HOCHSCHULE OSNABRÜCK
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fakultät für Management, Kultur und Technik der Hochschule Osnabrück

Institut für Duale Studiengänge

MODULKATALOG

für den Masterstudiengang

Technologieanalyse, -engineering und -management (M.Eng.)

Modulverzeichnis

1. Semester ..... - 4 -
Modelle und Methoden der Technologieanalyse ..... - 4 -
Strategisches Planen und Gestalten ..... - 8 -
2. Semester ..... - 13 -
Digital Engineering ..... - 13 -
Von empirischen Grundlagen zur Analyse komplexer Datenmengen ..... - 17 -
3. Semester ..... - 21 -
Advanced Process Engineering ..... - 21 -
Fortgeschrittene Methoden des Machine Learning ..... - 25 -
Intelligente Regelungssysteme ..... - 29 -
Modellbasiertes Systems Engineering ..... - 33 -
Smarte Maschinenelemente ..... - 36 -
4. Semester ..... - 40 -
Generative KI ..... - 40 -
Green Machine Building ..... - 44 -
Integrierte Produkt- und Dienstleistungsentwicklung ..... - 47 -
Intelligente Robotik ..... - 52 -
Thermische Energiesysteme und Nachhaltigkeit ..... - 56 -
5. Semester ..... - 60 -
Computer Vision ..... - 60 -
SMART Manufacturing ..... - 63 -
Use Cases des Generativen Engineerings ..... - 67 -
Wasserstofftechnologien und -systeme ..... - 70 -
6. Semester ..... - 75 -
Masterarbeit ..... - 75 -

TECHNOLOGIEANALYSE, -ENGINEERING UND -MANAGEMENT (M.ENG.) 120 ECTS

Semester					
1	Strategisches Planen und Gestalten (10 ECTS)	Modelle und Methoden der Technologie-analyse (10 ECTS)			
2	Von empirischen Grundlagen zur Analyse komplexer Datenmengen (10 ECTS)	Digital Engineering (10 ECTS)			
3	Fortgeschrittene Methoden des Machine Learning (10 ECTS)	Intelligente Regelungssysteme (10 ECTS)	Smarte Maschinen-elemente (10 ECTS)	Advanced Process Engineering (10 ECTS)	Modellbasiertes Systems Engineering (10 ECTS)
4	Intelligente Robotik (10 ECTS)	Green Machine Building (10 ECTS)	Thermische Energiesysteme und Nachhaltigkeit (10 ECTS)	Integrierte Produkt- und Dienstleistungs-entwicklung (10 ECTS)	Generative KI (10 ECTS)
5	Computer Vision (10 ECTS)	SMART Manufacturing (10 ECTS)	Wasserstoff-technologien und -systeme (10 ECTS)	Use Cases des Generativen Engineerings (10 ECTS)	
6	Masterarbeit (20 ECTS)				

1. Semester

Modelle und Methoden der Technologieanalyse

Models and Methods of Technology Analysis

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Wintersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

In diesem Modul sollen die Studierenden grundlegende Methoden und Konzepte kennenlernen, um Technologien, deren Einsatz und Nutzen im Unternehmen und ihrem Umfeld bewerten zu können. Die Technologieanalysen dienen als Grundlage für zu entwickelnde Strategien und umfassen sowohl die reine Technologiebewertung (Technologiearten, S-Kurven, Technologielebenszyklen, Technologiefrüherkennung und -prognose, Technologiepotentiale, Technologieakzeptanz etc.) als auch Analysemethoden zur Bewertung des Umfeldes (technologische Konkurrentenanalyse, technologieorientierte Unternehmensanalyse etc.). Ferner sollen die Studierenden die Modelle, Konzepte, Methoden und Instrumente kritisch reflektieren und weiterentwickeln können.

Lehr-Lerninhalte

1. Grundlagen der Technologiebewertung
    - Technologiearten und deren Einsatz
    - Technologiebaumanalyse
    - Nutzen von Technologien und dessen Bewertung
    - Technologiesprünge und Paradigmenwechsel
    - Wissen und Technologie – Abgrenzung Technologie vs. Technik
    - Einordnung des Technologiemanagements im Unternehmen
2. Technologieanalyse – Technologieentwicklung und –lebenszyklus
    - klassische Technologieanalyseinstrumente
    - Funktionsanalyse und Wertanalyse nach VDI 2800 ff.
    - Technologielebenszyklus und S-Kurven-Analyse von Technologien
    - Technologieportfolios als Analysemethode
    - Nutzenbestimmung von Technologien
    - Substitutions- und Konkurrenztechnologiebewertung
    - Analyse der Wirkungen kombinierter Technologien
    - Technologiefrüherkennung (Technology Scanning, Technology Monitoring)
    - Technologieprognosen (Relevanzbaumanalyse, Szenariotechnik, Delphi-Methode etc.)
    - Technologiepotentiale
3. Technologieorientierte Umfeld- und Unternehmensanalyse
    - Technologische Konkurrentenanalyse (Ziele, Identifikation von Konkurrenten, Absichten)

- Verknüpfung von FuE-Prozessen mit Technologieabsichten
- Bewertung von technologischen Innovationsressourcen im Unternehmen
- Analyse bisheriger technologischer Innovationsprozesse im Unternehmen
- Kompetenzen und Potentiale
- Analyse der personellen und wirtschaftlichen Innovationspotentiale im Unternehmen

4. Technologieakzeptanzanalyse
    - Widerstandsverhalten gegen neue Technologien
    - Ansätze der Akzeptanzforschung
    - Modelle der Technologieakzeptanzanalyse
    - Methoden zur Durchführung von Technologieakzeptanzanalysen
    - Maßnahmen zur Stärkung der Technologieakzeptanz
    - Kommunikation von Technologieanalyseergebnissen

Lehr- und Lernformen

Vorlesung, Gruppenarbeit, Seminar

Lehrendengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Block)

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Lehrendenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: keine

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden kennen die Unterschiede zwischen Theorie, Technologie und Technik und kennen die zentralen Fragen der Technologiebewertung im wissenschaftlichen und unternehmerischen Kontext. Sie kennen Rahmenkonzepte des Managements und können die Anforderungen an ein Technologiemanagement benennen.

Wissensvertiefung

Die Studierenden vertiefen die wesentlichen Methoden und Analyseverfahren zur Bewertung von Technologien sowie zur Bewertung des technologischen Umfeldes im betrieblichen Kontext.

Wissensverständnis

Die Studierenden entwickeln ein vertiefendes Zusammenhangsverständnis zu Modellen der Technologieanalyse sowie zu denen der Technologieakzeptanzanalyse und können auf differenzierte Technologiebewertungen vornehmen. Ferner können sie die Ergebnisse der Technologie(akzeptanz)analyse für die Entwicklung von Technologiemanagementansätzen umsetzen.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können die Entwicklungsstufe einer Technologie analysieren und bewerten. Sie sind in der Lage, Methoden der Technologiefrüherkennung und -prognose auch in einem betrieblichen Kontext selbständig und auf wissenschaftlicher Grundlage anzuwenden und den zu erwartenden Nutzen einer Technologie für den Betrieb abschätzen. Ferner können sie die Technologiekenntnisse in die technologischen Entwicklungs- und Innovationsprozesse des Betriebes einbringen.

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierenden entwickeln ein vertiefendes Zusammenhangsverständnis zu Modellen der Technologieanalyse sowie zu denen der Technologieakzeptanzanalyse und sind in der Lage, diese kritisch zu reflektieren. Sie können selbständig neue Hypothesen und Variablen ableiten und die Wirkzusammenhänge wissenschaftlich prüfen.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Expert*innen und Mitarbeiter*innen unterschiedlicher Fachdisziplinen und Hierarchiestufen über Fragen der Technologieanalyse, -bewertung und -entwicklung zielorientiert zu diskutieren und abgestimmte Lösungen für wissenschaftliche und betriebliche Anwendungsfragen suchen. Sie können Arbeitsergebnisse zielgruppengerecht aufbereiten und erläutern.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden analysieren betriebliche Fragestellungen der Technologiebewertung, -entwicklungs-prognose sowie den -einsatz stets nach wissenschaftlichem Standard und bereiten Managemententscheidungen wissenschaftsbasiert auf.

Literatur

- Albers, S.; Grassmann, O.: Handbuch Technologie- und Innovationsmanagement, Gabler, Wiesbaden, 2011
- Chesbrough, H.; Radziwon, A.; Vanhaverbeke, W.; West, J. (Hrsg. 2024): The Oxford Handbook of Open Innovation. Oxford University Press
- Ferri, L.; Spano, R.; Maffei, M. & Fiondella, C. (2019): How risk perception influences CEOs‘ technological decisions: extending the technology acceptance model to small and medium-sized enterprises‘technology decision makers. In: European Journal of Innovation Management Vol 24 No. 3, pp. 777-798.

- Gausemeier, J.; Trächter, A.; Schäfer, W.: Semantische Technologien im Entwurf mechatronischer Systeme. Hanser, München, 2014
- Gochermann, J. (2025): Technologiemanagement: Technologien erkennen, bewerten und erfolgreich einsetzen. Springer, Gabler; Berlin.
- Hauschildt, J.; Salomo, S.; Schultz, C.; Kock, A. (2022): Innovationsmanagement, Vahlen Verlag, München
- Miekus, L.; Bentler, D.; Paruzel, A.; Kato-Beiderwieden, A-L. & Maier, G. (2020): How to raise technology acceptance: user experience characteristics as technology-inherent determinants. In: Gr Interakt Org. 273-283.
- Möhrle, M.G. & Isenmann, R. (Hrsg. 2017): Technologie-Roadmapping – Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen. Springer-Vieweg, Berlin.
- Neuhüttler, J. (2022): Ein Verfahren zum Testen der wahrgenommenen Qualität in der Entwicklung von Smart Services. Fraunhofer IAO, Schriftenreihe Nr. 63.
- Roy, R.; Babakerkhell, M. D.; Mukherjee, S.; Pal, D. & Funilkul, S. (2022): Evaluating the Intention for the Adoption of Artificial Intelligence-Based Robots in the University to Educate the Students. In: IEEE Access, Vol. 10, pp. 125666 -125678.
- Scheuer, D. (2020): Akzeptanz von Künstlicher Intelligenz. Wiesbaden: Springer.
- Spath, D.; Linder, Ch.; Seidenstricker, S.: Technologiemanagement – Grundlagen, Konzepte, Methoden, Fraunhofer Verlag, 2011
- Steireif, N. et al. (2023): Potenzialanalyse von KI-Anwendungen in der Produktion. ZWF JG. 118, S. 258-264
- Warschat, J.; Schimpf, S. & Korell, M. (Hrsg): Technologien frühzeitig erkennen, Nutzenpotenziale systematisch bewerten, Fraunhofer IAO, 2015

Journals

- International Journal of Precision Engineering and Manufacturing
- Journal of Innovation & Knowledge
- Journal of Innovation Management
- International Journal Technological Forecasting and Social Change

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen:

- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

Strategisches Planen und Gestalten

Strategic Planning and Creating

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Wintersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

Ziel des Moduls ist es, auf der Basis organisationaler Gestaltungselemente einen Überblick über die einschlägigen Konzepte und Methoden der Planung, Entscheidung und Kontrolle von Führungsprozessen in Unternehmensorganisationen auf individueller und organisationaler Ebene zu geben. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Betriebsorganisationen hinsichtlich ihrer Aufbau- und Ablauforganisation zu bewerten und insbesondere Planungs- und Entscheidungsprozesse zu gestalten. Hierbei wird auch auf die Psychologie der Entscheidung und Entscheidungsanomalien eingegangen, um die mit organisatorischen Regeln verbundenen Potentiale zur Verhaltensbeeinflussung der Organisationsmitglieder abschätzen zu können. Die vermittelten Konzepte und Methoden werden auf reale führungsbezogene Entscheidungen in Betriebsorganisationen übertragen, in Bezug auf den gesamten Führungsprozess analysiert und im Hinblick auf organisationale Voraussetzungen und Ziele der Organisationsgestaltung reflektiert. Aufgrund der zunehmenden Digitalisierung in Unternehmen werden insbesondere IT- und KI-Strategie-Modelle und Fragestellungen in diesem Modul thematisiert. Dabei gilt es neben der Strategieentwicklung auch zusätzlich ein Verständnis für die Nachhaltigkeitsorientierung im Sinne von Führung und Organisation zu entwickeln sowie ethische Aspekte in die Überlegungen mit einzubeziehen.

Lehr-Lerninhalte

Die Studierenden entwickeln ein breites und integriertes Wissen in den Teilbereichen:

1. Management in systemischer und funktionaler Perspektive-Grundlagen der Organisation
   - Begriff der Unternehmensorganisation, Elemente und Regeln der Organisation, Ganzheit von Organisationen: Integration/Koordination, Analyse-/Synthese-Konzept
   - Aufbauorganisation (Ziele, Aufgabenanalyse und Aufgabensynthese, Stellendefinition, Aufbau-festlegungen, Primär- und Sekundärorganisation) Organisationsformen
   - Ablauforganisation und prozessorientierte Organisationsgestaltung (Ziele, Arbeitsanalyse und Arbeitssynthese, Aufgabenverteilung, Arbeitsorganisation, Ablaufplan)
   - Gestaltung von Organisationsstrukturen (organisatorische Anforderungen unterschiedlicher Aufgabenstellungen, Ansätze für eine aufgabengerechte Gestaltung)
   - Einflussgrößen der Organisationsgestaltung (Menschen, Umwelt, Technologie, Lebenszyklus)
   - Führung von Organisationen mit Bezug zu Einflussfaktoren und Reaktionen aus Führungsentscheidungen

2. Planung und Entscheidung-Zusammenhang von Planung, Entscheidung und Kontrolle im Führungsprozess
   - Typologie der Planung und Planungsorganisation
   - Planungskriterien, Planungsverfahren, Planungsprozess
   - Entscheidungsträger, Entscheidungskriterien, Entscheidungsverfahren
   - Grundmodell der Entscheidungstheorie
   - Kontrollbegriffe, Durchsetzungs- und Lernfunktion der Kontrolle

3. Planung, Kontrolle und Bewertung von Entscheidungen-Analyse der strategischen Ausgangssituation und Planungsmethoden (qualitative und quantitative Prognoseverfahren)
   - Entwicklung strategischer Entscheidungsfelder (Leitlinien der Strategieentwicklung, Typologie der Strategieentwicklung, Grundfragen der Strategieentwicklung)
   - Kontrolle von Wirkungen führungsbezogener Entscheidungen auf organisationaler und individueller Ebene
   - Entscheidungen bei Sicherheit, bei Unsicherheit und bei Risiko
   - Entscheidungskriterien (Problem der Formulierung von Entscheidungskriterien, partielle vs. totale Entscheidungskriterien)
   - Entscheidungsverfahren (Problem der Entwicklung von Entscheidungsverfahren als Problem der Organisation von Entscheidungsprozessen, Entscheidungsverfahren in individuellen Entscheidungs-prozessen, Entscheidungsverfahren in kollektiven Entscheidungsprozessen)
   - Die Psychologie der Entscheidung (emotionale vs. kognitive Determinanten der Entscheidung, Entscheidungsanomalien und -heuristiken, deskriptive verhaltenswissenschaftliche Erklärungsansätze)

4. Wirkungen organisatorischer Regeln-Einflussnahme und Überwachung
   - Motivationale Komponenten organisatorischer Regeln
   - Gestaltung und Kontrolle von Anreizen
   - Führungsentscheidungen in organisationalen Veränderungsprozessen
   - Diskursive Reflexion von Fehlentscheidungen

5. Nachhaltigkeitsorientierte Führung und Organisation
   - Nachhaltigkeitsziele von Unternehmungen
   - Ethische Anforderungen an die Führung und Organisation
   - Einbezug und Auswirkung von Nachhaltigkeit in Unternehmensstrategien
   - Sustainable Business Canvas

6. KI- und Digitalisierungsstrategien
   - Einordnung und Differenzierung zur Unternehmensstrategie
   - Vorgehensmodelle und -weisen zur Umsetzung einer KI bzw. Digitalisierungsstrategie
   - Auswirkungen auf den Menschen (Technologieakzeptanz, Rollen, Ethische Aspekte)
   - Nachhaltigkeit und KI / Digitalisierung

Lehr-und Lernformen

Vorlesung, Gruppenarbeit, Seminar

Lehrendengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Block)

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Lehrendenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: keine

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden kennen die Grundlagen von Organisation und Management und kennen die einschlägigen Konzepte und Methoden der Planung und Kontrolle. Dazu gehören auch Grundlagen mit Bezug zur KI- und Digitalisierungsstrategie.

Wissensvertiefung

Vertiefend lernen die Studierenden Methoden und Modelle zur Nachhaltigkeitsorientierung von Unternehmen kennen und setzen sich insbesondere bei technischen Fragestellungen mit ethischen Aspekten im Rahmen der Strategieentwicklung auseinander.

