwischen Produktionseinrichtungen, Produktionsinseln und deren Interaktion mit dem gesamten Produktionsprozess <i>[Systemische Fertigkeiten, 7]</i> <i>Sozialkompetenz</i> k.A. <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können Produktionseinrichtungen in komplexe Produktionsprozesse integrieren. <i>[Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]</i>					
4	Inhalte: • Arten und Aufbau von Produktionseinrichtungen • Beurteilung von Produktionseinrichtungen • Automatisierungsmöglichkeiten • Automatisierungskonzeptionen • Automatisierungseinrichtungen Empfohlene Literaturangaben: • Spur/Stöferle: <i>Handbuch der Fertigungstechnik</i>, Bände 1-6. Hanser-Verlag 1980 ff • Schulze, G.: <i>Fertigungstechnik</i>. Springer-Verlag 2006 • König/Klocke: <i>Fertigungsverfahren</i>, Bände 1-5. Springer-Verlag 2008 • Weck/Brecher: <i>Werkzeugmaschinen</i>, Bände 1-5. Springer-Verlag 2008 • Eversheim: <i>Organisation in der Produktionstechnik</i>, Bände 1-4. Springer-Verlag 2002					
5	Teilnahmevoraussetzungen: Kenntnisse in Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik					
6	Prüfungsformen: Klausur 60 Minuten					
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Klausur					
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau alle Vertiefungsrichtungen					
9	Modulverantwortliche(r):					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027



	N.N. Lehrende: Lehrbeauftragte
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: Wahlpflichtblock 52000						
Kennnummer N.N.	Workload 150 h	Modulart W	Studiensemester 2. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit SS	
1	Lehrveranstaltung(en) Mechanik der Faserverbundkunststoffe		Sprache deutsch	Kontakt-zeit 60 h	Selbst-studium 90	Credits (ECTS) 5
2	Lehrform(en) / SWS: Vorlesung, Übung / 4 SWS					
3	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen: <i>Kompetenz Wissen</i> Die Studierenden beherrschen die wichtigsten Theorien zu Eigenschaften in Mechanik und Festigkeit von Faserverbundkunststoffen, insbesondere die der linearen Mechanik von Faserverbundwerkstoffen mit sogenannten langen und endlosen Fasern sowie den grundlegenden Zusammenhängen zwischen Herstellung und Eigenschaften [Wissen, 7] <i>Kompetenz Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, einfache Komponenten aus faserverstärkten Kunststoffen belastungsgerecht auszulegen und die dazugehörigen geeigneten Berechnungsmethoden entsprechend der konstruktiven Vorgaben auszuwählen und konkret zu strukturieren. [Instrumentelle Fertigkeiten, 7] [Beurteilungsfähigkeit, 7] <i>Sozialkompetenz</i> k.A. /Kompetenzausprägung wählen /Niveaustufe wählen <i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind in der Lage, mittels der Grundkenntnisse zur Berechnung und Auslegung faserverstärkter Kunststoffe am Beispiel konkreter konstruktiver Lösungen Berechnungen durchzuführen. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7]					
4	Inhalte: • Einführung, Grundprinzip der Faserverstärkung • Komponenten und Laminat, Übersicht FVK-Fertigungsverfahren • Überblick Berechnungsmethoden, analytische/numerische Verfahren • Elastizitätsgesetz anisotroper Werkstoffe, „Ingenieurkonstanten“ • Einführung in die Mikromechanik • Werkstoffgesetz unidirektionaler Einzelschichten, ebener Spannungszustand • Klassische Laminattheorie, Elastizitätskennwerte von Laminaten • Festigkeitshypothesen, Versagenskriterien und Dimensionierung von Bauteilen Empfohlene Literaturangaben: • Bergmann, H.W.: Konstruktionsgrundlagen für Faserverbundbauteile. Springer, Berlin (1992) • Daniel, I.M.; Ishai, O.: Engineering Mechanics of Composite Materials. 2nd ed., Oxford University Press, New York (2006) • Schürmann, H.: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden. 2. Auflage, Springer, Berlin (2007) • Jones, R.M.: Mechanics of Composite Materials. 2nd ed., Taylor & Francis, Philadelphia (1999) • Tsai, S.W.; Hahn, H.T.: Introduction to Composite Materials. Technomic, Lancaster (1980)					
5	Teilnahmevoraussetzungen: Technische Mechanik 1-3					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

