
Fakultät für Informatik und Ingenieurwissenschaften

Modulhandbuch

Masterstudiengang

Automation & IT

Abschlussgrad Master of Engineering (M.Eng.)

Stand 27.05.2020

Inhalt

Modulhandbuch Automation & IT, M.Eng.	3
1 Studiengangbeschreibung	3
2 Absolvent*innenprofil	4
3 Handlungsfelder	5
a) Handlungsfeld Forschung und Entwicklung	5
b) Handlungsfeld Planung und Projektierung	6
c) Handlungsfeld Betrieb und Instandhaltung	6
d) Integration von Planung, Projektierung, Betrieb und Instandhaltung	7
4 Studienverlaufsplan	8
5 Exemplarischer Studienverlaufsplan bei Teilzeitstudium	9
6 Module	10
6.1 Industrial Communication and Information Security in Industrial Automation	10
6.2 Integration of Technical and Business Information Systems	13
6.3 Modelling and Simulation of Technical Systems	16
6.4 Control of Technical Systems	19
6.5 Optimization of Technical Systems	22
6.6 Case Studies	25
6.7 Master Thesis	27
7 Modulmatrix	29
8 Prüfungsliste	30

Modulhandbuch | Automation & IT, M.Eng.

1 Studiengangbeschreibung

Seit ca. 40 Jahren wird die Automatisierungstechnik durch die Entwicklungen im Bereich der Informationstechnologie (IT) geprägt. Diese in ihrem Ausmaß eher noch zunehmende Entwicklung gilt für Hard- und Software gleichermaßen. Derzeit findet ein Prozess der nachhaltigen Integration von Komponenten der Industrieautomation statt. Dabei sind insbesondere die technischen und kommerziellen Möglichkeiten der Computer- und Internettechniken für die Entwicklung lokal und global verteilter Automatisierungslösungen von Bedeutung.

Ein wesentlicher Bestandteil der Automatisierungstechnik ist die Anwendung der Informatik zur Automatisierung industrieller Prozesse. Dies geschieht beispielsweise durch den Einsatz von Mikrocomputern (μC) oder Digitalen Signalprozessoren (DSP), die zunehmend objektorientiert auch in Hochsprachen programmiert werden. Kommunikationsnetzwerke (Feldbussysteme, Lokale Datennetze, Intranet, Internet) stellen unter Beachtung von Echtzeitanforderungen die erforderlichen Daten zur Verfügung, die zwischen den verschiedenen Ebenen und Komponenten der Automatisierungssysteme ausgetauscht und verarbeitet werden. Die Nutzung der Fähigkeiten moderner Betriebssysteme (z. B. OPC) ermöglicht eine betriebsübergreifende Verknüpfung der Automatisierungsrechner mit anderen, z. B. administrativen Computeranwendungen (SAP).

Darüber hinaus sorgt der Megatrend des „Ubiquitous Computing“ – der allgegenwärtigen Datenverarbeitung – dafür, dass elektronische signalverarbeitende Komponenten noch wesentlich stärker als bisher nicht nur die Produktion und Verteilung von Gütern, sondern auch das tägliche Leben des modernen Menschen beeinflussen. Mit dieser Entwicklung ist entsprechende Nachfrage nach Methoden, Konzepten und Technologien der Automatisierungstechnik verbunden.

Aus einem übergeordneten Blickwinkel lässt sich feststellen, dass die wissenschaftlichen Disziplinen Informatik und Automatisierungstechnik in einem großen Überlappungsbereich zu einem einheitlichen Wissensgebiet zusammenwachsen. Ingenieure und Ingenieurinnen der Automatisierungstechnik werden sich intensiver mit Informationstechnologie und Informatik beschäftigen müssen. Für Informatiker und Informatikerinnen repräsentiert die Automatisierungstechnik ein vielfältiges, zukunftsweisendes Arbeitsgebiet. Neue Entwicklungen, wie beispielsweise das Ubiquitous Computing, schaffen vielversprechende neue Arbeitsfelder, sowohl für Ingenieure als auch für Informatiker.

Der Masterstudiengang Automation & IT hat das Ziel die fachlichen Kenntnisse und methodischen Kompetenzen der Studierenden in den Gebieten Automatisierungstechnik und Informationstechnik bzw. anwendungsorientierter Informatik sowohl in der Tiefe als auch in der Breite auszubauen. Im Vergleich mit Masterstudiengängen anderer Hochschulen besitzt der Masterstudiengang Automation & IT hier ein Alleinstellungsmerkmal. Lediglich im Masterstudiengang Automatisierungstechnik der RWTH Aachen ist es auf Grund des großen Modulangebotes bei entsprechender Modulwahl prinzipiell möglich, einen vergleichbaren Schwerpunkt zu bilden.

Im Masterprogramm sollen darüber hinaus die Fähigkeiten zur Strukturierung, Bearbeitung und Entscheidung komplexer Sachlagen weitergebildet werden. Analytisches Denken als Voraussetzung für eine ingenieurmäßige Vorgehensweise wird besonders gefördert, ebenso wie verantwortungsbewusstes Handeln in technischen Projekten. Mit dem aktuellen technischen Stand als Ausgangsbasis werden sie damit in besonderem Maße in die Lage versetzt, der rasch fortschreitenden technischen Entwicklung gerecht zu werden. Weiterhin werden sie zu einer Tätig-

keit in verantwortlicher Position in den Arbeitsfeldern Forschung, Entwicklung, Produktion, Projektierung und Management sowie zur Aufnahme eines anschließenden Promotionsstudiums befähigt.

