



Modulhandbuch Studiengang Master Industrial Informatics

(PO 2024)

Hochschule Emden/Leer
Fachbereich Technik
Abteilung Elektrotechnik und Informatik

(Stand: 30. Mai 2024)

Inhaltsverzeichnis

1	Kompetenzen im Studiengang Industrial Informatics	3
2	Modul-Kompetenz-Matrix	5
3	Abkürzungen der Studiengänge des Fachbereichs Technik	6
4	Modulverzeichnis	7
4.1	Pflichtmodule	8
	Digitalization Engineering	8
	Group Project	10
	Industrial Cyber-Physical Systems	11
	Industrial Internet of Things	13
	Data Science and Analytics	15
	Mathematical Modelling of ICPS	17
	Peer Project	19
	Robotic Systems	21
	Master's Thesis	23
4.2	Wahlpflichtmodule	25
	WPM Human Factors and Augmented Reality	25
	WPM Innovation Engineering	27

1 Kompetenzen im Studiengang Industrial Informatics

Die Gesellschaft für Informatik (GI) hat für Informatik-Studeingänge ausführliche Erhebungen in der Praxis durchgeführt und daraus Empfehlungen abgeleitet und darüber hinaus den gesellschaftlichen Auftrag der Hochschulen berücksichtigt. Seit Jahren werden die Empfehlungen der GI zur Gestaltung unserer Studiengänge mit heran gezogen. Aus den aktuellen Empfehlungen [GI 2005] sind die folgenden Kompetenzfelder entnommen und für den Studiengang Industrial Informatics angepasst worden.

Für eine spätere übersichtliche Gegenüberstellung mit den Qualifikationszielen der Abteilung und des Studienganges werden die Kompetenzen mit Namen versehen.

Die unten eingeführten Abkürzungen werden in der sogenannten Modul-Kompetenz-Matrix verwendet, um die Zuordnung der Module zu den zu vermittelnden Kompetenzen darzustellen.

Kompetenzfelder aus GI-Empfehlungen

BASIS	Formale, algorithmische, mathematische Basiskompetenzen
SYS	Software- und Systementwicklung Analyse-, Design-, Realisierungs- und Projekt-Management-Kompetenzen
TECHKOMP	Technologische Kompetenzen
FÜSKOMP	Fachübergreifende und Schlüsselkompetenzen: Fachübergreifende Kompetenzen, Methodenkompetenzen, Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenz

Im Folgenden werden diese Kompetenzfelder weiter detailliert und stichwortartig beschrieben. Wie oben werden den Unterkategorien Namen zugeordnet.

Basiskompetenzen

BASIS.FORMAL	formale Probleme mit Automaten und Formalen Sprachen beschreiben können
BASIS.ALGO	algorithmische Anforderungen in einen effizienten Algorithmus und eine geeignete Datenstruktur umsetzen können
BASIS.MATH	mathematische Algorithmen entwerfen, prüfen und bewerten können

Software- und Systementwicklung

SYS.ANALYSE	Fähigkeit, mit unklaren Anforderungen umzugehen und sich in neue komplexe Anwendungen und Anwendungsgebiete einzuarbeiten
SYS.DESIGN	Fähigkeit, modularisierte und ergonomische Anwendungen unter Verwendung von Mustern- und Bibliotheken für unterschiedliche Architekturen zu entwerfen
SYS.REALISIERUNG	Fähigkeit, größere Programme und Systeme professionell erstellen zu können und ihre Qualität sicher zu stellen. Dazu gehören Erfahrungen mit Entwicklungsumgebungen und Kenntnisse zu Konfigurations-, Change-, Release- und Liefermanagement.
SYS.PROJMAN	Fähigkeit, die Arbeit in Projekten planen, kontrollieren und steuern zu können. Dazu müssen Kenntnisse über die Umfangs- und Aufwandschätzung von Software vorhanden sein.

Technologische Kompetenzen

TECHKOMP.BASIS	allgemeines Fachwissen über physikalische Systeme haben
TECHKOMP.SPEZIAL	Spezialwissen der cyberphysikalischen Systeme haben
TECHKOMP.HARDWARE	Hardwaresysteme verstehen
TECHKOMP.HWSW	Zusammenspiel von Hard- und Software verstehen
TECHKOMP.RECHNETZE	Rechnernetze verstehen und entwerfen
TECHKOMP.ECHTZEIT	Echtzeitsysteme verstehen und entwerfen
TECHKOMP.VERTSYS	Verteilte dienstbasierte Systeme entwerfen können

Fachübergreifende und Schlüsselkompetenzen

FÜSKOMP.ÜFACH	Grundkenntnisse in Innovationsmanagement, Dokumentations- und Präsentationsfähigkeit
FÜSKOMP.METHKOMP	Methodenkompetenzen: informatisches Wissen in neue Anwendungsgebiete einbringen können, Fähigkeit Methoden und Wissen zu erweitern
FÜSKOMP.SOZKOMP	Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenz: überzeugend präsentieren können, abweichende Positionen erkennen und integrieren können, zielorientiert argumentieren, mit Kritik sachlich umgehen, Missverständnisse erkennen und abbauen
FÜSKOMP.GESETH	Gesellschaftliche und ethische Kompetenzen: Einflüsse der Digitalisierung auf die Gesellschaft einschätzen können, Ethische Leitlinien kennen und befolgen

Um eine übersichtliche Struktur im Modulhandbuch zu gewährleisten, wurde versucht jede Modulbeschreibung auf eine Seite zu beschränken. Die Formulierungen zu den fachübergreifenden und sozialen Kompetenzen (FÜSKOMP) sind daher eher allgemein gehalten. Deshalb haben manche Modulverantwortliche es vorgezogen, statt ihrer die anderen Kompetenzen detaillierter zu beschreiben. Die Angaben zu den fachübergreifenden und sozialen Kompetenzen (FÜSKOMP) in der Modul-Kompetenz-Matrix sind trotzdem verbindlich. Die Art der Darstellung vermeidet lediglich Redundanzen.

2 Modul-Kompetenz-Matrix

Die konkrete Modul-Kompetenz-Matrix des Studiengangs wird hier unten dokumentiert.