Wissensverständnis

Die Studierenden entwickeln ein vertieftes Verständnis der Zusammenhänge der Instrumente zur Analyse, Entwicklung, Bewertung und Auswahl von Handlungsalternativen mit Bezug auf reale Fragestellungen im Kontext der Unternehmensorganisation. Dadurch sind sie in der Lage Handlungsempfehlungen im Bezug auf Digitalisierungsentscheidungen und den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) differenziert zu entwickeln.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden sind mit den Grenzen der betriebswirtschaftlichen Planung und Entscheidung vertraut und in der Lage, diese an konkreten Methoden der Planung und Entscheidung sowie an praktischen betrieblichen Fragestellungen zu verdeutlichen bzw. in die Praxis zu transferieren.

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierenden entwickeln ein vertiefendes Zusammenhangsverständnis zu den Auswirkungen der Strategie auf die Organisation und sind in der Lage, Durchbrechungen rationalen Entscheidungsverhaltens zu erkennen, begrifflich einzuordnen und aus betrieblicher Sicht zu bewerten.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden sich in der Lage die Wirkungen organisatorischer Regeln (z.B. durch den Einsatz von KI oder im Rahmen der Digitalisierung) auf das Verhalten der Organisationsmitglieder abschätzen und Folgen für die Führung von Organisationen beschreiben. Zudem können sie mit Fachexperten über Probleme und Lösungsansätze der Organisationsgestaltung, der betriebswirtschaftlichen Planung und Entscheidung kommunizieren und reflektieren.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden analysieren betriebliche Fragestellungen der Organisationsentwicklung sowie der Technologiebewertung, -entwicklungs- prognose sowie dem Einsatz von Künstlicher Intelligenz stets nach wissenschaftlichem Standard und bereiten Managemententscheidungen wissenschaftsbasiert auf.

Literatur

- Baum, H.-G.; Coenenberg, A. G.; Günther, T.: Strategisches Controlling, 9. Aufl., Schäffer-Poeschel,Stuttgart, 2013
- Barenkamp, M.: Wertschöpfung durch KI, Springer Verlag, 2025
- Bea, F. X; Göbel, E.: Organisation: Theorie und Gestaltung, 13. Aufl., UTB, Stuttgart, 2025
- Bernhard, E.: Unternehmensweite KI-Transformation – der Leitfaden für C-Level und Aufsichtsrat, Leaders` Choice, 2025
- Buchholz, L.: Strategisches Controlling: Grundlagen – Instrumente – Konzepte, 3. Auflage, Springer Verlag, 2020
- Doppler, K.; Lauterburg, C.: Change Management. Den Unternehmenswandel gestalten, 14. Aufl.,Campus Verlag, Frankfurt/Main, 2019
- Eisenführ, F.; Weber, M.; Langer, T.: Rationales Entscheiden, 5. Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg, 2010
- Franken, S.: Verhaltensorientierte Führung, 3. Aufl., Springer Gabler, Wiesbaden, 2010
- Gleich, R.; Grönke K. et al: Strategische Unternehmensführung mit Advanced Analytics, Haufe Verlag, 2017
- Grunwald, G.; Hempelmann, B.: Angewandte Marketinganalyse: Praxisbezogene Konzepte undMethoden zur betrieblichen Entscheidungsunterstützung, De Gruyter Oldenbourg, Berlin, Boston 2017
- Hartz, H.: KI-Strategie für Unternehmen: vom Warum zur dauerhaften Lösung: ein Leitfaden für Führungskräfte, Independently published, 2026
- Kuhn, Th.; Weibler, J.: Führungsethik in Organisationen, Kohlhammer, Stuttgart 2012
- Kottbauer, M.; Klein A.: Unternehmerische Entscheidungen systematisch vorbereiten und treffen, Haufe Verlag, 2020

- Laux, H.; Gillenkirch, R. M.; Schenk-Mathes, H. Y.: Entscheidungstheorie, 11. Aufl., Springer Gabler, Berlin, Heidelberg, 2025
- Pfister, H.-R.; Jungermann, H.; Fischer, K.: Die Psychologie der Entscheidung, 4. Aufl., Springer, Berlin,Heidelberg, 2017
- Staehle, W. H.; Conrad, P.; Sydow, J.: Management: Eine verhaltenswissenschaftliche Perspektive, 9.Aufl., Vahlen Verlag, München, 2018
- Schreyögg, G.; Koch, J.: Management: Grundlagen der Unternehmensführung, 8. Aufl.,Springer Gabler, Wiesbaden, 2020
- Welge, M. K.; Al-Laham, A.; Eulerich, M.: Strategisches Management: Grundlagen – Prozess – Implementierung, 7. Aufl., Springer Gabler, Wiesbaden, 2017

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen

- Führung und Organisation
- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

2. Semester

Digital Engineering

Digital Engineering

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Sommersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

In diesem Modul sollen die Studierenden Methoden und Konzepte zur Verwendung digitaler Technologien, um die Entwicklung von Produkten zu realisieren und zu verbessern, bis zur Realisierung des digitalen Zwillings. Mit Hilfe des Digital Engineering können die digitalen Daten eines Produkts auf allen Stufen seines Entwicklungs- und Produktionsprozesses genutzt werden. So führt es zu besseren und sicheren Produkten, einer Beschleunigung der Abläufe und der Schonung von Ressourcen. Die Methoden und Werkzeuge des Digitalen Engineerings ermöglichen den Aufbau einer durchgängigen digitalen Beschreibung, Modellierung, Simulation und Optimierung über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts – vom Entwurf über die Produktentwicklung, den Produktionsprozess bis hin zur Nutzung des Produkts. Anhand von Anwendungsbeispielen zu aktuellen technologischen Entwicklungen werden die Schlüsselkompetenzen der interdisziplinären Zusammenarbeit im Rahmen des Digital Engineering vermittelt. Im Fokus stehen dabei fachübergreifendes Wissen und interdisziplinäre Kommunikation, welche insbesondere im Rahmen von Projekten zur Einnahme von Führungs- und Schnittstellenpositionen zwischen ingenieur-wissenschaftlichen und informationstechnischen Bereichen befähigen.

Anhand von Anwendungsbeispielen zu aktuellen technologischen Entwicklungen werden die Schlüsselkompetenzen der interdisziplinären Zusammenarbeit im Rahmen des Digital Engineering vermittelt. Im Fokus stehen dabei fachübergreifendes Wissen und interdisziplinäre Kommunikation, welche insbesondere im Rahmen von Projekten zur Einnahme von Führungs- und Schnittstellenpositionen zwischen ingenieurwissenschaftlichen und informationstechnischen Bereichen befähigen.

Lehr-Lerninhalte

1. Virtuelle Produktentwicklung:
   - Digitale Organisation der Ressourcen
   - Modellierung technischer Probleme
   - Diskretisierung numerischer Probleme

2. Anwendungen von Simulationswerkzeugen auf:
   - Zeitabhängige Probleme
   - Schwingungsprobleme
   - Simulation der Dynamik von Mehrkörpersystemen

- Optimierung von technischen Systemen, eventuell auch als Co-Simulation mit zwei Softwareprogrammen

3. Daten Management für Engineering Anwendungen
   - Datenmanagement in der Automatisierung
   - Distributed Data Management
   - Produktmanagement mit Datenbanken

4. Digitale Produktionstechnik
   - Virtuelle Modelle
   - Virtuelle Inbetriebnahme
   - Augmented Reality in der Produktionstechnik
   -
5. Ingenieurwissenschaftliche Methoden des Digital Engineering
   - Adaptronik
   - Smarte Inline Mess- und Prüftechnik
   - Assistenzrobotik
   - Industrielle Bildverarbeitung

6. Informationstechnologische Methoden des Digital Engineering
   - VR/AR
   - Computer Vision und Bildinformationstechnik
   - Signal-, Bild und Sprachverarbeitung, auch mit Anwendung von KI

7. Digitale Zwillinge

Lehr- und Lernformen

Vorlesung, Gruppenarbeit, Seminar

Lehrendengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Block)

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Lehrendenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: technische und Programmiervorkenntnisse

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden kennen die Unterschiede zwischen Theorie, Technologie und Technik und kennen die zentralen Fragen der Technologiebewertung im wissenschaftlichen und unternehmerischen Kontext. Sie kennen Rahmenkonzepte des Managements und können die Anforderungen an ein Technologiemanagement benennen.

Wissensvertiefung

Die Studierenden vertiefen die wesentlichen Methoden und Analyseverfahren zur Bewertung von Technologien sowie zur Bewertung des technologischen Umfeldes im betrieblichen Kontext.

Wissensverständnis

Die Studierenden kennen die Grundlagen und Anforderungen des Digital Engineering und können in interdisziplinärerer Zusammenarbeit Lösungen entwickeln, die neue Formen und Ausprägungen der organisatorischen, semantischen und technischen Interoperabilität bieten. Sie sind in der Lage die Vorteile des Digital Engineering, wie z.B. koordiniertes und paralleles Engineering von Projektbeginn an sowie Funktionsabsicherung und Optimierung am virtuellen Modell bereits vor der Prototypfertigung und konsequente Weiterverwendung einmal erzeugter Daten, im Rahmen betrieblicher Projekte auszuloten und interdisziplinär im Team Lösungen des Digital Engineering für betriebliche Anwendungen nutzbar zu machen.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können die Digital Engineering in deren Projekten anwenden. Sie sind in der Lage, Methoden der zur Analyse und zur Optimierung auch in einem betrieblichen Kontext selbständig und anzuwenden.

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierende lernen Prozesse zu optimieren und können moderne Methoden des Digital Engineering in der Praxis anwenden.

Literatur

- Schreiber, W.; Zimmermann, P. (Hrsg.): Virtuelle Techniken im industriellen Umfeld, Springer, Berlin, 2011
- Haberfeller, R. et al.: Systems Engineering: Grundlagen und Anwendung, Orell Füssli, 2018
- Haun, M.: Handbuch Robotik: Programmieren und Einsatz intelligenter Roboter, Springer, Berlin, 2013
- Stark, J.: Product Lifecycle Management: 21st Century Paradigm for Product Realisation, Vol.1, Springer International Publishing, 2015
- Stark, J.: Product Lifecycle Management: The Devil is in the Details, Vol. 2, Springer International Publishing, 2016
- Köppen, V.; Saake, G.; Sattler, K.-U.: Data Warehouse Technologien, mitp-Verlag, 2014

• Scherf, H.: Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme, De Gruyter, 2011
• Hoffmann, J, Quint, F.: Simulation technischer linearer und nichtlinearer Systeme mit MATLAB/Simulink, De Gruyter, 2014
• Gonzalez & Woods: Digital Image Processing, Global Edition, Pearson, 2017

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen:

- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

Von empirischen Grundlagen zur Analyse komplexer Datenmengen

From empirical foundations to the analysis of complex data sets

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Sommersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

In dem Modul werden die Grundlagen der empirischen Forschung, von der Datengrundlage bis zur Analyse komplexer Datenmengen unter Einsatz von Big Data Analytics und Künstlicher Intelligenz (KI) vermittelt. Im Fokus steht die Konzeption und Durchführung quantitativer und qualitativer empirischer Studien, von der Festlegung des Untersuchungsziels und Studientyps über die Bestimmung von Erhebungsumfang, -methode und -design bis hin zur multivariaten Analyse und Ableitung von Schlussfolgerungen (Insights). Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für den gesamten Forschungsprozess, den Einsatz einzelner Methoden und Methodenkombinationen im Bereich der Datenerhebung und Datenanalyse und können unterschiedliche Methoden und Vorgehensweisen anhand empirischer Gütekriterien evaluieren und auf dieser Grundlage empirische Studien im Praxiskontext selbstständig konzipieren und durchführen. Die Modulinhalte werden anhand von Datensätzen und Fällen unter Einsatz von Statistiksoftware (SPSS) anwendungsnah vermittelt. Den Untersuchungsgegenstand bilden Untersuchungsziele und Konstrukte aus den angewandten Verhaltenswissenschaften im Kontext von Führung, Organisation und Technologie.

Lehr-Lerninhalte

1. Einführung

1.1 Untersuchungsgegenstand und Forschungsanliegen
1.2 Forschungsrichtungen
1.3 Wissenschaftstheoretische Grundlagen
1.4 Daten als Grundlage der empirischen Forschung (Quantitative Daten, Qualitative Daten, Strukturierte Daten, Unstrukturierte Daten, Halbstrukturierte Daten, Metadaten, Big Data/digitale Datentypen)
1.5 Ansätze der Datenanalyse im Überblick (explorative, deskriptive, explikativ-diagnostische, prädiktive, präskriptive Analysen)
1.6 Big Data, computationale Analysen und die Rolle Künstlicher Intelligenz (KI)
1.7 Unterschiede und Zusammenwirken klassischer empirischer Methoden, Big Data Analytics und KI/Machine Learning
1.8 Ethische Aspekte in der empirischen Forschung

2. System der Verhaltensdeterminanten

3. Methodologie empirischer Forschung

3.1 Studientypen im Überblick
3.2 Qualitative und quantitative Forschung im Vergleich
3.3 Ausgewählte qualitative Forschungsansätze
3.4 Ausgewählte quantitative Forschungsansätze

4. Planung und Durchführung quantitativer Studien
4.1 Forschungsprozess im Überblick
4.2 Formulierung des Untersuchungsziels
4.3 Datenerhebung (Erhebungsumfang; Erhebungsmethode: Befragung, Beobachtung, Experiment, Panel; Erhebungsdesign/Operationalisierung)
4.4 Datenanalyse (Multivariate Verfahren; Quantitative Inhaltsanalyse)
4.5 Gütebeurteilung und Ableitung von Schlussfolgerungen (Insights)

5. Planung und Durchführung qualitativer Studien
5.1 Forschungsprozess im Überblick
5.2 Formulierung des Untersuchungsziels
5.3 Datenerhebung (Leitfadeninterview, Gruppendiskussion, Tiefeninterview, Beobachtung)
5.4 Datenanalyse (Qualitative Inhaltsanalyse)
5.5 Gütebeurteilung und Ableitung von Schlussfolgerungen (Insights)

Lehr- und Lernformen

Seminaristische Vorlesung

Lehrendengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Block)

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Lehrendenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h schriftliche Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Mündliche Prüfung auf Grundlage eines ausgearbeiteten vollständigen empirischen Konzepts im Praxiskontext (eigener Unternehmenskontext oder Fallstudie) unter Berücksichtigung von Datenerhebung und Datenanalyse mit 10-15-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)

Prüfungsdauer: 15 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. mündliche Prüfung zu Themen der Präsentation und weiteren Vorlesungsinhalten
Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der deskriptiven und induktiven Statistik und des wissenschaftlichen Arbeitens

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden kennen die Forschungsrichtungen, wissenschaftstheoretischen Grundlagen, Datengrundlagen, Studientypen, Forschungsprozesse und Methoden der verhaltenswissenschaftlich-empirischen qualitativen und quantitativen Forschung an der Schnittstelle zu computationalen Studien mit Big Data Analytics und KI/Machine Learning und können geeignete Methoden und Methodenkombinationen unter Beachtung empirischer Gütekriterien und ethischer Aspekte begründend auswählen.

Wissensvertiefung

Die Studierenden sind mit den Ansätzen zur Präzisierung des Untersuchungsziels (einschl. Hypothesenableitung und -formulierung) und Bestimmung des Erhebungsumfangs, den Methoden und Instrumenten der Datenerhebung und deren näherer Ausgestaltung im Rahmen des Erhebungsdesigns (einschl. Operationalisierung) sowie den Methoden der Datenanalyse sowohl im Bereich quantitativer als auch qualitativer Forschung vertraut.

Wissensverständnis

Die Studierenden entwickeln ein vertiefendes Zusammenhangsverständnis zur Rolle und Kombination quantitativer, qualitativer und gemischt quantitativ-qualitativer empirischer Verfahren entlang des Forschungsprozesses im Bereich der Datenerhebung und Datenanalyse und ihrer Auswirkungen auf die empirische Güte und Möglichkeit zur Ableitung von Schlussfolgerungen (Insights) zum Untersuchungsziel.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können empirische Studien im Kontext von Führung, Organisation und Technologie zu unterschiedlichen Untersuchungszielen (explorativer, deskriptiver, explikativ-diagnostischer, prädiktiver und präskriptiver Art) von der Präzisierung des Untersuchungsziels und Studientyps über die Bestimmung von Erhebungsumfang, -methode und -design bis hin zur multivariaten Analyse und Evaluation der Güte selbstständig konzipieren und durchführen. Sie sind in der Lage, Forschungsprozesse und -methoden an unterschiedliche Praxiskontexte problembezogen anzupassen.