6	Prüfungsformen: Klausur 60 Minuten
7	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten: Bestehen der Klausur
8	Verwendbarkeit des Moduls: Master Maschinenbau alle Vertiefungsrichtungen
9	Modulverantwortliche(r): Prof. Dr.-Ing. André Heinrietz Lehrender: Dr.-Ing. M. Schlosser
10	Optionale Informationen: Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027

Modul: Wahlpflichtblock 52000						
Kennnummer N.N.		Workload 75 h	Modulart W	Studiensemester 2. Semester	Dauer 1 Semester	Häufigkeit SS
1	Lehrveranstaltung(en) Mehrkörper-Simulation			Sprache deutsch	Kontakt-zeit 30 h	Selbst-studium 45
2	Credits (ECTS) 2,5					
3	Lehrform(en) / SWS: Vorlesung, Übung / 4 SWS					
4	Lernergebnisse (learning outcomes), Kompetenzen:					
5	Kompetenz Wissen					
6	Die Studierenden beherrschen den prinzipiellen Aufbau sowie den Analyseablauf von Mehrkörper-Simulationsprogrammen. Sie verstehen grundlegend die darin enthaltenen Methoden. [Wissen, 7]					
7	Kompetenz Fertigkeiten					
8	Die Studierenden sind in der Lage, Mehrkörpersimulationsmodelle für dynamische Problemstellungen mechanischer Systeme zu strukturieren und aufzubauen und das Modell sowie das Ergebnis qualitativ und quantitativ zu beurteilen.					
9	[Instrumentelle Fertigkeiten, 7] [Systemische Fertigkeiten, 7] [Beurteilungsfähigkeit, 7]					
10	Sozialkompetenz					
11	k.A. /Kompetenzausprägung wählen /Niveaustufe wählen					
12	Selbstständigkeit					
13	Die Studierenden können für konkrete Problemstellung der Dynamik mechanischer Systeme in einem kommerziellen Anwendungsprogramm Simulationsmodelle aufbauen, Berechnungen durchführen, Ergebnisse interpretieren und deren Plausibilität prüfen. [Eigenständigkeit/Verantwortung, 7] [Reflexivität, 7]					
14	Inhalte:					
15	• Prinzipieller Aufbau von Mehrkörper-Simulationsprogrammen					
16	• Simulationsarten (kinematisch, kinetostatisch, dynamisch)					
17	• Darstellungsarten der Ergebnisse					
18	• Elemente für die kinematische, kinetostatische und dynamische Simulation					
19	Empfohlene Literaturangaben:					
20	• Wittenburg, J.: Dynamics of Multibody Systems, Springer Verlag 2008					
21	• Rill, G.; Schaeffer, Th.: Grundlagen und Methodik der Mehrkörpersimulation. Springer Verlag 2014					
22	Teilnahmevoraussetzungen:					
23	Technische Mechanik 1-3					
24	Prüfungsformen:					
25	Laborprüfung					
26	Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:					
27	Bestehen der Laborprüfung					
28	Verwendbarkeit des Moduls:					
29	Master Maschinenbau alle Vertiefungsrichtungen					
30	Modulverantwortliche(r):					
31	Prof. Dr.-Ing. André Heinrietz					
32	Lehrender: Dr.-Ing. M. Schlosser					
33	Optionale Informationen:					
34	Studiengangsspezifische, zusätzliche Informationen zum Modul					

Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027



Version	Erstellt/geändert von/am	Dokument	Freigabe am/von	Gültig ab
5.0	20. Juli 2026	Modulhandbuch-Master_MAM-26_2-V1_5-WS_2026_2027.docx	20. Juli 2026 Prof. Heinrietz	WS 2026 / 2027