Modulname	Kompetenz															
	BASIS.FORMAL	BASIS.ALGO	BASIS.MATH	SYS.ANALYSE	SYS.DESIGN	SYS.REALISIERUNG	SYS.PROJMAN	TECHKOMP.BASIS	TECHKOMP.SPEZIAL	TECHKOMP.HARDWARE	TECHKOMP.HWSW	TECHKOMP.RECHNETZ	TECHKOMP.ECHTZEIT	TECHKOMP.VERTSYS	FÜSKOMP.ÜFACH	FÜSKOMP.METHKOMP
Industrial Cyber-Physical Systems				++	++	++		+	++	++	++	++	++	++		+
Industrial Internet of Things		+		+	+	+				+	++	++	+	++		
Digitalization Engineering	+	+	++	+	+	+			++	+	+	+	++	++		++
Group Project				+	+	+	+								+	+
Robotic Systems	+	+	+	+	+	++		++	++	+	+	+	+	+	+	+
Data Science and Analytics	++	++	++	+	+	+			+					+		+
Mathematical Modelling of ICPS	++	+	++	++	++	+		+	++		++	+	+	++	+	+
Peer Project				+	+	+	++								+	++
Master's Thesis				+	+	+	+								+	+
Wahlpflichtmodule																
Innovation Engineering	+			+				+	++		++				+	++
Human Factors and Augmented Reality				+	+	+		+	+	+	++				+	+

Zeichenerklärung:

+: wird unterstützt

++: wird stark unterstützt

3 Abkürzungen der Studiengänge des Fachbereichs Technik

Abteilung Elektrotechnik und Informatik

BET	Bachelor Elektrotechnik
BETPV	Bachelor Elektrotechnik im Praxisverbund
BI	Bachelor Informatik
BIPV	Bachelor Informatik im Praxisverbund
BMT	Bachelor Medientechnik
BOMI	Bachelor Medieninformatik (Online)
BORE	Bachelor Regenerative Energien (Online)
BOWI	Bachelor Wirtschaftsinformatik (Online)
MII	Master Industrial Informatics
MOMI	Master Medieninformatik (Online)

Abteilung Maschinenbau

BIBS	Bachelor Industrial and Business Systems
BMD	Bachelor Maschinenbau und Design
BMDPV	Bachelor Maschinenbau und Design im Praxisverbund
BNPM	Bachelor Nachhaltige Produktentwicklung im Maschinenbau
MBIDA	Master Business Intelligence and Data Analytics
MMB	Master Maschinenbau
MTM	Master Technical Management

Abteilung Naturwissenschaftliche Technik

BBT	Bachelor Biotechnologie
BBTBI	Bachelor Biotechnologie/Bioinformatik
BCTUT	Bachelor Chemietechnik/Umwelttechnik
BEEEE	Bachelor Erneuerbare Energien und Energieeffizienz
BEP	Bachelor Engineering Physics
BEPPV	Bachelor Engineering Physics im Praxisverbund
BNPT	Bachelor Nachhaltige Prozesstechnologie
BNPTPV	Bachelor Nachhaltige Prozesstechnologie im Praxisverbund
BSES	Bachelor Sustainable Energy Systems
MALS	Master Applied Life Sciences
MEP	Master Engineering Physics
MTCE	Master Technology of Circular Economy

4 Modulverzeichnis

4.1 Pflichtmodule

Modulbezeichnung <i>Module (Kürzel)</i>	Digitalization Engineering (DENG-J24)
Modulbezeichnung (eng.)	Digitalization Engineering
Semester (Häufigkeit) <i>Semester (frequency)</i>	1 (jedes Wintersemester) (<i>every winter semester</i>)
ECTS-Punkte (Dauer) <i>ECTS (duration)</i>	5 (1 Semester)
Art <i>Method of Examination</i>	Pflichtmodul (<i>compulsory module</i>)
Sprache(n) <i>Language(s)</i>	Englisch
Studentische Arbeitsbelastung <i>Student's Workload</i>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium <i>60 h contact time + 90 h self-study</i>
Voraussetzungen (laut MPO) <i>Entry Requirements (MPO)</i>	
Empf. Voraussetzungen <i>Recommended Requirements</i>	
Verwendbarkeit <i>Applicability</i>	MII
Prüfungsart und -dauer <i>Type/Duration of Assessment</i>	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung oder Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen
Lehr- und Lernmethoden <i>Teaching Method</i>	Vorlesung, Seminar (<i>lecture, seminar</i>)
Modulverantwortlicher <i>Module Coordinator</i>	A. W. Colombo
Qualifikationsziele <i>Aims and Objectives</i> Über das Internet-of-Services (IoS) können sowohl interne als auch organisationsübergreifende Dienste von Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS)-Teilnehmern einer gesamten digitalisierten und vernetzten Wertschöpfungskette bereitgestellt und/oder genutzt werden, um innovative Mehrwertgeschäfte durchzuführen. Durch die Kenntnis der technologischen Konzepte von ICPS, IoT und IoS werden die Studierenden die Schritte verstehen, die zur Digitalisierung von HW- und SW-Komponenten und Systemen verschiedener Ökosysteme erforderlich sind, z. B. Industrie-, Transport-, Energie-, Infrastruktur-Ökosysteme -Systeme usw. Mithilfe der Asset Administration Shell (AAS)- und Digital Twin (DT)-Technologie werden sowohl 'Physische' als auch 'Cyber'-Teile von ICPS ('digitalisierte Dinge' oder 'I4.0-Komponenten') spezifiziert, für beispielhafte Anwendungsfälle entwickelt und prototypisch umgesetzt. Alle digitalen Dinge werden digital dargestellt und unterliegen Konzepten der digitalen Signalverarbeitung. Die Studierenden kennen die Grundlagen zur Umsetzung der digitalen Signalverarbeitung in Bezug auf HW- und SW-Komponenten. Sie können grundlegende Algorithmen selbst umsetzen.	

Lehrinhalte *Course content*

Erwerb von Hintergrundwissen zur Spezifizierung und Implementierung serviceorientierter, Edge- und Cloud-basierter sowie agentenbasierter Geschäftsprozesse. Erlernen des Engineering-Prozesses zur Digitalisierung und Vernetzung von 'Dingen'/'Assets', die sich innerhalb einer IEC 62264-/IEC 61512-Infrastruktur befinden, und deren Migration zu ICPS. Erlernen einer Reihe von Technologien und Architekturmustern, um die Digitalisierung und die Internet-/Ethernet-basierte Vernetzung von ICPS gemäß den Standards DIN SPEC 91345:2016-04 (RAMI 4.0) und Industrial Internet-Reference Architecture (IIRA) zu ermöglichen. Mithilfe der Asset Administration Shell (AAS) als Backbone-Technologie erlernen die Studierenden technische Ansätze, Standards und Werkzeuge zur Spezifizierung und prototypischen Implementierung der 6 Schichten der vertikalen Dimension von RAMI 4.0 in 'Dinge'/'Assets', die zu realen Anwendungsszenarien gehören Anwendungsfälle.

'Dinge/Assets' werden als Signale behandelt. Digitalisierung von Signalen, Abtastung und Interpolation, Darstellung von Signalen über Transformationen (DFT, DCT), Codierung von Signalen, Informationstheorie.

Literatur *Literature*

- Engineering human-focused Industrial Cyber-Physical Systems in Industry 4.0 context, doi:10.1098/rsta.2020.0366. 2021.
- Digital Twin and Asset Administration Shell Concepts and Application in the Industrial Internet and Industrie 4.0. Industrie 4.0 Platform and Industrial Internet Consortium. 2020.
- Industrial Cloud-Based Cyber-Physical Systems. The IMC-AESOP Approach, doi:10.1007/978-3-319-05624-1. 2015.