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierenden können auf theoretischer und empirischer Grundlage selbstständig neue Hypothesen ableiten und die Wirkzusammenhänge durch Einsatz empirisch-wissenschaftlicher Methoden prüfen. Sie können bestehende Modelle, Forschungsprozesse und -methoden auf neue Anwendungsfelder beziehen, und, basierend auf einer kritischen Reflexion, weiterentwickeln.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Expert*innen und Mitarbeiter*innen unterschiedlicher Fachdisziplinen und Hierarchiestufen über Fragen der Konzeption, Durchführung und Evaluierung empirisch quantitativer und qualitativer Forschung zielorientiert zu diskutieren und abgestimmte Lösungen für wissenschaftliche und betriebliche Anwendungsfragen zu suchen. Sie können Arbeitsergebnisse zielgruppengerecht aufbereiten und erläutern.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden analysieren empirische betriebliche Fragestellungen stets nach wissenschaftlichem Standard unter Beachtung von Gütekriterien und auf der Grundlage von Prozessmodellen für qualitative und quantitative Forschung und bereiten empirische Ergebnisse wissenschaftsbasiert und zielgruppenadäquat auf.

Literatur

Backhaus, K.; Erichson, B.; Gensler, S.; Weiber, R.; Weiber, T.: Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung, 18. Aufl., Springer, Wiesbaden 2025.

Döring, N.: Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften, 6. Aufl., Springer, Berlin 2023.

Grunwald, G.; Schwill, J.: Workbook Marktforschung: Konzepte – Methoden – Umsetzung, Schäffer-Poeschel, Stuttgart 2024.

Kuckartz, U.; Rädiker, S.: Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Umsetzung mit Software und künstlicher Intelligenz, 6. Aufl., Beltz, Weinheim 2024.

Mayring, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung, 7. Aufl., Beltz, Weinheim 2023.

Mayring, P.: Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken, 13. Aufl., Beltz, Weinheim 2022.

Meyen, M.; Löblich, M.; Pfaff-Rüdiger, S.; Riesmeyer, C.: Qualitative Forschung in der Kommunikationswissenschaft: Eine praxisorientierte Einführung, 2. Aufl., Springer VS, Wiesbaden 2019.

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen

- Führung und Organisation

- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

3. Semester

Advanced Process Engineering

Advanced Process Engineering

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Wintersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

In diesem Modul erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse in den apparatetechnischen Grundlagen und methodischen Werkzeugen der modernen Verfahrenstechnik. Aufbauend auf Kenntnissen der mechanischen und thermischen Verfahrenstechnik werden Methoden der Wärme- und Stoffübertragung, des Apparatedesigns sowie der Scale-up-Methodik systematisch erarbeitet. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der digitalen Simulation verfahrenstechnischer Prozesse. Je nach Angebot des Moduls wird dieser Simulationsschwerpunkt entweder als Prozesssimulation (stationäre und dynamische Modellierung von Verfahrensanlagen) oder als Computational Fluid Dynamics (CFD) vertieft. Das Modul verbindet ingenieurwissenschaftliche Grundlagen mit industriell relevanten Auslegungsmethoden und bereitet die Studierenden auf die eigenständige Bearbeitung komplexer verfahrenstechnischer Fragestellungen vor.

Lehr-Lerninhalte

1. Mechanische und thermische Verfahrenstechnik
   - Trenntechniken: Destillation, Absorption, Extraktion, Filtration, Zentrifugation
   - Mischvorgänge: Rührtechnik, statische Mischer, Dispergieren und Emulgieren
   - Fördertechnik: Pumpen, Kompressoren, Gebläse – Auslegung und Betriebspunktanalyse
   - Grundlagen der Strömungsmechanik in verfahrenstechnischen Apparaten
   - Stoff- und Wärmeübertragung bei Trenn- und Reaktionsprozessen
2. Wärmeübertragung & Wärmeübertragerdesign
   - Grundlagen der stationären und instationären Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung
   - Auslegungsmethoden für Wärmeübertrager
   - NTU-Methode (Number of Transfer Units) und Wirkungsgradkonzepte
   - Bauarten von Wärmeübertragern und deren Auslegung
3. Scale-up-Methodik
   - Dimensionsanalyse und Ähnlichkeitstheorie
   - Kennzahlen in der Verfahrenstechnik
   - Maßstabsübertragung von der Laboranlage über die Pilotanlage bis zur Industrieskala
   - Praktische Methoden des Scale-up
   - Fallstudien zur Scale-up-Problematik

4. Simulation in der Verfahrenstechnik

- Grundlagen der computergestützten Modellierung verfahrenstechnischer Systeme
- Abbildung von Transportphänomenen, Stoff- und Energiebilanzen in digitalen Umgebungen
- Durchführung von Sensitivitätsanalysen und Parameterstudien zur Prozessoptimierung
- Validierung und kritische Reflexion von Simulationsergebnissen anhand experimenteller Daten
- Fallbeispiele mit einem typischen verfahrenstechnischen Simulationstool (CFD oder Prozesssimulation)

Lehr- und Lernformen

Seminaristische Vorlesung, Gruppenarbeit

Lehrendengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Block)

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Lehrendenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h schriftliche Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Digital Engineering

- Verfahrenstechnische Grundlagen (Mechanische und thermische Grundoperationen), Thermodynamik, Fluidmechanik

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden kennen die Grundprinzipien der mechanischen und thermischen Verfahrenstechnik sowie die wesentlichen Methoden der Wärmeübertragung und des Wärmeübertragerdesigns. Sie kennen die Systematik der Scale-up-Methodik und haben einen fundierten Überblick über digitale Simulationsmethoden in der Verfahrenstechnik.

Wissensvertiefung

Die Studierenden vertiefen ihre Kenntnisse in der quantitativen Auslegung verfahrenstechnischer Apparate. Sie können Wärmeübertrager dimensionieren, Trenn- und Mischprozesse im Hinblick auf Stoff- und Wärmeübertragung analysieren und Scale-up-Berechnungen auf Basis von Dimensionsanalyse und Kennzahlen durchführen.

Wissensverständnis

Die Studierenden entwickeln ein vertiefendes Zusammenhangsverständnis zwischen apparatetechnischen Grundlagen, Scale-up-Konzepten und digitalen Simulationsmethoden. Sie können Simulationsergebnisse kritisch einordnen, deren Aussagekraft für reale verfahrenstechnische Fragestellungen beurteilen und Modellgrenzen sowie -annahmen reflektieren.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können verfahrenstechnische Prozesse eigenständig analysieren, auslegen und mit Simulationswerkzeugen abbilden. Sie sind in der Lage, Scale-up-Studien von der Pilotanlage bis zur industriellen Skala durchzuführen und dabei Ähnlichkeitstheorie sowie Kennzahlen methodisch anzuwenden. Ferner können sie Simulationsmodelle aufbauen, validieren und die Ergebnisse für die Optimierung und Auslegung industrieller Prozesse nutzen.

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierenden entwickeln ein vertiefendes Zusammenhangsverständnis zu Modellen der Apparateauslegung und Prozesssimulation und sind in der Lage, diese kritisch zu reflektieren. Sie können selbständig neue Hypothesen zu Prozessverhalten und Skalierungseffekten ableiten und die Wirkzusammenhänge wissenschaftlich prüfen.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Expert*innen und Mitarbeiter*innen unterschiedlicher Fachdisziplinen und Hierarchiestufen über Fragen der Prozessauslegung, Simulation und des Scale-ups zielorientiert zu diskutieren und abgestimmte Lösungen für wissenschaftliche und betriebliche Anwendungsfragen zu erarbeiten. Sie können Arbeitsergebnisse zielgruppengerecht aufbereiten und erläutern.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden analysieren verfahrenstechnische Fragestellungen zu Apparatedesign, Maßstabsübertragung und Prozessoptimierung stets nach wissenschaftlichem Standard und bereiten Ingenieurentscheidungen wissenschaftsbasiert auf.

Literatur

- Baehr, H.D.; Stephan, K. (2016): Wärme- und Stoffübertragung. Springer Vieweg, Berlin.
- Grassmann, P.; Widmer, F.; Sinn, H. (1997): Einführung in die thermische Verfahrenstechnik. De Gruyter Oldenbourg.
- Müller, W. (2021): Mechanische Verfahrenstechnik und ihre Gesetzmäßigkeiten, De Gruyter Studium
- Schlünder, E.U.; Tsotsas, E. (1988): Wärmeübertragung in Festbetten, durchmischten Schüttgütern und Wirbelschichten. Thieme, Stuttgart.
- Zlokarnik, M. (2005): Scale-up in Chemical Engineering. Wiley-VCH, Weinheim.
- Stichlmair, J.; Fair, J.R. (1998): Distillation – Principles and Practice. Wiley-VCH, New York.
- Moser, F. (2019): Prozesssimulation in der Verfahrenstechnik. Springer Vieweg, Wiesbaden.
- Ferziger, J.H.; Perić, M.; Street, R.L. (2020): Numerische Strömungsmechanik. Springer Vieweg, Berlin.
- VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (Hrsg., 2013): VDI-Wärmeatlas. Springer Vieweg, Berlin.

Journals

- Chemical Engineering Science
- AIChE Journal
- Chemical Engineering & Technology
- Computers & Chemical Engineering
- International Journal of Heat and Mass Transfer

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen:

Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

Fortgeschrittene Methoden des Machine Learning

Advanced Machine Learning Methods

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Wintersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	Jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

In diesem Modul wird den Studierenden Wissen über fortgeschrittene Methoden der Künstlichen Intelligenz, insb. zu maschinellen Lernverfahren, vermittelt. Dabei liegt der Fokus auf den grundlegenden Problemen des unüberwachten und des überwachten Lernens, wie z.B. Dimensionsreduktion, Regelbildung, Clustering, Regression und Klassifikation.

Lehr-Lerninhalte

1. **Ziele und Prinzipien des Maschinellen Lernens**
   - 1.1. Kompetenzen und Dimensionen
   - 1.2. Übersicht unüberwachtes und überwachtes Lernen

2. **Explorative Datenanalyse und Data Engineering**
   - 2.1. Explorative Datenanalyse (Arten von Daten, Deskription)
   - 2.2. Data Engineering (Ausreißererkennung, Feature Engineering)
   - 2.3. Dimensionsreduktion (z.B. PCA, t-SNE)

3. **Clusteringverfahren**
   - 3.1. Distanzmetriken und Evaluation von Clusterings
   - 3.2. Partitionierendes Clustering (z.B. k-Means, k-Medoid)
   - 3.3. Dichtebasierte Verfahren (z.B. DBScan)

4. **Assoziationsregellernen**
   - 4.1. Generierung häufiger Itemsets
   - 4.2. Apriori-Algorithmus
   - 4.3. Recommender Systems

5. **Regression**
   - 5.1. Univariate Regression (OLS, Konfidenzintervallschätzungen)
   - 5.2. Regressionsbäume
   - 5.3. In-sample und out-of-sample Evaluation von Modellen

6. Univariate Zeitreihenanalyse

6.1. Vorhersageprobleme und statistische Grundlagen
6.2. Moving Average und Autoregressive Modelle
6.3. ARIMA und SARIMA Modelle

7. Klassifikation

7.1. Logistische Regression
7.2. Entscheidungsbäume
7.3. Ensemble Learning (z.B. Random Forests, Gradient Boosted Decision Trees)
7.4. Modellvalidierung, Overfitting und Biases
7.5. In-sample und out-of-sample Evaluation von Modellen

8. Neuronale Netze

8.1. Multi-Layer Feed Forward Netze: Historie & zentrale Ideen
8.2. Lernen im NN: Forwardpropagation, Aktivierungs-, und Fehlerfunktionen, Backpropagation
8.3. Hyperparameteroptimierung: Topologien, Lernraten, Batch Sizes, Metriken, Optimizer und typische Herausforderungen und Regularisierungsmethoden
8.4. Lernen in verteilten Umgebungen (HPC)
8.5. Typische NN Architekturen neben FFN: CNN, RNN / LSTM

Lehr-und Lernformen

Vorlesung, Gruppenarbeit, Seminar

Lehrendengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Block)

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Lehrendenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen Data Science, Programmierung (insb. Python), lineare Algebra, Analysis (Differentialrechnung)

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden haben ein breites Wissen zu grundlegenden Methoden der künstlichen Intelligenz.

Wissensvertiefung

Die Studierenden kennen die einschlägigen Theorien und Methoden aus dem Bereich künstlicher Intelligenz und können diese auf gegebene Probleme anwenden.

Wissensverständnis

Die Studierenden können Bewertungsmethoden zu den o.g. Verfahren anwenden und kritisch reflektieren. Sie können können das Verhalten von unterschiedlichen Methoden vergleichen und bewerten.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können bestehende Probleme in der Praxis für deren Eignung von künstlicher Intelligenz identifizieren. Sie sind in der Lage, Methoden anzuwenden und deren Güte zu bewerten. Sie verstehen die Herausforderungen der produktiven Nutzung der Verfahren in der Praxis und können Lösungsansätze skizzieren und schreiben.

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierenden können Vorschläge zur Eignung von künstlicher Intelligenz in der Praxis entwickeln und relevante Methoden zur Lösung der Probleme auswählen.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden können Vorschläge zur Organisation eines kompetenzübergreifenden Teams skizzieren.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden können die Herausforderungen und das Potential von künstlicher Intelligenz im betrieblichen Kontext einschätzen.

Literatur

Grundlagen

- Grus, J.: Einführung in Data Science, O'Reilly, Heidelberg, 2019.
- Fahrmeir, L., Heumann, C., Künstler, R., Pigeot, I. and Tutz, G.: Statistik: Der Weg zur Datenanalyse. Springer-Verlag, Heidelberg, 2016.
- Rebala, G., Ravi, A. und Churiwala, S.: An introduction to Machine learning, Springer, Cham, 2019.

- Murphy, K.: Probabilistic Machine Learning: An Introduction, MIT Press, 2022.
- Aggarwal, C.: Neural Networks and Deep Learning, Springer, Heidelberg, 2018.
- Deisenroth, M.P., Mathematics for Machine Learning, Cambridge University Press, 2020.

Praktische Implementierung & Frameworks

- Géron, A. (2022): Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. 3. Auflage, O'Reilly Media. www.oreilly.com/library/view/hands-on-machine-learning/9781098125967
- Stevens, E., Antiga, L., & Viehmann, T. (2020): Deep Learning with PyTorch. Manning Publications. pytorch.org/deep-learning-with-pytorch

Klassische Architekturen & Meilensteine

- LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998): Gradient-based learning applied to document recognition. In: Proceedings of the IEEE, Vol. 86. doi.org/10.1109/5.726791
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012): ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. In: Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). proceedings.neurips.cc/paper/2012/file/c399862d3b9d6b76c8436e924a68c45b-Paper.pdf
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015): Deep Learning. In: Nature, Vol. 521. doi.org/10.1038/nature14539

Hyperparameteroptimierung

- Bergstra, J., & Bengio, Y. (2012): Random Search for Hyper-Parameter Optimization. In: Journal of Machine Learning Research, Vol. 13. jmlr.org/papers/v13/bergstra12a.html
- Ioffe, S., & Szegedy, C. (2015): Batch Normalization: Accelerating Deep Network Training by Reducing Internal Covariate Shift. In: Proceedings of ICML. arxiv.org/abs/1502.03167
- Smith, L. N. (2017): Cyclical Learning Rates for Training Neural Networks. In: IEEE WACV. doi.org/10.1109/WACV.2017.58

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen:

- Führung und Organisation
- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch, Folien in Englisch

Intelligente Regelungssysteme

Intelligent Control Systems

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Wintersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

Nach Abschluss des Moduls Intelligente Regelungssysteme sind die Studierenden in der Lage, Methoden der Regelung eingebetteter und vernetzter Systeme zu definieren, auf Problemstellungen zu übertragen und anzuwenden. Die Studierenden können die Aspekte Konsistenz, Stabilität und Robustheit sowie Anwendungsgebiete von Verfahren angeben und erklären. Zudem sind sie in der Lage, die Integration von Methoden in Toolketten umzusetzen und auf reale Systeme wie Fahrzeuge anzuwenden. Studierende können zudem Prozesse der Parameterapplikation und des automatisierten Testens reproduzieren und auf Fallbeispiele übertragen.

Lehr-Lerninhalte

Intelligente Regelungssysteme umfasst die Modellierung und Analyse dynamischer Systeme, die Darstellung linearer Übertragungsfunktionen, die Stabilität von Regelkreisen und die Entwicklung intelligenter Regler für technische Systeme. Die Lernenden lernen, komplexe dynamische Systeme zu modellieren, zu analysieren und durch Regelung zu beeinflussen. Überblick über die behandelten Themen:

1. Zeitdiskrete Modellierung dynamischer Systeme
2. Dynamisches Verhalten linearer Systeme und Regelungssysteme
3. Reglerentwurf im Frequenzraum
4. Regelung im Zustandsraum
5. Zustandsschätzung komplexer Systeme
6. Simulationsumgebungen und Echtzeitsysteme
7. Linear-quadratische Regelung und Kalman Filter
8. Modellprädiktive und Robuste Regelung
9. KI basierte Regelung
10. Codegenerierung und Applikation in Echtzeitsystemen

Lehr- und Lernformen

Vorlesung, seminaristische Vorlesung, Gruppenarbeit, Seminar

Lehrendengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Blockvorlesung)

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Lehrendenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h schriftliche Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Grundlagen der Mathematik wie sie in Veranstaltungen wie Mathematik für Ingenieure gelehrt werden (Differentialgleichungen, Matrizen, Laplace-Transformation etc.). Grundlagen der Regelungstechnik, der Physik sowie der Elektrotechnik werden empfohlen.