Lehrveranstaltungen *Courses*

Dozent <i>Lecturer</i>	Titel der Lehrveranstaltung <i>Course Title</i>	SWS <i>SPPW</i>
A. W. Colombo	Digitalization of ICPS	2
J.-M. Batke	Digital Signal Processing	2

Modulbezeichnung <i>Module (Kürzel)</i>	Group Project (GRPJ-J24)
Modulbezeichnung (eng.)	Group Project
Semester (Häufigkeit) <i>Semester (frequency)</i>	1 (jedes Wintersemester) (<i>every winter semester</i>)
ECTS-Punkte (Dauer) <i>ECTS (duration)</i>	10 (1 Semester)
Art <i>Method of Examination</i>	Pflichtmodul (<i>compulsory module</i>)
Sprache(n) <i>Language(s)</i>	Englisch
Studentische Arbeitsbelastung <i>Student's Workload</i>	30 h Kontaktzeit + 270 h Selbststudium <i>30 h contact time + 270 h self-study</i>
Voraussetzungen (laut MPO) <i>Entry Requirements (MPO)</i>	
Empf. Voraussetzungen <i>Recommended Requirements</i>	
Verwendbarkeit <i>Applicability</i>	MII
Prüfungsart und -dauer <i>Type/Duration of Assessment</i>	Projektbericht
Lehr- und Lernmethoden <i>Teaching Method</i>	Seminar, Studentische Arbeit (<i>seminar, student work</i>)
Modulverantwortlicher <i>Module Coordinator</i>	Studiengangsprecher Industrial Informatics
Qualifikationsziele <i>Aims and Objectives</i> Die Studierenden können die in verschiedenen Veranstaltungen separat erlernten Fähigkeiten in einer Gruppe unter realen Bedingungen kombiniert zur Lösung einer komplexen Fragestellung einsetzen. Sie können Methoden des Projektmanagements in konkreten Projekten anwenden und die Projektergebnisse dokumentieren. Die Studierenden können selbstständig wissenschaftliche Literatur erschließen, Konsequenzen für die eigene Arbeit daraus ableiten und bei der Lösung der Aufgaben im Rahmen des Projektes das Wissen zielorientiert umsetzen. Durch die Leitung von Projektteams lernen Sie herausgehobene Verantwortung zu übernehmen. Das Projektthema des Moduls 'Group Project' ist typischerweise ein hochschulinternes Projekt, damit die Studierenden, als Vorbereitung, in einer bekannten und vertrauten Umgebung die Projektfähigkeiten erwerben, die im Modul 'Peer Project' benötigt werden.	
Lehrinhalte <i>Course content</i> Themen entsprechend des gewählten Projektes. Hinweis: Dieses Modul kann auch als praktische Begleitung zu einem in dem aktuellen Semester angebotenen Modul benutzt werden.	
Literatur <i>Literature</i> Literatur themenspezifisch zur Projektarbeit	

Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>		
Dozent <i>Lecturer</i>	Titel der Lehrveranstaltung <i>Course Title</i>	SWS <i>SPPW</i>
Prüfungsbefugte laut MPO-A	Group Project	2

Modulbezeichnung <i>Module</i> (Kürzel)	Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS-J24)
Modulbezeichnung (eng.)	Industrial Cyber-Physical Systems
Semester (Häufigkeit) <i>Semester (frequency)</i>	1 (jedes Wintersemester) (<i>every winter semester</i>)
ECTS-Punkte (Dauer) <i>ECTS (duration)</i>	5 (1 Semester)
Art <i>Method of Examination</i>	Pflichtmodul (<i>compulsory module</i>)
Sprache(n) <i>Language(s)</i>	Englisch
Studentische Arbeitsbelastung <i>Student's Workload</i>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium <i>60 h contact time + 90 h self-study</i>
Voraussetzungen (laut MPO) <i>Entry Requirements (MPO)</i>	
Empf. Voraussetzungen <i>Recommended Requirements</i>	
Verwendbarkeit <i>Applicability</i>	MII
Prüfungsart und -dauer <i>Type/Duration of Assessment</i>	Klausur 1,5 h oder Mündliche Prüfung
Lehr- und Lernmethoden <i>Teaching Method</i>	Vorlesung, Seminar (<i>lecture, seminar</i>)
Modulverantwortlicher <i>Module Coordinator</i>	A. W. Colombo
Qualifikationsziele <i>Aims and Objectives</i> Innerhalb einer modular rekonfigurierbaren intelligenten Industrieumgebung verwalten, steuern und überwachen Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS) physische Prozesse, erstellen eine digitale Kopie (Cyber-Shadow, Digital Twin (DT)) der physischen Welt und stellen eine große, manchmal sehr große, manchmal sehr große, digitale Kopie (Cyber-Shadow, Digital Twin (DT)) der physischen Welt bereit. Große Menge digitalisierter Daten und Informationen, die in einem internetbasierten Kommunikations-/Informationsnetzwerk (II4.0, IIoT) offengelegt werden. Erlernen einer Reihe von Technologien und Architekturmustern, um die Digitalisierung industrieller cyber-physischer Systeme gemäß den Standards DIN SPEC 91345:2016-04 (RAMI 4.0) und Industrial Internet-Reference Architecture (IIRA) zu ermöglichen. Die Studierenden lernen (i) wie man ICPS konstruiert, mit einem konsistenten digitalen Daten- und Informationsmodell während des gesamten Lebenszyklus eines ICPS umgeht und (ii) wie man die Wertschöpfungskette für Arten und Instanzen von ICPS in einem einzigartigen Modell kombiniert. Bereitstellung der Spezifikationen des entsprechenden 'Digital Thread'.	
Lehrinhalte <i>Course content</i> Positionierung von 'Things / Assets' innerhalb der DIN SPEC 91345 (3D-Referenzarchitekturmodell für Industrie 4.0 (RAMI 4.0)), der Industrial Internet Reference Architecture (IIRA) und der Smart-Grid-Referenzarchitektur (SGAM). Identifizieren von 'Things / Assets ->Dingen'/'Vermögenswerten' innerhalb einer IEC 62264 (ISA'95 und PERA) / IEC 61512 (ISA'88 und PWS) Infrastruktur, positioniert auf sowohl der Betriebs- als auch der Informationstechnologieebene (OT-IT) einer industriellen Ökosystem. Unter Anwendung der 5 Mayer-Prinzipien für Systems-of-Systems (SoS) und der Norm IEC 62890 lernen die Studierenden anhand von Beispielen und Fallstudien aus realen industriellen ICPS den Lebenszyklus des Assets mit den darin enthaltenen Wertströmen. Es werden Lebenszyklen in verschiedenen Dimensionen untersucht, die für die Entwicklung von ICPS relevant sind, wie z. B. in einem Industriesystem: (i) Produkt; (ii) Produktionsauftrag; (iii) Fabrik: Auch eine Fabrik hat einen Lebenszyklus, sie wird finanziert, geplant, gebaut und recycelt (Eine Fabrik integriert Produktionssysteme und Maschinen verschiedener Hersteller); (iv) Maschine: Eine Maschine wird bestellt, konstruiert, in Betrieb genommen, betrieben, gewartet, umgebaut und recycelt, und (v) Maschinenkomponenten.	

Literatur *Literature*

- DIN SPEC 91345: The Reference Architectural Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0). ZVEI - Platform 4.0.
- A Survey on Edge and Edge-Cloud Computing Assisted Cyber-Physical Systems, doi: 10.1109/TII.2021.3073066.
- The Industrial Internet of Things, Reference Architecture, Industrial Internet Consortium (IIC);
- IEC 62264 / IEC 61512 / IEC 62890 / PERA / SGAM (<https://www.iso.org/standard/57308.html>).

Lehrveranstaltungen *Courses*

Dozent <i>Lecturer</i>	Titel der Lehrveranstaltung <i>Course Title</i>	SWS <i>SPPW</i>
A. W. Colombo	ICPS and Industry 4.0	2
A. W. Colombo	ICPS Life Cycle Engineering	2

Modulbezeichnung <i>Module (Kürzel)</i>	Industrial Internet of Things (IIOT-J24)
Modulbezeichnung (eng.)	Industrial Internet of Things
Semester (Häufigkeit) <i>Semester (frequency)</i>	1 (jedes Wintersemester) (<i>every winter semester</i>)
ECTS-Punkte (Dauer) <i>ECTS (duration)</i>	5 (1 Semester)
Art <i>Method of Examination</i>	Pflichtmodul (<i>compulsory module</i>)
Sprache(n) <i>Language(s)</i>	Englisch
Studentische Arbeitsbelastung <i>Student's Workload</i>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium <i>60 h contact time + 90 h self-study</i>
Voraussetzungen (laut MPO) <i>Entry Requirements (MPO)</i>	
Empf. Voraussetzungen <i>Recommended Requirements</i>	
Verwendbarkeit <i>Applicability</i>	MII
Prüfungsart und -dauer <i>Type/Duration of Assessment</i>	Studienarbeit
Lehr- und Lernmethoden <i>Teaching Method</i>	Seminar, Praktikum (<i>seminar, lab course</i>)
Modulverantwortlicher <i>Module Coordinator</i>	N. Streekmann
Qualifikationsziele <i>Aims and Objectives</i> Die Studierenden erschaffen konkrete Lösungen für ausgewählte Aufgaben des Datentransports und der Datenverarbeitung in der Industrie-Informatik, indem sie bestehende Rahmenwerke und Programmbibliotheken für das Internet-of-Things gezielt kombinieren. Dazu entwickeln sie begleitend zu der Veranstaltung ein eigenes Software-Projekt einschließlich Dokumentation und abschließender Demonstration.	
Lehrinhalte <i>Course content</i> Die Entwicklung von „Industrial Cyber-Physical Systems_ (ICPS) zielt darauf ab, ein optimales Gesamtpaket zur erzeugen, das bestehende technologische und ökonomische Potenziale im Rahmen eines systematischen Innovationsprozesses nutzt. Dabei müssen verschiedene Integrationsaspekte berücksichtigt werden, die im Wesentlichen auf der strukturellen Konnektivität und der funktionalen Interoperabilität zwischen ICPS basieren. Das Modul behandelt grundlegende Konzepte und geläufige Technologien, mit denen sich spezifische Datentransporttopologien und Datenverarbeitungsketten für ein breites Spektrum industrieller Anwendungsfälle erzeugen lassen. Dabei ist es essenziell, eine Ende-zu-Ende-Integration von Sensoren und Aktoren auf verschiedenen Ebenen bis hin zur geschäftlichen Ebene eines Unternehmens zu betrachten. Im Rahmen des Datentransports werden Konzepte und Technologien wie z.B. IoT-Protokolle, Web-Service-Technologien, Messaging-Technologien und Integrationsmuster betrachtet. Auf der Seite der Datenverarbeitung stehen Architekturkonzepte (z.B. Lambda, Kappa, Dataflow) und Frameworks (wie z.B. Storm, Spark, Beam und Flink) im Mittelpunkt.	
Literatur <i>Literature</i> Kleppmann, M.: Designing Data-Intensive Applications, O'Reilly, 2017. https://opcfoundation.org/	

Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>		
Dozent <i>Lecturer</i>	Titel der Lehrveranstaltung <i>Course Title</i>	SWS <i>SPPW</i>

O. Bergmann	IIoT and Data Transport	2
N. Streekmann	IoT Data Processing	2

Modulbezeichnung <i>Module (Kürzel)</i>	Data Science and Analytics (DSAN-J24)
Modulbezeichnung (eng.)	Data Science and Analytics
Semester (Häufigkeit) <i>Semester (frequency)</i>	2 (jedes Sommersemester) <i>(every summer semester)</i>
ECTS-Punkte (Dauer) <i>ECTS (duration)</i>	5 (1 Semester)
Art <i>Method of Examination</i>	Pflichtmodul <i>(compulsory module)</i>
Sprache(n) <i>Language(s)</i>	Englisch
Studentische Arbeitsbelastung <i>Student's Workload</i>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium <i>60 h contact time + 90 h self-study</i>
Voraussetzungen (laut MPO) <i>Entry Requirements (MPO)</i>	
Empf. Voraussetzungen <i>Recommended Requirements</i>	Mathematik auf Bachelor-Niveau
Verwendbarkeit <i>Applicability</i>	MII
Prüfungsart und -dauer <i>Type/Duration of Assessment</i>	Kursarbeit in Form einer Hausarbeit
Lehr- und Lernmethoden <i>Teaching Method</i>	Vorlesung <i>(lecture)</i>
Modulverantwortlicher <i>Module Coordinator</i>	E. Wings
Qualifikationsziele <i>Aims and Objectives</i> Die Studierenden sind in der Lage, die numerische Herausforderung einer großen Datenmenge abzuschätzen und zu bewerten. Mit Hilfe einer Standardsoftware sollen die Studierenden in der Lage sein, ausgewählte Algorithmen für hochdimensionale Probleme mit Hilfe des Standardprozesses KDD zu analysieren, zu bewerten und anzuwenden. Nach dem Erlernen der wichtigsten Merkmale von Analytics als Bestandteil eines Industrie 4.0- und/oder IIRA-konformen digitalisierten Ökosystems haben die Studierenden die Möglichkeit, verschiedene Arten von Analytics für unterschiedliche Anwendungsbereiche zu untersuchen und prototypisch anzuwenden.	
Lehrinhalte <i>Course content</i> Die Bedeutung der Datenanalyse, insbesondere von großen Datenmengen (Big Data), wächst in den Bereichen Wissenschaft und Wirtschaft. Die Vorlesung behandelt Konzepte, Algorithmen und Technologien zur Analyse großer Datenmengen. Methoden aus dem Bereich Machine Learning, sowie deren Einbettung in die Prozesse CRISP-DM und KDD und deren Einordnung in Industrie 4.0-Standards werden behandelt. Analysen, die mit digitalisierten Daten und Informationen erstellt werden, die von industriellen cyber-physischen Systemen bereitgestellt werden, sind ein wesentlicher Bestandteil digitalisierter Umgebungen und unterstützen die Entscheidungsfindung auf verschiedenen Ebenen in den Ökosystemen von Industrie, Transport, Energie und Gesundheit (oder einer Kombination davon). Die Vorlesung bietet die Möglichkeit, verschiedene Arten der Analytik zu verstehen und wie sie in Industrie 4.0 (RAMI 4.0) und Industrial Internet Reference Architecture (IIRA) Umgebungen integriert werden können.	