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden lernen konkrete Sachverhalte der Praxis kennen und kennen die technischen Lösungen. Die Studierenden erfassen die grundsätzlichen wissenschaftlichen Ansätze der intelligenten Regelungstechnik. Sie sind in der Lage, wissenschaftliche Fachpublikationen zu verstehen und zu präsentieren. Sie können selbständig regelungstechnische Problemstellungen analysieren und Lösungsvarianten diskutieren.

Wissensvertiefung

Die Studierenden verfügen über ein umfangreiches Wissen zur Regelung und mathematischen Beschreibung mechatronischer Systeme. Die Studierenden haben einen Überblick über die Werkzeuge und Methoden der Regelungstechnik. Sie vertiefen im ausgewählten Themenbereich ihr technisches Wissen, indem sie Details der unterschiedlichen Technologien durchdringen. Sie kennen die Regeln, die bei der Nutzung von Komponenten in intelligenten Regelungssystemen zu beachten sind.

Wissensverständnis

Die Studierenden können fortgeschrittene Verfahren zur Bewertung von intelligenten Regelungssystemen einsetzten und die unterschiedlichen technischen Optionen abwägen.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können technische Systeme der Regelungstechnik analysieren und bewerten. Die Studierenden können Analysen, Planungen und Auswertungen zum Thema intelligente Regelung einer kritischen Betrachtung unterziehen.

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierenden entwickeln ein vertiefendes Zusammenhangsverständnis zu Regelungstechnik sowie zu Intelligenten Systemen und sind in der Lage, diese kritisch zu reflektieren. Sie können selbständig neue Hypothesen und Variablen ableiten und die Wirkzusammenhänge wissenschaftlich prüfen.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Expert*innen und Mitarbeiter*innen unterschiedlicher Fachdisziplinen und Hierarchiestufen über Fragen der Regelungstechnik zielorientiert zu diskutieren und abgestimmte Lösungen für wissenschaftliche und betriebliche Anwendungsfragen suchen. Sie können Arbeitsergebnisse zielgruppengerecht aufbereiten und erläutern.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden wenden unterschiedliche praxisrelevante Methoden an und sind in der Lage, auf neue abstrakte Problemstellungen kreative Lösungen finden.

Literatur

[1] ANDERSON, B.D.O.; MOORE, J.B.: Optimal control: linear quadratic methods. Courier Corporation, 2007

[2] GRÜNE, L.; PANNEK, J.: Nonlinear Model Predictive Control: Theory and Algorithms. 2. Springer, 2017

[3] HINRICHSEN, D.; PRITCHARD, A.J.: Mathematical system theory I: Modeling, state space analysis and robustness. Springer, 2010

[4] ISIDORI, A.: Nonlinear Control Systems. 3rd edition. Springer, 1995

[5] KALMAN, R.E. u.a.: Contributions to the theory of optimal control. In: Bol. soc. mat. mexicana 5 (1960), No. 2, pp. 102–119

[6] LJUNG, L.: System Identification: Theory for the User. Pearson Education, 1998

[7] RAWLINGS, J.B.; MAYNE, D.Q. ; DIEHL, M.: Model predictive control: theory, computation, and design. Second. Nob Hill Publishing Madison, WI, 2017

[8] RICHARDS, A.; HOW, J.: A Decentralized Algorithm for Robust Constrained Model Predictive Control. In: Proceedings of the American Control Conference, 2004, pp. 4241–4266

[9] SKOGESTAD, S.; POSTLETHWAITE, I.: Multivariable feedback control: analysis and design. John Wiley & Sons, 2005

[10] SONTAG, E.D.: Mathematical Control Theory: Deterministic Finite Dimensional Systems. Springer, 1998.– 531 S/1/ Föllinger, Otto: Regelungstechnik. Hüthig Buchverlag, 8. Auflage, Heidelberg, 1994

[11] Unbehauen, Heinz: Regelungstechnik II. 8. Auflage, Vieweg-Verlag Braunschweig Wiesbaden, 2000, (FH: WFM 71547)

[12] Dorf, Richard. C.: Modern Control Systems. Prentice Hall, 2005.

[13] Scheuer, D.: Akzeptanz von Künstlicher Intelligenz. Wiesbaden: Springer, 2020.

[14] Terörde Gerd: Electrical Drives and Control Techniques, Published by Uitgeverij Acco, Leuven, 2004.

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen

- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

Modellbasiertes Systems Engineering

Model-based Systems Engineering

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Wintersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	Jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

Das Modul vermittelt die theoretischen Grundlagen und die praktische Anwendung des modell-basierten Systems Engineerings (MBSE). Die Studierenden erlernen, wie komplexe technische Systeme über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg – von der Anforderungsanalyse bis zur Verifikation und Validierung – systematisch modelliert, analysiert und dokumentiert werden. Schwerpunktmäßig werden die Notation und Methodik von SysML, modell-basierte Analyse-Techniken (Simulation, Trade-Study, Fehlermodellanalyse) sowie unterstützende Werkzeuge (Cameo System Modeler, Enterprise Architect, Capella) behandelt. Durch die Bearbeitung einer Fallstudie bzw. eines Projekt-Prototyps erwerben die Lernenden die Fähigkeit, Modellierungsartefakte in interdisziplinären Teams zu erstellen, zu prüfen und in technische Entscheidungen zu überführen.

Lehr-Lerninhalte

1. Grundlagen Systems Engineering:
   - V-Modell
   - Requirements-Engineering
   - Systemarchitekturen
2. Modellierug
   - SysML: State-Machine, Activity Diagram, Use-Case Diagram
   - Vorgehensmodell zum Einsatz von SysML
3. Modellbasierte Analyse und Verifikation
   - Model vs. Diagrams – cross-correlation
   - Simulation von Eigenschafts-Modellen (Parametric, State-Machine, Sequence Diagrams)
   - Multi-Kriterien-Entscheidung
4. Werkzeuge und Praxis
   - Fallstudienorientierte Einführung in MagicDraw, Cameo System Modeler, Open-Source-Tool Capella
   - Kollaboratives Arbeiten
   - Varianten- und Konfigurations-Management
5. Anwendungen & Transfer
   - MBSE im Automotive- und Luft-Raum-Sektor
   - FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)
   - Cyber-Physical Systems & Digital Twin
   - Integration von Simulations- und Test-Frameworks (z.B. MATLAB/Simulink)

Lehr- und Lernformen

Vorlesung, Gruppenarbeit, Seminar

Lehrendengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung

22 h Gruppenarbeit zur Präsentation der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Lehrendenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h schriftliche Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: Digital Engineering, Modelle und Methoden der Technologieanalyse

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden kennen die wesentlichen Prinzipien des modell-basierten Systems Engineerings, die SysML-Notation und die wichtigsten Lebenszyklus-Modelle.

Wissensvertiefung

Sie können SysML-Diagramme zielgerichtet auswählen, erstellen und miteinander verknüpfen, um komplexe Systemarchitekturen abzubilden.

Wissensverständnis

Die Studierenden verstehen die Wechselwirkungen zwischen Anforderungs-, Design- und Verifikations-Sichten und können Traceability-Beziehungen konsequent nachverfolgen.

Nutzung und Transfer

Sie sind befähigt, ein MBSE-Projekt von der Anforderungsanalyse bis zur Validierung zu planen, durchzuführen und die Ergebnisse in interdisziplinären Teams zu kommunizieren.

Wissenschaftliche Innovation

Durch die Projekt-/Fallstudie formulieren sie eigene Forschungs- bzw. Entwicklungshypothesen (z. B. Einfluss von Modell-Granularität auf die Effizienz von Trade-Studies) und prüfen diese empirisch. Sie erarbeiten innovative Konzepte, die in der schriftlichen Reflexions-Transfer-Studie (RTS) bzw. Fallstudie dokumentiert und wissenschaftlich fundiert werden.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden präsentieren Modell-Artefakte, Argumentationsketten und Projektergebnisse klar und zielgruppengerecht (schriftlich und mündlich).

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden analysieren betriebliche Fragestellungen des MBSE stets nach wissenschaftlichem Standard und bereiten Technologiekonzepte wissenschaftsbasiert auf.

Literatur

Friedenthal, S., et al. (2011). A Practical Guide to SysML: 2nd Ed. Morgan Kaufmann, O'Reilly.

Borky, J.M., & Bradley, T.H. (2018). Effective Model-Based Systems Engineering. Springer International.

Kossiakoff, A., et al. (2020). Systems Engineering Principles and Practice. 3rd Ed., Wiley.

Open-Source-Tool Capella (2022). Capella User Manual, https://mbse-capella.org/.

International Council on Systems Engineering (INCOSE) (2023). INCOSE Systems Engineering Handbook, 5th Ed., GFSE.

Verwendbarkeit des Moduls

- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

Smarte Maschinenelemente

Smart Machine Elements

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	jährlich
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

Die digitale Transformation und der Einsatz von künstlicher Intelligenz im Maschinenbau führen dazu, dass Maschinen und Anlagen auch in erster Linie als Datenverarbeitungssysteme verstanden, konzipiert, aufgebaut und betrieben werden können. Die Datengewinnung und Prozesssteuerung wird zwischenzeitlich auch in neuartige Bauelemente mit smarter Sensorik integriert - z.B. für kraftmessende Schrauben, selbstüberwachende Lager und Getriebe - die im traditionellen Maschinen- und Anlagenbau bislang nicht verfügbar waren.

Das Modul „Smarte Maschinenelemente“ integriert Elemente der Sensortechnik in die Entwicklung von Bauelemente. Das Modul kombiniert dabei grundlegende Funktions- und Arbeitsweisen der (mechanisch-konstruktiven) Bauelementeauslegung mit Mess-, Steuer- und Regelungstechnik der Mechatronik mit den Nutzungsmöglichkeiten smarter Sensoren und Maschinenelemente im Kontext typischer praktischer Anwendungsfälle.

Lehr-Lerninhalte

Konzeption und Auslegung von Bauelementen

- Auslegungsparadigmen
- systematischer Konstruktionsprozess
- Auslegung mechatronischer Systeme
- simulationsgestützte Absicherung

Messtechnische Komponenten

- Messen elektrischer Größen
- Messen mechanischer Größen
- Messen verfahrenstechnischer Größen
- Messverstärker
- Messungenauigkeiten
- Sensorsysteme
- Smarte Sensorik
- Sensorik und Edge Devices

Anwendungsfelder und Auslegung Smarter Maschinenelemente

- Ecosystem für eine intelligente Konstruktionsumgebung

- Zustandsüberwachung: Gleitlager, Kupplungen, Zahnradgetriebe
- Vorausschauende Wartung: Verschleißüberwachung
- Adaptive Maschinenelemente: intelligente Schraubenverbindungen
- Messung Wellenversatz
- Intelligente Ventile

Lehr- und Lernformen

Vorlesung, Gruppenarbeit, Seminar

Dozentengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Blockveranstaltung)

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Dozentenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h schriftliche Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Referat: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (berufsbegleitend) mit 15-20-
seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)

Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion
Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse zu Maschinenelementen und zur Auslegung von Maschinenelementen

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden verbreitern ihr Wissen zur Projektierung von Maschinenelementen und Messtechnik sowie mechatronischer Systeme als Grundlage für die Entwicklung smarter Maschinenelemente.

Wissensvertiefung

Die Studierenden vertiefen ihr Wissen zur smarten Sensorik. Ferner setzen sich die Studierenden differenzierend mit unterschiedlichen Auslegungsparadigmen auseinander. Sie nutzen Simulationsverfahren um ein besseres Systemverständnis zu erlangen.

Wissensverständnis

Die Studierenden entwickeln ein vertiefendes Verständnis zur Integration von Zusatzfunktionen in konventionelle Maschinenelemente sowie in Konstruktionselemente. Ferner entwickeln sie ein

vertiefendes Verständnis zu Analyse- und Synthesemethoden zum Umgang von Unsicherheiten beim Entwickeln von Maschinenelementen sowie von sensorintegrierenden Maschinenelementen und deren Anwendungsfeldern.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können den Aufbau smarter Maschinenelemente unter technisch relevanten Aspekten analysieren und zugehörige Anwendungsmöglichkeiten ermitteln. Sie können die Anforderungen und Auslegungskriterien für smarte Maschinenelemente ableiten und die Auslegung durchführen.

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierenden analysieren Anwendungsfelder konventioneller Maschinenelemente auf die Integration von Zusatzfunktionen, die mit einer Sensorintegration erreichbar sind und leiten Ansätze zur Umsetzung ab.

Kommunikation und Kooperation

Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, sich mit wissenschaftlichen Expert*innen und Praxisanwender*innen unterschiedlicher Fachdisziplinen (z. B. Konstruktion, Elektrotechnik/Elektronik, Automatisierungstechnik, IT) zielorientiert auszutauschen und praxisnahe Lösungen für wissenschaftliche und betriebliche Anwendungsfragen zu erörtern.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden analysieren praxisnahe Fragestellungen gemäß wissenschaftlicher Abläufe, Standards und Gütekriterien. Hierzu zählen auch die professionelle Aufbereitung, Bewertung und Nutzung bisheriger Forschungsergebnisse.

Literatur

- Bindel, T.; Hofmann, D. (2017): Projektierung von Automatisierungsanlagen; Springer
- Döbrich, U.; Hankel, M.; Heidel, R.; Hoffmeister, M. (2017): Industrie 4.0 Basiswissen RAMI4.0, VDE Verlag, Berlin
- Engelmann, F. (2025): Maschinenelemente kompakt: Auswahl, Gestaltung und Dimensionierung in Theorie und Praxis, Springer-Vieweg, Berlin
- Iniewski, K. (2017): Smart Sensors for Indusrtrial Applications.CRC-Press
- Pradhan, B.; Mukhopadhyay, S. (2024): IoT Sensors, ML, AI an XAI: Empowering a smarter World – Smart Sensors, Measurement and Instrumentation, Springer, Berlin.
- Schilling M. A. (2023): Strategic Management of Technological Innovation, McGraw-Hill Education, New York.
- Schleupner, L. (2025): Fachlexikon MES, KI & Industrie 4.0, VDE-Verlag, Berlin
- Schrüfer, E.; Reindl, M. L.; Zagar, B. (2022): Elektrische Messtechnik – Messung elektrischer und nichtelektrischer Größen, Hanser, München.
- Subramanian, B. (2026): SMART Constructions sites & IOT Integration.
- Tietjen, T.; Decker, A. (2026): FMEA Praxis, Carl Hanser Verlag, München.
- Zacher, S.; Reuter, M. (2022): Regelungstechnik für Ingenieure – Analyse, Simulation und Entwurf von Regelkreisen, Springer, Vieweg, Wiesbaden.

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen:

- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

4. Semester

Generative KI

Generative AI

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Sommersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

Dieses Modul vermittelt die theoretischen Fundamente und die praktische Anwendung generativer KI-Modelle. Im Zentrum steht die Transformer-Architektur als technologischer Enabler für moderne Large Language Models (LLMs) und Diffusionsmodelle.

Die Studierenden erlernen, wie diese Modelle durch Techniken wie Retrieval-Augmented Generation (RAG) und Parameter-efficient Fine-Tuning (PEFT) optimiert, evaluiert und sicher an externe Werkzeuge angebunden werden. Ein besonderer Fokus liegt auf der Ausrichtung der Modelle an menschlichen Präferenzen (Alignment) sowie der Identifikation und Minimierung von Sicherheitsrisiken.

Lehr-Lerninhalte

1. Architekturen & Alignment

- Transformer-Deep-Dive: Analyse von Self-Attention, Multi-Head Attention und der Skalierbarkeit von Decoder-only Architekturen.
- Bildsynthese: Mathematische Grundlagen von Diffusion Models und strukturelle Kontrolle via ControlNet.
- Alignment-Strategien: Einführung in RLHF (Reinforcement Learning from Human Feedback) und DPO (Direct Preference Optimization), um Modellantworten an menschliche Werte anzupassen.
- Tokenisierung & Latent Spaces: Mathematische Repräsentation von Semantik und Byte-Pair Encoding (BPE).

2. Wissensintegration & RAG-Lifecycle

- Pipeline-Engineering: PDF-Parsing, semantisches Chunking und hybride Retrieval-Strategien.
- Debugging: Visualisierung hochdimensionaler Vektorräume mittels t-SNE oder UMAP zur Analyse der Retrieval-Qualität.
- Evaluation: Systematische Messung mittels RAGAS (Faithfulness, Relevance) und Vergleich mit globalen Benchmarks wie MMLU oder HELM.

3. Adaption & Agentische Systeme

- Fine-Tuning: Ressourceneffiziente Anpassung mit LoRA und QLoRA.
- Agentic AI: Tool-Calling, Function Calling und Reasoning-Loops (z. B. ReAct) zur autonomen Aufgabenlösung über externe Schnittstellen.