Literatur *Literature*

Josh Patterson, Adam Gibson: Deep Learning: A Practitioner's Approach. O'Reilly, 2017

Jörg Frochte: Maschinelles Lernen Grundlagen und Algorithmen in Python. 3. Auflage, Hanser Verlag, 2020

Bühlmann, Peter; Drineas, Petros; Kane, Michael; van der Laan, Mark: Handbook of Big Data. Chapman and Hall/CRC, 2016

The Industrial Internet of Things. Volume T3: Analytics Framework. Industrial Internet Consortium 2017.

AI-Guide Platform 4.0. 2020. www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/China/ai-guide.pdf

What Is Data and Analytics? www.gartner.com/en/topics/data-and-analytics

Lehrveranstaltungen *Courses*

Dozent <i>Lecturer</i>	Titel der Lehrveranstaltung <i>Course Title</i>	SWS <i>SPPW</i>
E. Wings	Data Science	2
E. Wings, A. W. Colombo	Analytics	2

Modulbezeichnung <i>Module</i> (Kürzel)	Mathematical Modelling of ICPS (MMOI-J24)
Modulbezeichnung (eng.)	Mathematical Modelling of ICPS
Semester (Häufigkeit) <i>Semester (frequency)</i>	2 (jedes Sommersemester) (<i>every summer semester</i>)
ECTS-Punkte (Dauer) <i>ECTS (duration)</i>	5 (1 Semester)
Art <i>Method of Examination</i>	Pflichtmodul (<i>compulsory module</i>)
Sprache(n) <i>Language(s)</i>	Englisch
Studentische Arbeitsbelastung <i>Student's Workload</i>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium <i>60 h contact time + 90 h self-study</i>
Voraussetzungen (laut MPO) <i>Entry Requirements (MPO)</i>	
Empf. Voraussetzungen <i>Recommended Requirements</i>	
Verwendbarkeit <i>Applicability</i>	MII
Prüfungsart und -dauer <i>Type/Duration of Assessment</i>	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung
Lehr- und Lernmethoden <i>Teaching Method</i>	Vorlesung, Seminar (<i>lecture, seminar</i>)
Modulverantwortlicher <i>Module Coordinator</i>	G. J. Veltink

Qualifikationsziele *Aims and Objectives*

Die Studierenden sollen formale Spezifikationen von ICPS verstehen, analysieren, anpassen und selbstständig entwickeln können. Sie nutzen hierzu so wohl modellbasierte Methoden, wie Warteschlangentheorie und Petri-Netze als auch algebraische Methoden, wie Termersetzungssysteme und Prozessalgebra. Damit werden die Studierenden in die Lage versetzt für die verschiedenen Phasen des ICPS-Lebenszyklus: Entwurf, Entwicklung, Inbetriebnahme, Bereitstellung, Betrieb und Wartung der digitalisierten Industrieumgebung formale mathematische Modellierungstechniken anzuwenden, um das Verhalten dieser kollaborierenden verteilten Systeme analysieren und bewerten zu können.

Lehrinhalte *Course content*

Die Studierenden lernen den Umgang mit formalen Methoden während des gesamten Lebenszyklus eines ICPS kennen. Durch deren Anwendung auf reale industrielle ICPS-Fallstudien werden die relevanten technischen Methoden erlernt. Es werden die folgenden Methoden und Werkzeuge behandelt: die Warteschlangentheorie, die High-Level-Petri-Netz-Theorie, die Funktionsanalyse, die Prozessalgebra und die Spezifikationssprache mCRL2. Es wird gezeigt wie diese Methoden und Werkzeuge eingesetzt werden bei der Modellierung, der qualitative und quantitative Analyse, der Validierung und der Prototypenimplementierung von ICPS.

Literatur *Literature*

- Adan, I., J. Resing: Queueing Systems. Eindhoven University of Technology, The Netherlands, 2002.
- Reisig, W.: Understanding Petri Nets: Modeling Techniques, Analysis Methods, Case Studies (English Edition). Springer Verlag, 2013.
- Fokink, W.: Introduction to Process Algebra. Springer Verlag 2007.
- Groote, J.F., M.R. Mousavi: Modeling and Analysis of Communicating Systems. MIT Press, 2015.

Lehrveranstaltungen *Courses*

Dozent <i>Lecturer</i>	Titel der Lehrveranstaltung <i>Course Title</i>	SWS <i>SPPW</i>
A. W. Colombo	Model-based Formal Methods and Tools	2
G. J. Veltink	Algebraic Formal Methods and Tools	2

Modulbezeichnung <i>Module (Kürzel)</i>	Peer Project (PRPJ-J24)
Modulbezeichnung (eng.)	Peer Project
Semester (Häufigkeit) <i>Semester (frequency)</i>	2 (jedes Sommersemester) (<i>every summer semester</i>)
ECTS-Punkte (Dauer) <i>ECTS (duration)</i>	10 (1 Semester)
Art <i>Method of Examination</i>	Pflichtmodul (<i>compulsory module</i>)
Sprache(n) <i>Language(s)</i>	Englisch
Studentische Arbeitsbelastung <i>Student's Workload</i>	6 h Kontaktzeit + 294 h Selbststudium <i>6 h contact time + 294 h self-study</i>
Voraussetzungen (laut MPO) <i>Entry Requirements (MPO)</i>	Group Project
Empf. Voraussetzungen <i>Recommended Requirements</i>	
Verwendbarkeit <i>Applicability</i>	MII
Prüfungsart und -dauer <i>Type/Duration of Assessment</i>	Studienarbeit
Lehr- und Lernmethoden <i>Teaching Method</i>	Studentische Arbeit (<i>student work</i>)
Modulverantwortlicher <i>Module Coordinator</i>	Studiengangsprecher Industrial Informatics

Qualifikationsziele *Aims and Objectives*

Die Studierenden können die in verschiedenen Veranstaltungen separat erlernten Fähigkeiten in einer Zweiergruppe unter realen Bedingungen kombiniert zur Lösung einer komplexen Fragestellung einsetzen. Sie können Methoden des Projektmanagements in konkreten Projekten anwenden und die Projektergebnisse dokumentieren. Die Studierenden können selbstständig wissenschaftliche Literatur erschließen, Konsequenzen für die eigene Arbeit daraus ableiten und bei der Lösung der Aufgaben im Rahmen des Projektes das Wissen zielorientiert umsetzen. Außerdem lernen sie ihre Forschungsergebnisse im Form eines druckreifen Beitrages für eine Konferenz oder für ein Journal zu dokumentieren und zu präsentieren. Das Projektthema des Moduls 'Peer Project' ist typischerweise ein hochschulexternes Projekt, damit die Studierenden, als Vorbereitung auf das Berufsleben, lernen ihre Projektfähigkeiten in der Praxis umzusetzen. Es wird außerdem erwartet, dass die Studierenden in diesem Modul lernen die Verantwortung zu übernehmen und selbstständig Themen und Projekte bei externen Partner organisieren sowie hochschulinterne Betreuer für das Projekt finden.

Lehrinhalte *Course content*

Standards für wissenschaftliche Publikationen und Präsentationen.

Weitere Themen entsprechend des gewählten Projektes.

Hinweis:

In diesem Modul sind zwei Präsentationen zu leisten. Eine modulinterne Zwischenpräsentation, damit die Projektgruppen sich gegenseitig informieren. Eine modulexterne Präsentation der endgültigen Ergebnisse, damit interessierte Studierenden aus allen Semestern Einblicke in den Themen dieses Modul erlangen können.

Literatur *Literature*

Literatur themenspezifisch zur Projektarbeit

Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>		
Dozent <i>Lecturer</i>	Titel der Lehrveranstaltung <i>Course Title</i>	SWS <i>SPPW</i>

Prüfungsbefugte laut MPO-A	Peer Project	
----------------------------	--------------	--

Modulbezeichnung <i>Module (Kürzel)</i>	Robotic Systems (ROSY-J24)
Modulbezeichnung (eng.)	Robotic Systems
Semester (Häufigkeit) <i>Semester (frequency)</i>	2 (jedes Sommersemester) <i>(every summer semester)</i>
ECTS-Punkte (Dauer) <i>ECTS (duration)</i>	5 (1 Semester)
Art <i>Method of Examination</i>	Pflichtmodul <i>(compulsory module)</i>
Sprache(n) <i>Language(s)</i>	Englisch
Studentische Arbeitsbelastung <i>Student's Workload</i>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium <i>60 h contact time + 90 h self-study</i>
Voraussetzungen (laut MPO) <i>Entry Requirements (MPO)</i>	
Empf. Voraussetzungen <i>Recommended Requirements</i>	
Verwendbarkeit <i>Applicability</i>	MII
Prüfungsart und -dauer <i>Type/Duration of Assessment</i>	Klausur 1,5 h oder mündliche Prüfung
Lehr- und Lernmethoden <i>Teaching Method</i>	Vorlesung, Praktikum <i>(lecture, lab course)</i>
Modulverantwortlicher <i>Module Coordinator</i>	G. Kane
Qualifikationsziele <i>Aims and Objectives</i> Die Studierenden verstehen und können die Mechatronik und SW-Struktur von Robotern beschreiben. Sie verfügen über Know-how zu Roboteranwendungen rund um industrielle Prozesse. In diesen Bereichen erwerben sie Kenntnisse sowohl über die Hardwarekomponenten von Robotern, ihre zahlreichen Sensoren, Aktoren und physikalischen Konfigurationen als auch über die algorithmische Kinematik und Dynamik sowie die Softwarekomponenten, die zu ihrem Antrieb erforderlich sind. Die Studierenden lernen die Peripherie einer Standard-Industrieroboterzelle und deren Interaktion in der gesamten Prozessumgebung kennen. Kenntnisse über Standard-SW-Schnittstellen zur Integration von Robotern in ein industrielles Cyber-Physical-System werden durch das Erlernen des Roboters als CPS-Komponente innerhalb einer RAMI4.0-konformen Automatisierungsarchitektur erworben. Die Studierenden sollen einen Einblick in die aufkommenden Trends in den Bereichen Robotik, Mensch-Maschine-Interaktion, Leichtbau-Roboter, Softrobotik und die sich erweiternden Bereiche der Robotik in einem Industrieland gewinnen, darunter medizinische Robotik, landwirtschaftliche Roboter, Such- und Rettungsroboter und mehr.	
Lehrinhalte <i>Course content</i> Überblick über verschiedene Robotertypen einschließlich Struktur- und Verhaltensspezifikationen: Arbeitsraum, Energiequellen usw. Einführung in die Roboterkinematik (vorwärts und rückwärts), Roboterdynamik. HW- und SW-Schnittstellen zur Integration des Roboters in eine industrielle flexible Zelle. Auswahl verschiedener Arten von Sensoren, Aktoren und Greifern sowie deren Anwendungsbereiche. Überblick über aktuelle und aufstrebende Bereiche der Robotik: Industrierobotik, medizinische Robotik, Lieferrobotik, Agrarrobotik. Überblick über traditionelle industrielle Roboterprozesse: Schweißen, Schneiden, Reinigen, Palettieren, Ausschreibung, Montage/Demontage: Welche Art von Roboter und Energiequelle ist für jede Art von Anwendung empfehlenswert? SW-Kommunikationsschnittstellen zur Anbindung eines Roboters an eine ICPS-basierte Service-Cloud. Einführung in ROS, IROS, SKIROS (Roboterbetriebssysteme). Durch die Kombination von Seminaren und Praxisprojekten werden die Inhalte an die neuesten Ergebnisse der Forschungs- und Innovationsprojekte des I2AR-Instituts angepasst.	

Literatur *Literature*

John J Craig: Introduction to Robotics, Mechanics and Control. Prentice Hall 2003.

Heimann, B., Gerth, G. und Popp, K.: Mechatronik, 3. Auflage, Hanser 2007.

Roddeck, W.: Einführung in die Mechatronik, Teubner, Stuttgart, 1997.

Vogel, J.: Elektrische Antriebe, Hüthig, Berlin, 1988.

Steven M. LaValle, Planning Algorithms, Cambridge University Press, 2006

Lehrveranstaltungen *Courses*

Dozent <i>Lecturer</i>	Titel der Lehrveranstaltung <i>Course Title</i>	SWS <i>SPPW</i>
G. Kane	Introduction Robotic Systems	2
A. W. Colombo	Industrial Robotic Systems	2