4. Ethik, Sicherheit & Bildsynthese

- KI-Sicherheit: Erkennung und Prävention von Prompt-Injection, Jailbreaking und Halluzinationen.
- Bias & Verantwortung: Analyse von Vorurteilen in Trainingsdaten und Strategien zur fairen Modellgestaltung.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung, Gruppenarbeit, Seminar

Lehrendengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Block)

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Lehrendenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur

- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese

- 30 h schriftliche Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: Programmierung Python, Lineare Algebra, Analysis, Machine Learning und Deep Learning

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung
Die Studierenden erlangen ein breites Verständnis der theoretischen Fundamente generativer KI, insbesondere der Transformer-Architektur und moderner Diffusionsmodelle zur Text- und Bildsynthese. Sie überblicken die Evolution von Large Language Models (LLMs) sowie die ethischen und regulatorischen Rahmenbedingungen, wie den AI Act, im globalen Kontext.

Wissensvertiefung
In der Vertiefung durchdringen die Studierenden die mathematische Mechanik von Attention-Verfahren und Alignment-Strategien wie RLHF oder DPO zur Steuerung von Modellantworten. Sie erwerben spezialisiertes Wissen über den gesamten RAG-Lifecycle, die Funktionsweise von Weltmodellen wie JEPA und die physikalische Simulation in latenten Räumen.

Wissensverständnis
Die Studierenden begreifen die kritische Kette von der Tokenisierung mittels BPE über die semantische Repräsentation in Latent Spaces bis hin zur Generierung. Sie entwickeln ein tiefes Verständnis für Systemsicherheitsrisiken wie Prompt-Injection sowie für die technischen Ursachen von Halluzinationen.

Nutzung und Transfer

Praktisch sind die Studierenden befähigt, agentische RAG-Pipelines mit komplexem PDF-Parsing zu implementieren, Vektorräume mittels t-SNE oder UMAP visuell zu debuggen und die Performance durch Frameworks wie RAGAS objektiv zu messen. Sie transferieren ihr Wissen auf die ressourceneffiziente Modelladaption mittels PEFT-Methoden wie LoRA oder QLoRA für spezifische industrielle Domänen.

Wissenschaftliche Innovation / Urteilskompetenz

Die Studierenden bewerten die Eignung von Fine-Tuning, RAG und Prompting für komplexe Use-Cases und beurteilen die Vertrauenswürdigkeit generierter Inhalte kritisch. Sie entwerfen innovative Strategien zur Risikominimierung und zur methodischen Absicherung autonomer KI-Agenten.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden kommunizieren präzise in der englischen Fachterminologie der Generativen KI und dokumentieren Systemarchitekturen sowie Evaluationsergebnisse auf professionellem Niveau. Sie beweisen Kooperationsfähigkeit durch die gemeinschaftliche Entwicklung und Absicherung komplexer KI-Systeme in interdisziplinären Teams.

Literatur

Standardwerke & Fachbücher

- **Tunstall, L., von Werra, N., & Wolf, T. (2022):** *Natural Language Processing with Transformers*. O'Reilly Media. www.oreilly.com/library/view/natural-language-processing/9781098136789
- **Foster, D. (2023):** *Generative Deep Learning: Teaching Machines to Paint, Write, Compose, and Play*. 2. Auflage, O'Reilly Media. www.oreilly.com/library/view/generative-deep-learning/9781098134174
- **Bishop, C. M., & Bishop, H. (2023):** *Deep Learning: Foundations and Concepts*. Springer. Für die mathematische Tiefe der latenten Räume und Architekturen. www.bishopbook.com

Scientific Papers

- Vaswani, A., et al. (2017): Attention Is All You Need. Grundlagen der Transformer-Architektur. arxiv.org/abs/1706.03762

- Rombach, R., et al. (2022): High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models. Basis für Stable Diffusion. arxiv.org/abs/2112.10752
- Lewis, P., et al. (2020): Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. Definition der RAG-Architektur. arxiv.org/abs/2005.11401
- Hu, E. J., et al. (2021): LoRA: Low-Rank Adaptation of Large Language Models. Effizientes Fine-Tuning. arxiv.org/abs/2106.09685
- Ouyang, L., et al. (2022): Training language models to follow instructions with human feedback. Grundlagen zu RLHF. arxiv.org/abs/2203.02155

Technische Dokumentation & Benchmarks

- Hugging Face Documentation: Transformers, PEFT und Diffusers. huggingface.co/docs
- LangChain & LlamaIndex Docs: Dokumentation für die Orchestrierung von RAG-Pipelines und Agenten. https://www.google.com/search?q=python.langchain.com / docs.llamaindex.ai
- HELM (Holistic Evaluation of Language Models): Dokumentation zu umfassenden Modell-Benchmarks. crfm.stanford.edu/helm und weiteren s. Vorlesungsfolien
- OWASP Top 10 for LLM Applications: Sicherheitskritische Aspekte und Best Practices. owasp.org/www-project-top-10-for-large-language-model-applications

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen

- Führung und Organisation

- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

Green Machine Building

Green Machine Building

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Sommersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

Die Studierenden lernen an exemplarischen Beispielen den Entwicklungsprozess eines dynamischen Systems anhand in der Praxis üblicher Fragestellungen und Vorgehensweisen kennen. Ausgehend von einer Konzeptfindungsphase wird eine erste Dimensionierung des Systems anhand klassischer Auslegungsverfahren der technischen Mechanik vorgenommen. Darauf aufbauend wird das System rechnergestützt in eine Konstruktion überführt und mit rechnergestützten Methoden der Mechanik im Detail untersucht. Weiterhin soll im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der gezielte Materialeinsatz (Leichtbau) und die ressourcenschonende Auslegung berücksichtigt werden.

Lehr-Lerninhalte

1. Konstruktionsmethodik
    - Planen: Marktanalyse, Methoden der Ideenfindung
    - Konzipieren: Anforderungsliste, Funktionsstrukturen, Lösungsprinzipien
    - Entwerfen: Gestalten, Auslegen
    - Ausarbeiten: Optimieren für Fertigung und Montage, Fertigungsunterlagen
2. Mechanisch-analytische Untersuchungen dynamischer Systeme
    - Ableiten eines mechanischen Modells zur Beurteilung der strukturmechanischen und dynamischen Eigenschaften
    - Überführen des mechanischen Modells in ein mathematisches Modell
    - Dimensionierung und Auslegung
3. Einführung und Anwendung des rechnergestützten Konstruierens
    - CAD Grundlagen: Modelle, Benutzeroberflächen, Modellierungsstrategien
    - Bauteilkonstruktion: Einführung, Zeichnungsableitung, Einstieg in die Parametrik
    - Baugruppenkonstruktion: Grundlagen, Normteile, Varianten
    - Oberflächen
    - Schnittstellen: CAD-Prozessintegration, Datenaustausch
4. Rechnerunterstützte Simulation dynamischer Systeme
    - Aufarbeitung der CAD-Daten
    - Kinematische Analyse des Systems
    - Dynamische Analyse des Systems
    - Strukturmechanische Analyse

Lehr- und Lernformen

Vorlesung, Gruppenarbeit, Seminar

Dozentengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Blockveranstaltung)

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Dozentenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h schriftliche Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: keine

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden…
• kennen die Grundlagen des methodischen Konstruierens
• können einen Konzeptentwurf in ein mechanisch-mathematisches Modell überführen und dimensionieren.

Wissensvertiefung

Die Studierenden...

- können fortgeschrittene numerische Verfahren einsetzen
- können einen erarbeiteten Lösungsansatz methodisch begründen

Wissensverständnis

Die Studierenden...

- entwickeln ein vertiefendes Zusammenhangsverständnis der Wechselwirkung zwischen Konstruktion und numerischer Absicherung der Bauteilsicherheit unter Berücksichtigung nachhaltiger Aspekte
- können ihre fachliche Kompetenz in den Kontext der Nachhaltigkeitsdebatte stellen

Nutzung und Transfer

Die Studierenden...

- können die erlernten Methoden auf konkrete Problemstellungen im betrieblichen Kontext anwenden

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierenden entwickeln ein vertiefendes Zusammenhangsverständnis für sicherheitsbeeinflussende Faktoren und sind in der Lage, diese kritisch zu reflektieren.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Expert*innen und Mitarbeiter*innen unterschiedlicher Fachdisziplinen und Hierarchiestufen über Fragen der Bauteilauslegung zielorientiert zu diskutieren und abgestimmte Lösungen für wissenschaftliche und betriebliche Anwendungsfragen zu suchen. Sie können Arbeitsergebnisse zielgruppengerecht aufbereiten und erläutern.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden analysieren betriebliche Fragestellungen der Bauteilauslegung stets nach wissenschaftlichem Standard und bereiten diese wissenschaftsbasiert auf.

Literatur

STANDARDLITERATUR:

- Pahl/Beitz: „Konstruktionslehre – Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung“, Springer Verlag, 2021.
- Hoenow / Meißner: „Entwerfen und Gestalten im Maschinenbau“, Hanser - Fachbuchverlag Leipzig, 2022.
- Roloff/ Matek: „Maschinenelemente, Normung, Berechnung, Gestaltung“, 25. Auflage, Vieweg Verlag, 2021.
- Sauer: „Konstruktionselemente des Maschinenbaus“, Springer Verlag, 2025.
- Gebhardt, C.: "Praxisbuch FEM mit Ansys Workbench". Hanser Verlag, 2018.
- Müller G. und Groth C.: „FEM für Praktiker“, Band 1: Grundlagen, expert Verlag, 2007.
- Stelzmann U., Groth C. und Müller G.: „FEM für Praktiker“, Band 2: Strukturdynamik, expert Verlag, 2008.
- Steinbuch, R.: "Simulation im konstruktiven Maschinenbau", Hanser Verlag, 2004.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR:

- Klepzig / Weißenbach: „3D-Konstruktion mit CATIA V5“, 2. Auflage, Hanser - Fachbuchverlag Leipzig, 2005.
- Bathe, K.-J.: „Finite-Elemente-Methoden“, Springer Verlag, 2002.

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen

- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

Integrierte Produkt- und Dienstleistungsentwicklung

Integrated Product and Service Development

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Sommersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

Dieses Modul schlägt den Bogen von der klassischen Produktentwicklung, über agile Entwicklungsmethoden und die Entwicklung von Dienstleistungen (Service Engineering) hin zu kombinierten und integrierten Smart Product Service Systems. Die Studierende lernen die unterschiedlichen Charakteristika von Produkten und Dienstleistungen und die unterschiedlichen Entwicklungsansätze kennen. Sie betrachten die verschiedenen Perspektiven (marktorientiert, technologiebasiert, innerbetriebliche Intergation, sowie Geschäftsmodelle und Monetarisierung) kennen, können diese zu integrierten Produkt-Dienstleistungs-Systemen zusammenführen und in den Unternehmenskontext einbinden. Der mehrdimensionale integrative Ansatz beinhaltet sowohl die Kombination von Produkten und Dienstleistungen als auch die Einbindung der Markt- und der Technologieperspektiven.

Lehr-Lerninhalte

1. Notwendigkeiten der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen
   - 1.1. Produkt- und Dienstleistungsentwicklung als Teil des Innovationsmanagements
   - 1.2. Neuproduktentwicklung vs. Weiterentwicklung an Adaption
   - 1.3. Marktbasierter Antrieb für neue Produkte und Dienstleistungen
   - 1.4. Technologien als Grundlage für neue Produkte und Dienstleistungen
2. Charakterisierung von Produkten und Dienstleistungen
   - 2.1. Definitionen und Abgrenzungen
   - 2.2. Typologisierung und Einsatzbereiche
   - 2.3. Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Produkten und Dienstleistungen
   - 2.4. Abgrenzung von IT – Produkte oder Dienstleistung?
3. Produktentwicklungsprozesse
   - 3.1. Ingenieurbasierte Produktentwicklungsprozesse
   - 3.2. Marktbasierte PEP und Stage-Gate-Prozesse
   - 3.3. Neuproduktentwicklungsentscheidungen
   - 3.4. Agile Produktentwicklung und Scrum
   - 3.5. Rolle der KI in der Produktentwicklung
4. Service Engineering – Entwicklung von Dienstleistungen
   - 4.1. Entstehung und Einordnung des Service Engineering
   - 4.2. Entwicklungsansätze und Übertragbarkeit
   - 4.3. Konzeptionelle Entwicklungsansätze

4.4. Vorgehensweise und Phasenmodelle
4.5. Service Blueprint
4.6. Dienstleistungsqualität

5. Technologiebasierte Smart Product Service Systems (SPSS)
   5.1. Paradigmenwechsel: vom Produkt zur Lösung im System
   5.2. Charakteristika eines technologiebasierten SPSS
   5.3. Nutzenargumentation in Systemen (Geschäftsmodell/Monetarisierung)
   5.4. Die Rolle von Technologien
   5.5. Neue Entwicklungslogik: von projektbasierter Entwicklung zur Systementwicklung
6. Operative Umsetzung im Unternehmen
   6.1. Collaborative Entwicklung mit Unternehmen und FuE-Einrichtungen
   6.2. Produktmanagement im Unternehmen
   6.3. Dienstleistungsmanagement im Unternehmen
   6.4. Integriertes Produkt-Service Management (PSM)
7. Strategische und operative Einbindung und Schnittstellen
   7.1. Innovationsmanagement
   7.2. Marktbewertung und Marketing
   7.3. Produktionsplanung
   7.4. Technologiemanagement
   7.5. Human Ressource Management

Lehr- und Lernformen

Vorlesung, Gruppenarbeit, Seminar

Lehrendengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Block)

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Lehrendenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h schriftliche Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: keine

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden kennen die unterschiedlichen Charakteristica von Produkten und Dienstleistungen sowie die unterschiedlichen Entwicklungsansätze und deren zugrunde liegende Methodik. Sie sind vertraut mit klassischen Entwicklungsprozessen und lernen neue integrative Produkt-Dienstleistungskombinationen.

Wissensvertiefung

Die Studierenden vertiefen ihr Wissen über die grundlegenden Unterschiede zwischen Produkten und Dienstleistungen insbesondere in den Perspektiven Markt- und Kundenorientierung, Technologiebasis, Integration in den betrieblichen Alltag und Geschäftsmodellgrundlagen. Sie ergänzen Ihr Wissen um agile und digitale Entwicklungsansätze.

Wissensverständnis

Die Studierenden entwickeln ein vertiefendes Zusammenhangsverständnis zwischen Produkten und Dienstleistungen und entwickeln die Fähigkeit zur Integration der unterschiedlichen Entwicklungsansätze in Produkt-Dienstleistungs-Systeme (Smart Product Service Systems). Sie erkennen und bewerten die Schnittstellen zu überlappenden Themenfeldern wie Produktionsplanung, Technologie- und Innovationsmanagement, HR-Management, sowie Marktbewertung und Marketing.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können die Rolle und Bedeutung von Produkten und Dienstleistungen im Unternehmen analysieren und deren Entwicklungsmethoden bewerten. Sie sind in der Lage die integrierte Produkt-Dienstleistungsentwicklung im Unternehmen zu implementieren und mit entsprechenden Geschäftsmodellen zu unterlegen.

Wissenschaftliche Innovation

Der integrative Ansatz der kombinierten Produkt- und Dienstleistungsentwicklung erlaubt den Studierenden die Erschließung neuer Wertschöpfungsprozesse im Unternehmen. Die Studierenden sind in der Lage, diese kritisch zu reflektieren. Sie können selbständig neue Hypothesen und Variablen ableiten und die Wirkzusammenhänge wissenschaftlich prüfen.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Expert*innen und Mitarbeiter*innn unterschiedlicher Fachdisziplinen und Hierarchiestufen über Fragen der Produkt- und Dienstleistungsentwicklung zielorientiert zu diskutieren und abgestimmte Lösungen für wissenschaftliche und betriebliche Anwendungsfragen zu erarbeiten. Sie können Arbeitsergebnisse zielgruppengerecht aufbereiten und erläutern.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden analysieren betriebliche Fragestellungen der Produkt- und Dienstleistungsentwicklung nach wissenschaftlichem Standard und bereiten integrierte Lösungen wissenschaftsbasiert und zielgruppenbasiert auf.

Literatur

- Bruhn, M.: Qualitätsmanagement für Dienstleistungen: Handbuch für ein erfolgreiches Qualitätsmanagement. Grundlagen – Konzepte – Methoden, 10. Aufl., Springer Gabler, Berlin, Heidelberg, 2016
- Bullinger, H.-J.; Scheer, A.-W. (Hrsg.): Service Engineering: Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen, 2. Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg, 2006

- Cooper, R. B.: Top oder Flop in der Produktentwicklung: Erfolgsstrategien: Von der Idee zum Launch, WILEY-VCH, Weinheim, 2002
- Ehrlenspiel K., Meerkamm, H.: Integrierte Produktentwicklung. Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit, Carl Hanser Verlag, München, 2017
- Engeln, W.: Produktentwicklung. Herausforderungen, Organisation, Prozesse, Methoden und Projekte, Vulkan-Verlag, Essen, 2018
- Engeln, W.: Modellbasierte Produktentwicklung. Kundenbedürfnisse verstehen und tradierte Denkstile überwinden, Springer essentials, Springer Vieweg, Berlin 2022
- Gochermann, J.: Kundenorientierte Produktentwicklung, Marketingwissen für Ingenieure und Entwickler, WILEY Verlag, Weinheim, 2004
- Kirchner, E.: Werkzeuge und Methoden der Produktentwicklung. Von der Idee zum erfolgreichen Produkt, Springer Vieweg, Berlin, 2020
- Lindemann, U.: Handbuch Produktentwicklung, Carl Hanser Verlag, München, 2016
- Meiren, T., Barth, T.: *Service Engineering in der Praxis: Entwicklung und Gestaltung von Dienstleistungen*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2012
- Meyer, K., Klingner, S., Zinke, C.: Service Engineering. Von Dienstleistungen zu digitalen Service-Systemen, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2018
- Ponn, J., Lindemann, U.: Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte. Systematisch von Anforderungen zu Konzepten und Gestaltlösungen, VDI-Buch, Springer Berlin, 2011
- Rohrer, M.: Künstliche Intelligenz im Produktinnovationsprozess. Ein Leitfaden für die Integration in die Konzepterstellungsphase, Springer Gabler, 2024
- Seiter, M.: Industrielle Dienstleistungen. Wie produzierende Unternehmen ihr Dienstleistungsgeschäft aufbauen und steuern, 2. Aufl., Springer Gabler, Wiesbaden 2016
- Thomas, O.; Nüttgens, M.; Fellmann, M. (Hrsg.): Smart Service Engineering: Konzepte und Anwendungsszenarien für die digitale Transformation, Springer Gabler, Wiesbaden, 2017
- Vargo, S.L., Lusch, R.F.: *The Service-Dominant Logic of Marketing: Dialog, Debate, and Directions*. Armonk, NY: Routledge, 2014
- Zheng, P., Chen, C.-H., Wang, Z.: Smart Product-Service Systems. Oxford: Elsevier, 2021

Weiterführende Literatur:

- Baines, T., Lightfoot, H.: Made to Serve: How manufacturers can compete through servitization and product service systems. Chichester: Wiley, 2013
- Beutner, E., Neukirchner, H., Maas, G.: Virtuelle Produktentwicklung, Vogel Verlag, Würzburg, 2013
- Bullinger, H.-J.: *Service Engineering – Innovationen für Dienstleistungen*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2008
- Burr, W.: Service Engineering bei technischen Dienstleistungen: Eine ökonomische Analyse der Modularisierung, Leistungstiefengestaltung und Systembündelung, 2. Aufl., Springer Gabler, Wiesbaden, 2016
- Cooper R.G., McCausland T.: AI and New Product Development, Research-Technology Management, 67:1, pp. 70-75, 2024
- Grönroos, C.: Service Management and Marketing: Customer Management in Service Competition. 3rd edn. Chichester: Wiley, 2007
- Kohtamäki, O., Parida, V., Oghazi, P., Gebauer, H., Baines, T.: Digital servitization business models in ecosystems: A theory of the firm, Journal of Business Research, 104, pp. 380–392, 2019

- Krause, D., Hartwich, T. S., Rennpferdt, C.: Produktentwicklung und Konstruktionstechnik. Forschungsergebnisse und -projekte der Jahre 2016 bis 2020, Springer Vieweg, Berlin Heidelberg, 2020
- Pfeffer, J.: Produkt-Entwicklung. Lean & Agile, Carl Hanser Verlag, München, 2019
- Pöppelbuß J., Ebel, M., Jaspert, D.: Musterbasierte Entwicklung von Smart-Service-Geschäftsmodellen, in: Smart Services, Band 2: Geschäftsmodelle – Erlösmodelle – Kooperationsmodelle (Hrsg. M. Bruhn und K. Hadwig), Springer Fachmedien Wiesbaden, 2022
- Rust, H.: Erfolgsfaktoren in der Produktentwicklung. Konzepte, Handlungsfelder und Best Practices, Springer Gabler, Wiesbaden, 2026
- Scholz, U., Pastoors, S., Becker, J. H., Hofmann, D., van Dun, R.: Praxishandbuch Nachhaltige Produktentwicklung. Ein Leitfaden mit Tipps zur Entwicklung und Vermarktung nachhaltiger Produkte, Springer Gabler, Wiesbaden, 2018
- Schuh, G.: Produktionsmanagement. 3rd edn. Berlin: Springer, 2012
- Spath, D., Linder, Ch., Seidenstricker, S.: Technologiemanagement – Grundlagen, Konzepte, Methoden. Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2011
- VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung: VDI 2221 „Entwicklung technischer Produkte und Systeme“, 2019
- VDI Verein Deutscher Ingenieure: Produktentwicklung und Konstruktion. VDI-Richtlinien, DINMedia GmbH, Berlin

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen
- Führung und Organisation

- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

Intelligente Robotik

Intelligent Robotics

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Sommersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	Jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

Roboter übernehmen im industriellen Wertschöpfungsprozess zunehmend Handhabungs-, Fertigungs- und Assistenzfunktionen. Während klassische Industrieroboter meist in stark strukturierten Umgebungen mit vorprogrammierten, wiederkehrenden Bewegungsabläufen agieren, entsteht durch die Integration von Sensorik, KI-Methoden und kollaborativen Ansätzen ein neues Spektrum intelligenter und kognitiver Robotersysteme. Das Modul Intelligente Robotik soll Studierenden ein fundiertes, zugleich anwendungsorientiertes Verständnis der Systematik verschiedener Robotertypen, ihrer Modellierung, Simulation und intelligenten Steuerung vermitteln und sie befähigen, Chancen und Grenzen dieser Technologien im industriellen Kontext kritisch zu reflektieren.

Lehr-Lerninhalte

1. Grundlagen intelligenter Robotik
   - Homogene Transformationen
   - Kinematische Ketten und Kinematikmodellierung
   - Vorwärts-/Rückwärtstransformation und Universaltransformation
   - Technische Gestaltung, Kenngrößen und Sicherheitseinrichtungen
2. Bewegungssteuerung und Programmierung
   - Bewegungsarten und Überschleifmechanismen
   - Interpolierte Bewegungen und Bahnplanung
   - Programmierverfahren und Programmiersprachen
3. Robotersimulation und Modellbildung
   - Offline-Programmier- und Simulationssysteme
   - Realistic Robot Simulation (RRS) und Virtual Robot Controller
   - Kalibrierung, Verifizierung und Validierung von Simulationsmodellen
   - Planung kollisionsfreier Bewegungsbahnen (Algorithmen und Lösungen)
4. Intelligente Subsysteme in der Robotik
   - KI-gestützte Programmierung und Bewegungsgenerierung
   - Sensorintegration, Vision-Technik und Umfeldwahrnehmung
   - Schnittstellen zu übergeordneten Steuerungssystemen
   - Digitale Zwillinge und Integration in cyber-physische Systeme

5. Einsatz intelligenter Robotersysteme
   - Komponenten intelligenter Robotersysteme
   - Planung und Gestaltung adaptierbarer Industrieroboterzellen
   - Mensch-Roboter-Kollaboration
   - Wirtschaftlichkeitsnachweis und nachhaltiger Robotereinsatz

Lehr- und Lernformen

seminaristische Vorlesung, Gruppenarbeit

Dozentengebundenes Präsenzlernen: 70 h

- 48 h seminaristische Vorlesung
- 22 h Gruppenarbeit zur Präsentation der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Dozentenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h schriftliche Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen zu Mechanik, Informatik, Programmierung und Sensorik

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden kennen die grundlegenden Prinzipien der Robotik – insbesondere Vorwärts- und Inverskinematik – sowie die wichtigsten Konzepte der robotischen Programmierung. Sie verstehen die wesentlichen Schritte, die für die Umsetzung einer typischen robotergestützten Handhabungsaufgabe erforderlich sind (Planung einer Roboterzelle, Generierung notwendiger Trajektorien, Roboterprogrammierung und Einbindung der Roboter in einen Steuerungsverbund).

Wissensvertiefung

Die Studierenden vertiefen ihr Verständnis, indem Sie die erlernten Grundlagen der Robotik auf aktuelle Projekt- und Fallstudien anwenden, die beispielsweise den Einsatz von Sensoren zur Umfeldwahrnehmung, KI-gestützter Programmierung, kognitiven Funktionen oder agenten-basierten Aufgabenplanungen erfordern. Somit lernen die Studierenden, dass Roboter im industriellen Kontext nicht allein wiederkehrende, monotone Arbeiten übernehmen, sondern mithilfe interdisziplinärer Herangehensweisen variabel und flexibel auf geänderte Umgebungsbedingungen reagieren.

Wissensverständnis

Die Studierenden entwickeln ein ganzheitliches Zusammenhangsverständnis zwischen Handhabungsaufgabe, verfügbaren technischen Möglichkeiten im Umfeld der Robotik und deren praktischer Realisierung. Anhand von aktuellen, praxisnahen Fallbeispielen analysieren sie komplexe Szenarien und übernehmen aktiv die Lösungsentwicklung.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können den Robotereinsatz konzeptionell planen, in einer herstellerunabhängigen Simulationsumgebung modellieren und zentrale Teilaspekte (z.B. Bewegungsplanung oder Sensorintegration) implementieren. Sie sind befähigt, Funktionsumfänge zu beurteilen, deren Umsetzung und Nutzen zu diskutieren und die Ergebnisse kritisch in einem realen Produktionsszenario zu bewerten.

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierenden entwickeln ein vertieftes Zusammenhangsverständnis intelligenter Robotersysteme. Moderne Technologiekomponenten sollen angewendet werden und bestehen – je nach Aufgabe und Anforderungen – aus Sensoren, KI-Methoden, Microservices, Digitalen Zwillingen, Brokern und anderen. Deren Interaktion und die dafür nötigen Konzepte sollen die Studierenden kritisch reflektieren. Sie sind in der Lage, eigenständig neue Forschungs- bzw. Praxis-Hypothesen (z.B. Einfluss von KI oder Sprachanweisungen auf die Bedienung von Robotersystemen) zu formulieren und zu bewerten. Sie erarbeiten innovative Konzepte oder Modelle, die in der schriftlichen Reflexionsorientierten Transfer-Studie (RTS) bzw. Fallstudie dokumentiert und wissenschaftlich fundiert werden.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Expert*innen und Mitarbeiter*innen unterschiedlicher Fachdisziplinen und Hierarchiestufen über Fragen der intelligenten Robotik zielorientiert zu diskutieren und abgestimmte Lösungen für wissenschaftliche und betriebliche Anwendungsfragen suchen. Sie können Arbeitsergebnisse zielgruppengerecht aufbereiten und erläutern.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden analysieren betriebliche Fragestellungen der intelligenten Robotik stets nach wissenschaftlichem Standard und bereiten Technologiekonzepte wissenschaftsbasiert auf.

Literatur

- Maier, Helmut: Grundlagen der Robotik, 3. Aufl., VDE Verlag Berlin, 2022
- Pott, Andreas; Dietz, Thomas: Industrielle Robotersysteme, Springer Vieweg Wiesbaden, 2019
- Weber, Wolfgang: Industrieroboter – Methoden der Steuerung und Regelung, 5. Aufl., Hanser München, 2022
- Georg Stark: Robotik mit MATLAB, 2. Aufl., Hanser München, 2022
- Buxbaum, Hans-Jürgen: Mensch-Roboter-Kollaboration, Springer Gabler Wiesbaden, 2020
- Wagner, Maximilian: Automatische Bahnplanung für die Aufteilung von Prozessbewegungen in synchrone Werkstück- und Werkzeugbewegungen mittels Multi-Roboter-Systemen, FAU University Press, Erlangen, 2020
- Hesse, Stefan; Malisa, Viktorio: Taschenbuch Robotik – Montage – Handhabung, Hanser München, 2016

- Warnecke, Hans-Jürgen: Industrieroboter, Handbuch für Industrie und Wissenschaft, Springer Berlin 2012
- Siciliano, Bruno; Khatib, Oussama: Springer handbook of robotics, Springer Berlin, 2016
- Craig, John J.: Introduction to robotics – Global Edition, Pearson Prentice Hall, 2020

Weiterführende Literatur:

- Lotter, Bruno; Wiendahl, Hans-Peter: Montage in der industriellen Produktion - Ein Handbuch für die Praxis, 2. Aufl., Springer Berlin 2013
- Hesse, Stefan: Greifertechnik - Effektoren für Roboter und Automaten, Hanser München, 2011
- Bauernhansl, Thomas; ten Hompel, Michael; Vogel-Heuser, Birgit: Industrie 4.0 in Produktion Automatisierung und Logistik; Springer Vieweg Wiesbaden; 2014
- Bauernhansl, Thomas; ten Hompel, Michael; Vogel-Heuser, Birgit: Handbuch Industrie 4.0 Bd. 1-4; Springer Vieweg Berlin; 2017
- Kletti, Jürgen; Rieger, Jürgen: Die perfekte Produktion - Manufacturing Excellence in der Smart Factory; 3. Auflage; Springer Vieweg Berlin; 2023
- Langmann, Reinhard: Vernetzte Systeme für die Automatisierung 4.0; Hanser München; 2021
- Czichos, Horst: Cyber-physische Systeme und Industrie 4.0; Springer International Publishing Cham; 2024
- Westkämper, Engelbert; Löffler Carina: Strategien der Produktion, Springer Vieweg, 2016

Verwendbarkeit des Moduls

- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

Thermische Energiesysteme und Nachhaltigkeit

Thermal Energy Systems and Sustainability

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Sommersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

In diesem Modul erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse zur Analyse, Auslegung und Bewertung thermischer Energiesysteme von der Anlage bis hin zur Systemebene. Aufbauend auf Grundlagen der Thermodynamik und Verfahrenstechnik werden thermische Energietechnologien wie Dampfprozesse, Kraft-Wärme-Kopplung, Organic Rankine Cycles, Wärmepumpen, thermische Speicher und die Solartechnik systematisch behandelt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der industriellen Prozesswärme und Wärmeintegration mittels Pinch-Analyse sowie auf der ganzheitlichen Systemanalyse und -bewertung durch exergetische Analyse, Ökobilanzierung (LCA) und Systemmodellierung. Das Modul vermittelt darüber hinaus einen Überblick über Nachhaltigkeitsperspektiven und Effizienzpotenziale thermischer Energiesysteme in der Industrie.

Lehr-Lerninhalte

1. Grundlagen
   - Thermodynamik: Energie, Entropie und Exergie, Bilanzgleichungen
   - Zustandsdiagramme: p,v-, T,s-, h,s-Diagramme
   - Energetische Wirkungsgrade: thermischer Wirkungsgrad, Leistungszahl (COP), Nutzungsgrade
   - Exergetische Wirkungsgrade
   - Primärenergetische Bewertung
2. Thermische Energietechnik
   - Konventionelle Dampfprozesse: Clausius-Rankine-Prozess, Kondensations- und Gegendruckdampfturbinen
   - Kraft-Wärme-Kopplung (KWK): Technologien, Betriebsstrategien und Effizienzbeurteilung
   - Organic Rankine Cycle (ORC): Arbeitsfluide, Anlagenkonzepte, Anwendungsgebiete
   - Wärmepumpen: Kompressions- und Absorptionswärmepumpen, Einsatzgrenzen, Hochtemperaturwärmepumpen
   - Solarthermie: Kollektortechnologien, solarthermische Kraftwerke, solare Prozesswärme
3. Thermische Speicher und Flexibilisierung
   - Speicherkonzepte: Sensible, latente (PCM) und thermochemische Speicher.
   - Dimensionierung: Auslegungsstrategien für die Pufferung fluktuierender Erzeugung (Solar) oder diskontinuierlicher Prozesse (Batch-Betrieb).
   - Betriebsstrategien: Integration von Speichern zur Lastmanagement-Optimierung.
4. Prozesswärme und Wärmeintegration

- Bedarfsanalyse: Charakterisierung industrieller Prozesswärme (Temperaturen, Lastprofile, Branchenspezifika).
- Pinch-Analyse: Systematische Wärmeintegration mittels Composite-Kurven; Bestimmung von minimalem Energiebedarf und optimalen Wärmerückgewinnungspotenzialen.
- Wärmeübertragernetzwerke: Auslegung und Optimierung

5. Ganzheitliche Bewertung und Nachhaltigkeit
   - Ökobilanzierung (LCA): Methodik der Lebenszyklusanalyse für thermische Anlagen
   - Techno-ökonomische Bewertung: Investitionskosten vs. Betriebseinsparungen; Amortisationsrechnung unter Berücksichtigung von Energiepreisen und CO2-Abgaben.
   - Effizienzpotenziale und Transformation: Roadmap zur Dekarbonisierung industrieller Wärmeversorgung; zukünftige Rollen von Wasserstoff und Elektrifizierung.