Modulbezeichnung <i>Module</i> (Kürzel)	Master's Thesis (MTHS-J24)
Modulbezeichnung (eng.)	Master's Thesis
Semester (Häufigkeit) <i>Semester (frequency)</i>	3 (jedes Wintersemester) (<i>every winter semester</i>)
ECTS-Punkte (Dauer) <i>ECTS (duration)</i>	30 (1 Semester)
Art <i>Method of Examination</i>	Pflichtmodul (<i>compulsory module</i>)
Sprache(n) <i>Language(s)</i>	Englisch, Deutsch
Studentische Arbeitsbelastung <i>Student's Workload</i>	9 h Kontaktzeit + 891 h Selbststudium <i>9 h contact time + 891 h self-study</i>
Voraussetzungen (laut MPO) <i>Entry Requirements (MPO)</i>	Siehe 6 'Zulassung zur Masterarbeit' Masterprüfungsordnung (MPO) Teil B.
Empf. Voraussetzungen <i>Recommended Requirements</i>	
Verwendbarkeit <i>Applicability</i>	MII
Prüfungsart und -dauer <i>Type/Duration of Assessment</i>	Masterarbeit mit Kolloquium
Lehr- und Lernmethoden <i>Teaching Method</i>	Studentische Arbeit (<i>student work</i>)
Modulverantwortlicher <i>Module Coordinator</i>	Studiengangsprecher Industrial Informatics
Qualifikationsziele <i>Aims and Objectives</i> In der Master-Thesis zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind, neue komplexe Aufgaben- und Problemstellungen aus den wissenschaftlichen, anwendungsorientierten oder beruflichen Tätigkeitsfeldern dieses Studiengangs zu bearbeiten und Prozesse in einem wissenschaftlichen Fach oder in einem strategieorientierten beruflichen Tätigkeitsfeld eigenverantwortlich zu steuern. Die Anforderungsstruktur ist durch häufige und unvorhersehbare Veränderungen gekennzeichnet. Die Studierenden sollen über ein umfassendes, detailliertes und spezialisiertes Wissen auf dem neuesten Erkenntnisstand in den Themenbereichen der Industrial Informatics, sowie über erweitertes Wissen in angrenzenden Bereichen verfügen. Die Studierenden sollen über spezialisierte fachliche oder konzeptionelle Fertigkeiten zur Lösung auch strategischer Probleme verfügen und auch bei unvollständiger Information Alternativen abwägen, sowie neue Ideen oder Verfahren entwickeln, anwenden und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Beurteilungsmaßstäbe bewerten können. Die Studierenden sollen Gruppen im Rahmen komplexer Aufgabenstellungen verantwortlich leiten und ihre Arbeitsergebnisse vertreten, die fachliche Entwicklung anderer gezielt fördern und bereichsspezifische und bereichsübergreifende Diskussionen führen können. Die Studierenden sollen für neue anwendungs- oder forschungsorientierte Aufgaben Ziele unter Reflexion der möglichen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und kulturellen Auswirkungen definieren, geeignete Mittel einsetzen und hierfür Wissen eigenständig erschließen können.	
Lehrinhalte <i>Course content</i> Die Master-Thesis ist eine theoretische, empirische und/oder experimentelle wissenschaftliche Abschlussarbeit mit schriftlicher Ausarbeitung, die individuell durchgeführt wird. Die Arbeit wird abschließend im Rahmen eines Kolloquiums präsentiert.	
Literatur <i>Literature</i> Literatur themenspezifisch zur Masterarbeit	

Lehrveranstaltungen <i>Courses</i>		
Dozent <i>Lecturer</i>	Titel der Lehrveranstaltung <i>Course Title</i>	SWS <i>SPPW</i>

Prüfungsbefugte laut MPO-A	Master's Thesis	
----------------------------	-----------------	--

4.2 Wahlpflichtmodule

Modulbezeichnung <i>Module (Kürzel)</i>	Human Factors and Augmented Reality (HFAR-J24)
Modulbezeichnung (eng.)	Human Factors and Augmented Reality
Semester (Häufigkeit) <i>Semester (frequency)</i>	WPM (nach Bedarf) (<i>as required</i>)
ECTS-Punkte (Dauer) <i>ECTS (duration)</i>	5 (1 Semester)
Art <i>Method of Examination</i>	Wahlpflichtmodul (<i>compulsory elective module</i>)
Sprache(n) <i>Language(s)</i>	Englisch
Studentische Arbeitsbelastung <i>Student's Workload</i>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium <i>60 h contact time + 90 h self-study</i>
Voraussetzungen (laut MPO) <i>Entry Requirements (MPO)</i>	
Empf. Voraussetzungen <i>Recommended Requirements</i>	
Verwendbarkeit <i>Applicability</i>	MII
Prüfungsart und -dauer <i>Type/Duration of Assessment</i>	Mündliche Prüfung
Lehr- und Lernmethoden <i>Teaching Method</i>	Vorlesung und Seminar (<i>lecture and seminar</i>)
Modulverantwortlicher <i>Module Coordinator</i>	T. Pfeiffer
Qualifikationsziele <i>Aims and Objectives</i> Die Studierenden können moderne Benutzerschnittstellen für Industriesysteme bewerten und entwerfen. Dazu berücksichtigen Sie die Grundlagen von modernen Benutzerschnittstellen und Augmented-Reality-Technologien im Kontext der Bedienung von und der Arbeit mit Industrieanlagen. Dies ermöglicht ihnen, bei der Entwicklung technischer Lösungen die Perspektive der Nutzenden mitzudenken und eine einfache Bedienbarkeit zu gewährleisten. Im konkreten können die Studierenden • Grundlagen zu Human Factors, Usability und Augmented Reality verstehen, • moderne Benutzerschnittstellen anwenden, • die Usability von Benutzerschnittstellen analysieren, • Augmented-Reality-Anwendungen auf Basis von Frameworks erschaffen.	
Lehrinhalte <i>Course content</i> Theorie -Grundlagen zu Human Factors -Grundlagen moderner Mensch-Maschine-Schnittstellen für Werkertraining und Werkerführung -Einsatzgebiete von Mensch-Maschine-Schnittstellen -Kriterien für die benutzerorientierte Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen -Methoden zur Evaluation von Mensch-Maschine-Schnittstellen -Vorgehensmodelle für Konzeption und Implementierung von Mensch-Maschine-Schnittstellen Praktischer Teil -Erprobung verschiedener moderner Benutzerschnittstellen aus der Industrie -Durchführung von Usability-Evaluationen von Benutzerschnittstellen -Entwicklung von Prototypen von Augmented-Reality-Anwendungen Die grundlegenden Lehrinhalte werden in Vorlesungsform vermittelt, spezielle Themen werden seminaristisch mit den Studierenden erarbeitet und praktische Aufgaben im Labor umgesetzt.	

Literatur *Literature*

Dörner, R.; Broll, W.; Grimm, P.; Jung, B.: Virtual and Augmented Reality (VR/AR): Foundations and Methods of Extended Realities (XR). Springer Verlag, 1. Auflage, 13. Januar 2022.

Lehrveranstaltungen *Courses*

Dozent <i>Lecturer</i>	Titel der Lehrveranstaltung <i>Course Title</i>	SWS <i>SPPW</i>
T. Pfeiffer	Human Factors and Assistance Systems	2
T. Pfeiffer	Augmented Reality	2