Lehr- und Lernformen

Seminaristische Vorlesung, Gruppenarbeit

Dozentengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Block)

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Dozentenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h schriftliche Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse:

Advanced Process Engineering

Thermodynamik, Wärmeübertragung, Grundkenntnisse Energietechnik

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden kennen die wesentlichen Technologien thermischer Energiesysteme. Sie haben einen fundierten Überblick über Methoden der Pinch-Analyse und Wärmeintegration sowie über Verfahren zur exergetischen und ökobilanziellen Systembewertung. Sie kennen die wesentlichen Herausforderungen der industriellen Dekarbonisierung und die wichtigsten Transformationsstrategien.

Wissensvertiefung

Die Studierenden vertiefen ihre Kenntnisse in der quantitativen Auslegung und Optimierung thermischer Energiesysteme. Sie können Pinch-Analysen auf Systemebene durchführen, exergetische Verluste identifizieren. Sie verstehen die Methodik der Ökobilanzierung (LCA) und können deren Ergebnisse für die fachgerechte Bewertung von Energiesystemen heranziehen. Sie sind in der Lage, CO_2-Minderungspotenziale in industriellen Prozessen methodisch zu ermitteln.

Wissensverständnis

Die Studierenden entwickeln ein vertiefendes Zusammenhangsverständnis zwischen anlagentechnischen Einzellösungen, systemischer Wärmeintegration und übergeordneten Nachhaltigkeitszielen. Sie können Wechselwirkungen zwischen Technologieauswahl, Energieeffizienz und ökologischer Wirkung beurteilen und Modellgrenzen sowie -annahmen kritisch reflektieren.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können thermische Energiesysteme eigenständig analysieren, auslegen und bewerten. Sie sind in der Lage, Wärmeintegrationskonzepte für industrielle Prozesse zu entwickeln und für die Optimierung industrieller Energieversorgungskonzepte zu nutzen. Sie können Dekarbonisierungsszenarien entwickeln und technoökonomisch bewerten.

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierenden verstehen komplexe Modelle der Systemanalyse und Nachhaltigkeit und können diese kritisch hinterfragen. Sie entwickeln eigenständig neue Ansätze zur Dekarbonisierung und überprüfen deren Wirksamkeit mit wissenschaftlichen Methoden.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Expert*innen und Mitarbeiter*innen unterschiedlicher Fachdisziplinen und Hierarchiestufen über Fragen thermischer Energiesysteme, Energieeffizienz und industrieller Dekarbonisierung zielorientiert zu diskutieren und abgestimmte Lösungen für wissenschaftliche und betriebliche Anwendungsfragen zu erarbeiten. Sie können Arbeitsergebnisse zielgruppengerecht aufbereiten und erläutern.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden analysieren energietechnische und nachhaltigkeitsbezogene Fragestellungen zu thermischen Systemen und Wärmeintegration stets nach wissenschaftlichem Standard und bereiten Ingenieurentscheidungen wissenschaftsbasiert auf.

Literatur

- Baehr, H.-D.; Stephan, K. (2019): Wärme- und Stoffübertragung. 9. Aufl., Springer Vieweg, Berlin.
- Basosi, R. et al. (2019): Life Cycle Assessment of Energy Systems and Sustainable Energy Technologies. 1. Aufl., Springer International Publishing
- Cerbe, G.; Wilhelms, G. (2017): Technische Thermodynamik. 17. Aufl., Hanser, München.
- Kugeler, K.; Phlippen, P.-W. (2012): Energietechnik. 2. Aufl., Springer Vieweg, Berlin.
- Pehnt, M. (2010): Energieeffizienz. Springer Vieweg, Berlin.
- Quaschning, V. (2022): Regenerative Energiesysteme. 11. Aufl., Hanser, München.
- Schaumann, G.; Schmitz, K. (2010): Kraft-Wärme-Kopplung. 4. Aufl., Springer Vieweg, Berlin.
- Strauß, K. (2009): Kraftwerkstechnik. 6. Aufl., Springer Vieweg, Berlin.
- Watter, H. (2019): Nachhaltige Energiesysteme. 3. Aufl., Springer Vieweg, Wiesbaden.
- Zahoransky, R. A. (Hrsg., 2022): Energietechnik. 8. Aufl., Springer Vieweg, Wiesbaden.
- VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (Hrsg., 2013): VDI-Wärmeatlas. 11. Aufl., Springer Vieweg, Berlin.

Journals

- Energy
- Applied Energy
- Applied Thermal Engineering
- Energy Conversion and Management
- Journal of Cleaner Production

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen:

Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

5. Semester

Computer Vision

Computer Vision

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Wintersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

Dieses Modul führt in die theoretischen und praktischen Prinzipien des computergestützten Sehens ein. Die Studierenden erlernen, wie Maschinen visuelle Informationen aus Bildern und Videos extrahieren, interpretieren und generieren können. Das Spektrum reicht von der klassischen Bildentstehung und Rekonstruktion bis hin zu modernsten Deep-Learning-Verfahren für die Objekterkennung und Szenenanalyse.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Verbindung von Vision und Sprache (Multimodal Learning) sowie auf generativen Modellen. Ziel ist es, die Studierenden zu befähigen, komplexe CV-Algorithmen zu entwickeln, Forschungsergebnisse zu reproduzieren und eigenständige Lösungen für konkrete Bildverarbeitungsprobleme zu realisieren.

Lehr-Lerninhalte

Bildentstehung & Rekonstruktion

- Pinhole-Modell: Geometrische Projektion, radiometrische Grundlagen und die Sensing-Pipeline.
- 3D-Rekonstruktion: Extraktion von Bildmerkmalen (Features), Structure-from-Motion und Stereo-Vision.

Bilderkennung & Videoanalyse

- Recognition: Klassifikation, Objekterkennung (Detection) sowie semantische und instanzbasierte Segmentierung.
- Video Understanding: Optischer Fluss, Objekt-Tracking, Action Recognition und SLAM (Simultaneous Localization and Mapping).

Generative Modelle & Multimodalität

- Synthesis: Moderne Bild- und Videogenerierung mittels Diffusion Models, NeRF (Neural Radiance Fields) und Gaussian Splatting.
- Vision & Language: Multimodale Verknüpfung durch Image/Video Captioning, Retrieval-Systeme und Visual Language Models.

Lehr- und Lernformen

Vorlesung, Gruppenarbeit, Seminar

Lehrendengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Block)

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Lehrendenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h schriftliche Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: Programmierung Python, Lineare Algebra, Analysis, Machine Learning und Deep Learning

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung
Die Studierenden kennen die theoretischen Prinzipien der Bildentstehung, Rekonstruktion, Erkennung und Videoanalyse. Sie besitzen einen Überblick über generative Modelle (z. B. Diffusion) und multimodale Systeme.

Wissensvertiefung
Die Studierenden vertiefen ihr Verständnis der geometrischen Sensing-Pipeline und mathematischer 3D-Rekonstruktionsverfahren. Sie erlangen spezialisiertes Wissen über KI-Methoden zur semantischen Segmentierung, Objekterkennung und zum Video-Verständnis (Tracking, SLAM).

Wissensverständnis
Die Studierenden begreifen die Herausforderungen bei der Aufbereitung und Verarbeitung visueller Daten für praktische Zwecke. Sie verstehen die Synergien zwischen Bild- und Sprachverarbeitung in modernen Visual Language Models.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können Computer-Vision-Algorithmen sowie trainierbare multimodale Modelle eigenständig entwickeln und evaluieren. Sie beherrschen den praktischen Einsatz von Frameworks wie OpenCV und PyTorch zur Lösung komplexer Bildverarbeitungsprobleme. Sie sind in der Lage, Forschungsergebnisse zu reproduzieren und wissenschaftliche Methoden systematisch anzuwenden.

Wissenschaftliche Innovation / Urteilskompetenz

Die Studierenden können Fachliteratur autonom selektieren und technische Lösungen kritisch bewerten. Sie besitzen die Fähigkeit, Probleme systematisch und kreativ durch die Auswahl adäquater Dokumentation zu bearbeiten.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden wenden die englische Fachterminologie auf fortgeschrittenem Niveau sicher an. Sie können Projektergebnisse professionell dokumentieren (Report), präsentieren und in Teamarbeit (Kleingruppen) verteidigen.

Literatur

Theorie & Algorithmen

- Bishop, C. M., & Bishop, H. (2023): Deep Learning: Foundations and Concepts. Springer. www.bishopbook.com
- Szeliski, R. (2022): Computer Vision: Algorithms and Applications. 2. Auflage, Springer. szeliski.org/Book
- Hartley, R., & Zisserman, A. (2004): Multiple View Geometry in Computer Vision. 2. Auflage, Cambridge University Press. www.robots.ox.ac.uk/~vgg/hzbook
- Scientific Papers: Aktuelle wissenschaftliche Publikationen zu Themen wie Diffusion Models, NeRF oder Visual Language Models gemäß den Vorlesungsfolien.

Software & Frameworks

- Python: Primäre Programmiersprache für die Implementierung der Algorithmen. www.python.org
- PyTorch & TorchVision: Frameworks für das Training von Vision- und multimodalen Modellen. pytorch.org
- OpenCV: Bibliothek für klassische Bildverarbeitungsfunktionen und Computer-Vision-Algorithmen. opencv.org

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen

- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

SMART Manufacturing

SMART Manufacturing

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Wintersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	Jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

In diesem Modul sollen Studierende die Grundlagen einer smarten Produktion verstehen. Dazu gehören Produktionsziele, Prinzipien der Wertschöpfung sowie Produktionsplanung und -steuerung. Im Fokus stehen insbesondere praxisrelevante Themen der Automatisierung, Digitalisierung, Reifegrad- und Architekturmodelle. Zum Abschluss erarbeiten Studierende Transformationsaspekte: Cyber-Physical Systems, Internet of Things, KI-Anwendungen und den digitalen Zwilling, um smarte Produktionsstrategien zu entwickeln. Dabei sollen sie kritische Bewertungen vornehmen, Projektbeispiele dokumentieren und interdisziplinäre Lösungsansätze präsentieren und reflektieren.

Lehr-Lerninhalte

1. Grundlagen der Produktion
   - Produktionsziele
   - Prinzipien der Wertschöpfung
   - Produktionsplanung und -steuerung
2. Regelkreise in der Industrie
   - Automatisierung
     - Elektrische Regelung
     - Sensoren und Aktoren
     - Automatisierungstechnik in der Fertigung
   - Digitalisierung
     - Geschäftsprozesse im Unternehmen
     - Betriebliche Anwendungssysteme: ERP, MES
     - Reifestufen der Digitalisierung
   - Reifegrad- und Architekturmodelle in der Produktion
     - Enterprise Architecture Management
     - Y-Modell
     - RAMI
     - Automatisierungspyramide
     - Eden
     - Industrie 4.0 Maturity Index
3. Transformation der Produktion
   - CPS und IoT

- KI-Anwendungen in der Produktion
- Digitaler Zwilling

Lehr- und Lernformen

Seminaristische Vorlesung, Gruppenarbeit

Lehrendengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung

22 h Gruppenarbeit zur Präsentation der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Lehrendenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h schriftliche Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: Intelligente Robotik

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden kennen die grundlegenden Produktionsziele (Kosten, Qualität, Flexibilität), die Prinzipien der Wertschöpfung und die wesentlichen Schritte der Produktionsplanung und -steuerung. Sie kennen die Bausteine von Regelkreisen in der Industrie, die wichtigsten Digitalisierungskonzepte sowie die Reifestufen und Architekturmodelle.

Wissensvertiefung

Die Studierenden vertiefen ihr Verständnis zu den Anteilen aus der Wissensverbreitung, indem Sie die erlernten Fähigkeiten auf aktuelle Projekt- und Fallstudien zu Cyber-Physical Systems (CPS) und dem Internet of Things (IoT) sowie zu KI-Methoden und dem Konzept des digitalen Zwillings anwenden.

Wissensverständnis

Die Studierenden entwickeln ein vertieftes Zusammenhangsverständnis zwischen Produktionszielen, Wertschöpfungsprinzipien und den steuernden Regelkreisen, sodass sie die Wechselwirkungen von Planung, Steuerung und Automatisierung nachvollziehen können. Aktuelle Fallbeispiele mit hohem Praxisbezug unterstützen das Verständnis und erfordern eine aktive Arbeitsphase der Studierenden.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können ausgewählte Regelkreise (z. B. Sensornetzwerke, Aktor-Logik) analysieren, deren Leistungsfähigkeit bewerten und geeignete Verbesserungsmaßnahmen vorschlagen. Sie sind in der Lage, die Reifegradmodelle (RAMI, Industrie-4.0-Maturity-Index) auf ein konkretes Unternehmen anzuwenden, den digitalen Transformationsstatus zu diagnostizieren und eine Maßnahmen-Road-Map zu erstellen. Sie können Ergebnisse von KI-gestützten Ansätze in einem realen Produktionsszenario bewerten und entsprechende Implikationen ableiten.

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierenden entwickeln ein vertieftes Zusammenhangsverständnis einer smarten Produktion. Bestehende Strukturen sollen mit modernen Technologiekomponenten CPS/IoT, KI-Anwendungen und dem digitalen Zwilling interagieren und die dafür nötigen Konzepte sollen die Studierenden kritisch reflektieren. Sie sind in der Lage, eigenständig neue Forschungs- bzw. Praxis-Hypothesen (z. B. Einfluss von Edge-Computing-Architekturen auf die Vorhersagegüte von KI-Modellen) zu formulieren, geeignete Variablen zu definieren und empirisch zu prüfen. Sie erarbeiten innovative Konzept- oder Modell-Entwicklungen, die in der schriftlichen Reflexions-Transfer-Studie (RTS) bzw. Fallstudie dokumentiert und wissenschaftlich fundiert werden.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Expert*innen und Mitarbeiter*innn unterschiedlicher Fachdisziplinen und Hierarchiestufen über Fragen der smarten Produktion zielorientiert zu diskutieren und abgestimmte Lösungen für wissenschaftliche und betriebliche Anwendungsfragen suchen. Sie können Arbeitsergebnisse zielgruppengerecht aufbereiten und erläutern.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden analysieren betriebliche Fragestellungen der smarten Produktion stets nach wissenschaftlichem Standard und bereiten Technologiekonzepte wissenschaftsbasiert auf.

Literatur

Hesse, S., Schnell, G. (2018): Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation. Springer Vieweg.

Kellner, Florian, Lienland, Bernhard, Luckesch Maximilian (2022): Produktionswirtschaft, Springer.

Loose, Tobias (2022): Angewandte Regelungs- und Automatisierungstechnik. Springer Vieweg.

Kurbel, Karl (2016): Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management in der Industrie. Von MRP bis Industrie 4.0. 8., vollst. überarb. und erw. Auflage. Berlin/Boston: de Gruyter (De Gruyter Studium). Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1515/9783110441697.

Kurbel, Karl; Endres, Albert (2005): Produktionsplanung und -steuerung. Methodische Grundlagen von PPS-Systemen und Erweiterungen. 6., völlig überarb. Aufl. München: Oldenbourg (Handbuch der Informatik Anwendungen in Naturwissenschaften, Technik und Medizin, ; 2).

Heidel, Roland; Hoffmeister, Michael; Hankel, Martin; Döbrich, Udo (2017a): Industrie4.0 Basiswissen RAMI4.0. Referenzarchitekturmodell mit Industrie4.0-Komponente. 1. Auflage. Berlin, Berlin, Wien, Zürich: VDE Verlag GmbH; Beuth Verlag GmbH. Online verfügbar unter https://content-select.com/de/portal/media/view/58a1b07c-9f54-4f96-80ea-0d61b0dd2d03.

Kletti, Jürgen; Schumacher, Jochen (2014): Die perfekte Produktion. Manufacturing Excellence durch Short Interval Technology (SIT). 2. Aufl. Berlin: Springer Vieweg. Online verfügbar unter http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok_id/1880176;B:CIANDO.

Scheer, August-Wilhelm (1994): CIM. Computer integrated manufacturing ; towards the factory of the future. Softcover repr. of the hardcover 3rd ed. 1994. Berlin [u.a.]: Springer.

Erlach, Klaus (2019): Wertstromdesign. Der Weg zur schlanken Fabrik. 3. Auflage 2019. Berlin: Springer Berlin; Springer Vieweg (VDI-Buch).

Verwendbarkeit des Moduls

- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

Use Cases des Generativen Engineerings

Use Cases Generative Engineering

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Wintersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

Unter Generativem Engineering werden KI-gestützte Entwicklungsprozesse verstanden, bei denen Algorithmen basierend auf definierten Anforderungen an die Problemlösung (z.B. Abmessungen, Masse etc.) eigenständig optimierte Engineeringlösungen generieren. Dabei umfassen die aufgezeigten Lösungen das Design, die Topologieoptimierung und die Auslegung sowie den berechneten Entwurf. In diesem Modul sollen die Studierenden die Methoden des generativen Engineerings auf Anwendungsebene kennen lernen. Ferner sollen unterschiedliche Use Cases des generativen Engineerings entwickelt werden. Ziel ist es, dass die Studierenden das Potenzial aber auch die Grenzen des Generativen Engineerings kennenlernen und kritisch reflektierte Anwendungsoptionen für ihre Berufspraxis entwickeln.

Lehr-Lerninhalte

1. Kernmerkmale des GE
2. Methoden und Instrumente des GE
3. Berücksichtigung ethischer Anforderungen im GE
4. Typische Use Cases des GE
    - Predictive Maintenance
    - Prozessoptimierung Qualitätssicherung
    - Generatives Design
    - Generative Konstruktion
    - Autonome Maschinen

Lehr- und Lernformen

Vorlesung, Gruppenarbeit, Seminar

Dozentengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Bloc

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Dozentenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur

- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: Digital Engineering

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden kennen die Merkmale des Generativen Engineerings und können dieses in die Verfahren des Digital Engineerings einordnen.

Wissensvertiefung

Die Studierenden vertiefen die Methoden und Instrumente des Generativen Engineerings. Ferner kennen sie Software-Tools, die zum Generativen Engineering genutzt werden können.

Wissensverständnis

Die Studierenden verstehen die Voraussetzungen des Generativen Engineerings und können diese in Anforderungen an die Anwendung der Methoden und Instrumente einordnen und benennen. Ferner können sie Use Cases des Generativen Engineerings entwickeln.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können das Generative Engineering für konkrete Praxisfälle prüfen und Use Cases entwickeln. Ferner können sie die Qualität des Generativen Engineerings prüfen und auch unter ethischen Anforderungen reflektieren.

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierenden entwickeln ein vertiefendes Zusammenhangsverständnis zu Modellen und Methoden des Generativen Engineerings und sind in der Lage, selbständig neue Use Cases zu entwickeln.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Expert*innen und Mitarbeiter*innn unterschiedlicher Fachdisziplinen und insbesondere mit KI-Entwickler*innen die Anforderungen an Use Cases für das Generative Engineering diskutieren, und dieses im Team umsetzen und die Problemlösequalität prüfen.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden analysieren betriebliche Fragestellungen des Generativen Engineering stets nach wissenschaftlichem Standard und beziehen dabei auch ethische Anforderungen mit ein.

Literatur

- Cerquiteli, T.; Nikolakis, N.; O'Mahony, N.; Macli, E.; Ippolito, M.; Makris, S. (Hrsg. 2022): Predictive Maintenance in Smart Factories: Architectures, Methodologies and Use-Cases. Berlin: Springer
- Koch, D.; Köhne, A.; Brechtbühler, N. (2025): Prompt Engineering im Unternehmen – eine Einführung. Wiesbaden: Springer-Gabler
- Reinknecht, M.: Ermittlung von Voraussetzungen zur Implementierung von Predictive Maintenance im Maschinen- und Anlagenbau. Wiesbaden: Springer-Vieweg
- Venschott, M.; Eifler, M.; Nawito, M. (Hrsg. 2025): Predictive Maintenance: Innovationen, Anwendungen und Herausforderungen in der industriellen Praxis. Wiesbaden: Springer-Vieweg

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen:

- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

Wasserstofftechnologien und -systeme

Hydrogen Technologies and Systems

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	10
Häufigkeit des Angebots des Moduls	Wintersemester
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

Wasserstoff ist ein zentraler Energieträger der Energiewende. Dieses Modul vermittelt ein wissenschaftlich fundiertes Verständnis der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette von der Erzeugung über Transport und Speicherung bis zur Nutzung. Es befähigt Studierende zur eigenständigen technischen und ökonomischen Bewertung von Wasserstoffsystemen.

Auf Basis der physikalisch-chemischen Grundlagen und sicherheitstechnischen Anforderungen werden verschiedene Erzeugungsverfahren systematisch analysiert und verglichen. Darauf aufbauend werden Speicher- und Transportoptionen sowie Nutzungspfade hinsichtlich ihrer technischen Eignung, Effizienz und Skalierbarkeit bewertet. Ergänzend werden die verschiedenen Erzeugungs- und Nutzungswege hinsichtlich ihrer Kosten und Klimawirkung eingeordnet und verglichen.

Das Modul verbindet ingenieurwissenschaftliche Tiefe mit systemischem Denken und bereitet Studierende darauf vor, komplexe Fragestellungen der Wasserstoffwirtschaft wissenschaftlich zu durchdringen, technische Lösungskonzepte zu entwickeln und diese hinsichtlich Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Klimawirkung fundiert zu bewerten.

Lehr-Lerninhalte

1. Einführung und Grundlagen
   - Bedeutung des Wasserstoffs für Energiewende und Klimaschutz
   - Nationale und europäische Wasserstoffstrategie
   - Übersicht der Wasserstoff-Farben (grün, blau, grau, türkis)
2. Physikalisch-chemische Eigenschaften
   - Thermodynamische und chemische Grundgrößen
   - Zündgrenzen, Flammengeschwindigkeit, Explosivität und Sicherheitsaspekte
   - Permeation durch Metalle und Versprödungsneigung
3. Werkstoffe und Sicherheit
   - Wasserstoffverträglichkeit metallischer und nichtmetallischer Werkstoffe
   - Regelwerke, Normen
4. Erzeugung von Wasserstoff
   - Dampfreformierung und partielle Oxidation (grauer/blauer Wasserstoff)
   - Wasserelektrolyse: alkalische, PEM- und Hochtemperaturelektrolyse (SOEC)
   - Weitere Verfahren: Pyrolyse, Biomasse, Photoelektrolyse
   - Elektrolyseure: Aufbau, Kennlinien, Betriebsstrategien

5. Transport von Wasserstoff
   - Pipelines: Auslegung, Werkstoffwahl und Dauerfestigkeit
   - Transport als Druckgas, Flüssigwasserstoff und in Trägerstoffen (LOHC, Ammoniak)
6. Speicherung von Wasserstoff
   - Druckspeicherung: Hochdruckbehälter Typ I–IV
   - Kryogene Speicherung: Verflüssigung, Thermische Isolation, Verdampfungsverluste
   - Untergrundgasspeicher: Salzkavernen, Porenspeicher
   - Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC) und Ammoniak als chemische Träger
7. Nutzung von Wasserstoff
   - Brennstoffzellentechnologien: Protonenaustauschmembran (PEM), Hochtemperatur-Brennstoffzelle, Festoxid-Brennstoffzelle (SOFC), Alkalische Brennstoffzelle (AFC)
   - Mobile Anwendungen: Fahrzeuge, Schifffahrt, Luftfahrt
   - Wasserstoffverbrennungsmotor und Gasturbine
   - Industrielle Anwendung: Raffinerien, Stahlerzeugung, Ammoniaksynthese
   - Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzellen
8. Wirtschaftliche und ökologische Bewertung
   - Gestehungskosten verschiedener Wasserstoffpfade
   - Wasserstoff-Microgrids und lokale Versorgungskonzepte
   - Internationaler Handel mit Wasserstoff und Derivaten

Lehr- und Lernformen

Seminaristische Vorlesung, Gruppenarbeit

Lehrendengebundenes Präsenzlernen: 70 h

48 h seminaristische Vorlesung (Block)

22 h Seminar zur Präsentation und Reflektion der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend)

Lehrendenangeleitetes Selbstlernen: 180 h

- 50 h Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung auf Basis der Lehrunterlagen und Literatur
- 100 h Entwicklung des Themas der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend); Ziel- und Hypothesenbildung, Konzept-/Modellentwicklung, Datenerhebung und -analyse, Ableitung der Synthese
- 30 h schriftliche Ausarbeitung der RTS (dual) bzw. der Fallstudie (berufsbegleitend) und Vorbereitung der Präsentation der Studie

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Portfolioprüfung:

- Schriftliche Fallstudie: Reflektionsorientierte Transfer-Studie (RTS dual) bzw. Fallstudie (BFS berufsbegleitend) mit 15-20-seitiger schriftlicher Ausarbeitung (Handout)
- Mündliche Fallstudie: Prüfungsdauer: 15-20 Minuten Präsentation pro Studierende*m und 15-20 Min. Diskussion

Die Anforderungen werden in der Lehrveranstaltung weiter konkretisiert.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse:

Advanced Process Engineering

Grundkenntnisse Energietechnik und Verfahrenstechnik

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden kennen die physikalisch-chemischen Eigenschaften von Wasserstoff sowie dessen Bedeutung für die Energiewende und den Klimaschutz. Sie kennen die wesentlichen Verfahren zur Wasserstofferzeugung (Elektrolyse, Reformierung, Pyrolyse) und haben einen fundierten Überblick über Technologien zur Speicherung, zum Transport und zur Nutzung von Wasserstoff. Sie sind mit den relevanten nationalen und europäischen Strategiedokumenten sowie den geltenden Regelwerken und Normen zum sicheren Umgang mit Wasserstoff vertraut.

Wissensvertiefung

Die Studierenden vertiefen ihre Kenntnisse in der Auslegung und dem Betrieb von Elektrolyseuren sowie in den thermodynamischen und sicherheitstechnischen Grundlagen des Wasserstoffs. Sie können Hochdruckbehälter, kryogene Speicher und chemische Trägersysteme hinsichtlich ihrer Eignung für konkrete Anwendungen beurteilen und Brennstoffzellensysteme verschiedener Technologien in ihrer Funktionsweise und ihren Kennlinien analysieren.

Wissensverständnis

Die Studierenden entwickeln ein systemisches Verständnis der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette von der Erzeugung über Transport und Speicherung bis hin zur Nutzung. Sie können technische, wirtschaftliche und ökologische Zusammenhänge verknüpfen, Wasserstoffpfade hinsichtlich CO_2-Bilanz und Gestehungskosten vergleichend einordnen und Zielkonflikte zwischen Effizienz, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit kritisch reflektieren.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können wasserstofftechnische Systeme eigenständig auslegen, bewerten und in bestehende Energieversorgungskonzepte integrieren. Sie sind in der Lage, geeignete Erzeugungsverfahren, Speichertechnologien und Nutzungspfade für konkrete industrielle oder kommunale Anwendungsfälle zu identifizieren, technisch zu dimensionieren und ökonomisch zu bewerten. Ferner können sie Gestehungskostenberechnungen für verschiedene Wasserstoffpfade durchführen und die Ergebnisse für Entscheidungen in Planung und Betrieb nutzen.

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierenden entwickeln ein vertiefendes Verständnis zu aktuellen Forschungs- und Entwicklungsfeldern der Wasserstofftechnik und sind in der Lage, diese kritisch zu reflektieren. Sie können selbständig neue Hypothesen zu Systemeffizienz, Materialverhalten unter Wasserstoffeinfluss oder Skalierbarkeit von Elektrolyse- und Brennstoffzellensystemen ableiten und die Wirkzusammenhänge wissenschaftlich prüfen.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Expert*innen und Mitarbeiter*innen unterschiedlicher Fachdisziplinen und Hierarchiestufen über Fragen der Wasserstofferzeugung, -speicherung, -infrastruktur und -nutzung zielorientiert zu diskutieren und abgestimmte Lösungen für

wissenschaftliche und betriebliche Anwendungsfragen zu erarbeiten. Sie können technische Konzepte und Bewertungsergebnisse zielgruppengerecht gegenüber Fachpublikum, Betreibern oder politischen Entscheidungsträgern aufbereiten und erläutern.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden analysieren wasserstofftechnische Fragestellungen zu Erzeugung, Sicherheit und Systemintegration nach wissenschaftlichem Standard. Sie bereiten ingenieur- und energiewirtschaftliche Entscheidungen im Bereich der Wasserstofftechnologie wissenschaftsbasiert auf und handeln dabei mit Bewusstsein für gesellschaftliche Verantwortung und nachhaltige Entwicklung.

Literatur

Bücher

- Schmidt, T. (2024): Wasserstofftechnik. 3. Auflage. Carl Hanser Verlag, München.
- Synwoldt, C.; Novak, D. (2022): Wasserstoff – Technik, Projekte, Politik. Wiley-VCH, Weinheim.
- Fraunhofer-Gesellschaft (Hrsg., 2022): Wasserstofftechnologien. Springer Vieweg, Berlin. ISBN 978-3-662-64511-6.
- Hofmann, J. (2023): Energieträger Wasserstoff. Springer Fachmedien, Wiesbaden. ISBN 978-3-658-40966-1.

Berichte und Strategiepapiere

- IRENA (2022): Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5°C Climate Goal. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- IEA (2023): Global Hydrogen Review 2023. International Energy Agency, Paris.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023): Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie. BMWK, Berlin.

Journals

- International Journal of Hydrogen Energy (Elsevier, ISSN 0360-3199)
- Journal of Power Sources (Elsevier, ISSN 0378-7753)
- Hydrogen (MDPI, Open Access, ISSN 2673-4141)

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen:

Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch

6. Semester

Masterarbeit

Master Thesis

Allgemeine Informationen zum Modul

Modulkennung	
Niveaustufe	2
Unterrichtssprache	Deutsch
ECTS-Leistungspunkte	20
Häufigkeit des Angebots des Moduls	jährlich
Weitere Hinweise zur Frequenz	jährlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Kurzbeschreibung (Qualifikationsziele/Ziele der Unit)

Die Masterarbeit bildet den Abschluss des Studiums der/des Studierenden. Sie integriert die fachlichen und überfachlichen Lernergebnisse der Module des Studienprogramms. Durch die inhaltliche Auseinandersetzung mit dem Themenbereich kann der Studierende seine wissenschaftlichen und praxisbezogenen Kompetenzen exemplarisch belegen.

Lehr-Lerninhalte

Selbstständiges wissenschaftliches Bearbeiten eines praxisrelevanten Themenbereichs:

- Problemabgrenzung
- Ziele definieren und in Hochschule und Praxiseinrichtung abstimmen
- Hypothesen ableiten und begründen
- Methodik
- Analyse
- Synthese
- Empfehlungen ableiten
- Umsetzung

Lehr- und Lernformen

Selbstständiges wissenschaftliches Bearbeiten eines praxisrelevanten Themenbereichs

Dozentengebundenes Präsenzlernen: 2 h

Vorbereitung und Durchführung der Arbeit und des Kolloquiums

Dozentungebundenes Selbstlernen: 498 h

Selbstständige Bearbeitung des Themas in einem Zeitraum von 13 Wochen.

Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Leistungspunkten

Schriftliche Ausarbeitung im Umfang von ca. 100 Seiten.

Durchführung eines Kolloquiums im zeitlichen Umfang von 30-45min.

Voraussetzungen für die Teilnahme

Empfohlene Vorkenntnisse: Adäquate Fachkenntnisse zum Untersuchungsgegenstand; Wissen zum Erstellen einer selbstständigen wissenschaftlichen Arbeit auf Masterniveau (überfachliche Fähigkeiten und Fertigkeiten)

Kompetenzorientierte Lernergebnisse

Wissensverbreiterung

Die Studierenden können selbständig den Stand des Wissens zum Untersuchungsgegenstand der Masterarbeit erfassen und abgrenzen.

Wissensvertiefung

Die Studierenden vertiefen ihr Fachwissen zur Bearbeitung der Masterarbeit selbständig.

Wissensverständnis

Die Studierenden, können einen Untersuchungsvorschlag erstellen und die Abschlussarbeit selbstständig planen und fertig stellen. Ferner können sie die Originalität und Kreativität in der Anwendung von Wissen belegen.

Nutzung und Transfer

Die Studierenden können den praxisrelevanten Untersuchungsgegenstand definieren und in einen wissenschaftlichen Kontext stellen und angemessene Quellen identifizieren und erschließen sowie deren Solidität kritisch abwägen. Ferner können sie eine Studie auf quantitativer und / oder qualitativer Basisdurchführen, um den Forschungsansatz zu unterstützen. Sie können mit quantitativen und / oder qualitativen Methoden Primärdaten für die Masterarbeit erheben.

Wissenschaftliche Innovation

Die Studierenden evaluieren kritisch gegenwärtig verfügbare Erkenntnisse aus Forschung und Lehre evaluieren und entwerfen einen wissenschaftlichen Forschungsansatz, um den Themenbereich zu bearbeiten. Sie reflektieren ihren Ansatz kritisch und können diesen verteidigen und leiten darüber hinaus Verbesserungspotenzial ab.

Kommunikation und Kooperation

Die Studierenden können die gewonnenen Daten analysieren und mit angemessenen Techniken präsentieren. Sie sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Expert*innen und Mitarbeiter*innen unterschiedlicher Fachdisziplinen und Hierarchiestufen über Fragen ihrer Masterarbeit zielorientiert zu diskutieren und kritisch reflektieren.

Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität

Die Studierenden analysieren betriebliche Fragestellungen nach wissenschaftlichem Standard und beziehen dabei auch ethische Fragestellungen mit ein und bereiten Entscheidungen wissenschaftsbasiert auf.

Literatur

Selbständige Auswahl der wissenschaftlichen Literatur.

Verwendbarkeit des Moduls

Verwendbarkeit nach Studiengängen:

- Führung und Organisation
- Technologieanalyse, -engineering und -management

Sprache der Veranstaltung

Deutsch