Modulbezeichnung <i>Module (Kürzel)</i>	Innovation Engineering (IENG-J24)
Modulbezeichnung (eng.)	Innovation Engineering
Semester (Häufigkeit) <i>Semester (frequency)</i>	WPM (nach Bedarf) (<i>as required</i>)
ECTS-Punkte (Dauer) <i>ECTS (duration)</i>	5 (1 Semester)
Art <i>Method of Examination</i>	Wahlpflichtmodul (<i>compulsory elective module</i>)
Sprache(n) <i>Language(s)</i>	Englisch
Studentische Arbeitsbelastung <i>Student's Workload</i>	60 h Kontaktzeit + 90 h Selbststudium <i>60 h contact time + 90 h self-study</i>
Voraussetzungen (laut MPO) <i>Entry Requirements (MPO)</i>	
Empf. Voraussetzungen <i>Recommended Requirements</i>	
Verwendbarkeit <i>Applicability</i>	MII
Prüfungsart und -dauer <i>Type/Duration of Assessment</i>	Klausur 1,5h oder mündliche Prüfung oder Studienarbeit
Lehr- und Lernmethoden <i>Teaching Method</i>	Vorlesung, Seminar, studentische Arbeit (<i>lecture, seminar, student work</i>)
Modulverantwortlicher <i>Module Coordinator</i>	J. Mäkiö
Qualifikationsziele <i>Aims and Objectives</i> Dieser Kurs besteht aus drei Hauptthemen: digitale Wirtschaft, offene Innovation und Anforderungsengineering. Das erste Thema befasst sich mit der digitalen Wirtschaft und Gesellschaft einschließlich der Identifizierung, Analyse und Beschreibung der Herausforderungen des digitalen Zeitalters für Institutionen und Einzelpersonen. Die Studierenden sind in der Lage, Veränderungen und Herausforderungen der digitalen Technologie und der Wirtschaft zu beschreiben und deren gegenseitige Abhängigkeiten zu analysieren. Die Studierenden lernen, ein neuartiges Geschäftsmodell zu entwickeln, das sich an den Anforderungen des digitalen Zeitalters orientiert. Das zweite Thema befasst sich mit der Open Innovation. Die Studierenden werden dieses neue Paradigma verstehen, das auf den Prinzipien integrierter Zusammenarbeit, gemeinsam geschaffener gemeinsamer Werte, einem gepflegten Innovationsökosystem, freigesetzten exponentiellen Technologien und einer außerordentlich schnellen Akzeptanz basiert. Darüber hinaus lernen die Studierenden kollaboratives Lernen und Forschen, um den Innovationsprozess in Richtung materieller und insbesondere serviceorientierter immaterieller Produkte und Lösungen zu beschleunigen. Das dritte Thema befasst sich mit dem Anforderungsmanagement industrieller Cyber-Physical Systems. Die Studierenden lernen, wie Anforderungen erfasst werden, welche Aspekte sowohl funktionaler als auch nichtfunktionaler Anforderungen besonders sorgfältig berücksichtigt werden müssen und wie diese identifiziert, analysiert und beschrieben werden, wie der Anforderungsentwicklungsprozess organisiert wird und wie ICPS-Anforderungen dokumentiert werden.	

Lehrinhalte *Course content*

Durch die Digitalisierung der Gesellschaft verlieren die Grenzen zwischen Ländern und Kulturen zunehmend an Bedeutung. Dieser Wandel ist insbesondere auf organisatorischer und individueller Ebene zu beobachten. Folglich stehen Organisationen, Unternehmen, Regierungen und Einzelpersonen durch die Digitalisierung von Produkten und Prozessen vor neuen Chancen und Herausforderungen. Der Digitalisierungsprozess ist für alle Beteiligten eine herausfordernde Veränderung. Dieser Wandel muss bewältigt werden, um erfolgreich zu sein. Das erste Thema dieser Lehrveranstaltung befasst sich mit Zusammenhängen und Abhängigkeiten zwischen digitaler Technologie und organisatorischer Digitalisierung sowie deren Auswirkungen auf Wirtschaft, Gesellschaft, Organisationen und Einzelpersonen.

Innovation im Ingenieurwesen und in der Softwareentwicklung, kreative Problemlösung und Ideengenerierung, Ideenbewertungstechniken, Schreibworkshop, Hauptmerkmale des Open-Innovation-Paradigmas (OI2.0), Innovationsmodell basierend auf umfassender Vernetzung und ko-kreativer Zusammenarbeit zwischen allen Akteuren der Gesellschaft, Industrielle Patentprozesse, die Innovation und Patentierbarkeit verknüpfen, die Nutzung von Patentamtsdatenbanken, Validierung von 'Patentierbarkeit' und 'Innovationsaspekten', neue Geschäftsmodelle im Zusammenhang mit IoT- und IoS-Paradigmen, Anwendung von Service-Level-Agreements auf Innovationsprozesse, geistiges Eigentum Rechte (IPR-Management und Risikoanalyse, Technology Readiness Levels (TRLs) und Innovationsfähigkeiten, Verständnis und Management des Prozesses der Generierung von Forschungs- und Innovationsmaßnahmen

Das Verständnis der Anforderungen ist der Schlüssel zum erfolgreichen ICPS-Engineering: Der Aufbau eines ICPS-Systems zur Erfüllung seines Zwecks hängt vom Verständnis des genauen Problems ab, das gelöst werden muss. Der Zweck dieses Kurses besteht darin, Herausforderungen, Prinzipien und Praktiken zur Identifizierung, Analyse und Verwaltung von Anforderungen aus relevanten Quellen zu erlernen, sowohl zu Beginn als auch während eines ICPS-Entwicklungsprojekts. Der Kurs vermittelt Herausforderungen, Prinzipien und konkrete Praktiken im Zusammenhang mit dem Anforderungsmanagement, einschließlich Themen wie Anforderungsanalyse, Erhebung, Analyse, Dokumentation, Verhandlung, Verifizierung und Validierung, Anforderungsmanagement, Änderungsmanagement und Rückverfolgbarkeit.

Literatur *Literature*

Brynjolfsson, E., McAfeeRace, A.: Against The Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy, Digital Frontier Press, 2011

Kahal, H., Singh, V.: Digital Economy: Impacts, Influences, and Challenges, Idea Group Publishing, 2005

Peitz, M., Waldfoege, J.: The Oxford Handbook of the Digital Economy, Oxford University Press, 2012

Brynjolfsson, E., McAfeeRace, A.: Against The Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy, Digital Frontier Press, 2011

Kahal, H., Singh, V.: Digital Economy: Impacts, Influences, and Challenges, Idea Group Publishing, 2005

Peitz, M., Waldfoege, J.: The Oxford Handbook of the Digital Economy, Oxford University Press, 2012

Petry, T.: Digital Leadership: Erfolgreiches Führen in Zeiten der Digital Economy, Haufe, 2016

Albach, H., Meffert, H., Pinkwart, A. Reichwald, R. (Hg.): Management of permanent change. New York, Springer Gabler 2015.

Missikoff, M., Canducci, M., Maiden N., Enterprise Innovation: From Creativity to Engineering, WILEY, 2015.

Intel Labs Europe, EU-OISPC: Open Innovation 2.0: A new paradigm EU HORIZON2020, Extract from Part 19 - Commission Decision C(2014)4995 https://esto.nasa.gov/files/trl_definitions.pdf

L. Martins, T. Gorschek: Requirements Engineering for Safety-Critical Systems, River Publishers, 2022

P. A. Laplante: Requirements Engineering for Software and Systems, Auerbach Publications, 2017

Lehrveranstaltungen *Courses*

Dozent <i>Lecturer</i>	Titel der Lehrveranstaltung <i>Course Title</i>	SWS <i>SPPW</i>
J. Mäkiö	Digital Economy	2
A. W. Colombo	Innovation Management	2