Das Masterstudium hat eine Regelstudienzeit von vier Semestern. In den ersten beiden Semestern wird im Rahmen von Lehrveranstaltungen, die ihren Schwerpunkt auf Wissensvermittlung legen, das fachlich-methodische Fundament für die Masterqualifikation gelegt. Im dritten Semester werden durch die teamorientierte Bearbeitung von Case-Studies, die sich an aktuellen Forschungsprojekten orientieren, nicht nur die fachlich-methodischen, sondern auch die sozialen und individuellen Kompetenzen der Studierenden erweitert. Im vierten Semester befassen sich die Studierenden mit einer aktuellen und komplexen Problemstellung und schließen den Studiengang mit der Erstellung einer wissenschaftlichen Masterarbeit ab.

2 Absolvent*innenprofil

Absolvent*innen des Masterstudiengangs Automation & IT können automatisierungstechnische Systeme entwickeln und projektieren. Bei automatisierungstechnischen Systemen, die stark von Entwicklungen im Bereich der Informationstechnologie (IT) geprägt sind, handelt es sich in der Regel um Maschinen, Anlagen, Prozesse oder sonstige technische Systeme, die sich abhängig vom Automatisierungsgrad selbstständig betreiben lassen.

Die Absolvent*innen sind in der Lage, auch in einem interdisziplinären und globalen Umfeld Probleme zu erkennen, Aufgabenstellungen zu formulieren und diese methodisch zu lösen. Dabei berücksichtigen sie ingenieurwissenschaftliche, informationstechnische, betriebswirtschaftliche sowie organisatorische, ethische, ökologische und soziale Aspekte.

Ihr methodisches Denken basiert auf einem technisch-wissenschaftlichen Fundament, das es ihnen ermöglicht, Modelle, Konzepte und Theorien sowohl bei bekannten als auch bei neuen Fragestellungen in den jeweiligen Anwendungskontext zu übertragen. Sie nutzen dafür fundierte Kenntnisse aus den Disziplinen

- Modellierung und Simulation technischer Prozesse,
- Advanced Process Control,
- Optimierung,
- Data Science,
- Industrielle Kommunikationstechnik,
- IT-Sicherheit,
- Vertikale Integration von technischen und betriebswirtschaftlichen IT-Systemen sowie
- Digitalisierung der industriellen Produktion (Industrie 4.0).

Die Absolvent*innen sind durch das Studium und die spezifischen Studieninhalte befähigt, eine berufliche Tätigkeit in den Bereichen Automatisierungstechnik und Informationstechnik aufzunehmen. Sie sind insbesondere für eine Tätigkeit in den Handlungsfeldern

- Forschung und Entwicklung,

- Planung und Projektierung sowie
- Betrieb und Instandhaltung

von technischen Systemen qualifiziert, in denen automatisierungstechnische und informationstechnische Methoden, Konzepte und Technologien eingesetzt werden. Mit Abschluss des Studiums steht es ihnen offen, ihr wissenschaftliches Profil durch ein anschließendes Promotionsstudium zu schärfen.

3 Handlungsfelder

Den im Absolventenprofil definierten Handlungsfeldern lassen sich direkt die zentralen Arbeitsfelder

- Forschung und Entwicklung,
- Planung und Projektierung sowie
- Betrieb und Instandhaltung

zuordnen, da sich die Tätigkeitsprofile dieser drei Arbeitsfelder im beruflichen Alltag durch typische Vorgänge charakterisieren lassen, die in den folgenden Handlungsfeldern definiert werden:

a) *Handlungsfeld Forschung und Entwicklung*

„Forschung und Entwicklung (F&E) umfasst alle planvollen und systematischen Aktivitäten auf der Basis wissenschaftlicher Methoden, deren Ziel der Erwerb neuen Wissens ist“¹.

Traditionell wird zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung unterschieden. Für Absolvent*innen des Masterstudiengangs Automation & IT ist insbesondere die angewandte Forschung von Bedeutung, in der neue oder bestehende Produkte, Anlagen, Maschinen, Prozesse, Verfahren oder Dienstleistungen entwickelt oder verbessert werden.

Gemäß obiger Definition ist das Ziel von F&E der Erwerb neuen Wissens. Dies setzt naturgemäß voraus, dass die Forscher*in oder Entwickler*in mit dem für die spezifische Aufgabenstellung relevanten Fakten-, konzeptuellem, prozeduralem und metakognitiven Wissen in der erforderlichen Tiefe vertraut ist.

Im Handlungsfeld Forschung und Entwicklung generieren Forscher*innen oder Entwickler*innen neues Wissen, indem sie vorhandenes Fakten-, konzeptuelles, prozedurales und metakognitives Wissen anwenden, analysieren und bewerten, um neue oder bestehende Produkte, Anlagen, Maschinen, Prozesse, Verfahren oder Dienstleistungen zu entwickeln oder zu verbessern.

F&E im Bereich Automatisierungstechnik ist nicht nur auf Hersteller automatisierungstechnischer Systeme oder Komponenten beschränkt. Heutzutage enthalten nahezu alle technischen Geräte, Maschinen oder Anlagen automatisierungstechnische Komponenten. Die Entwicklung dieser Komponenten erfordert eigene F&E-Aktivitäten, die in Relation zum Umfang und zur Komplexität dieser Komponenten stehen.

¹ o.V. (2019): Forschung und Entwicklung. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Forschung_und_Entwicklung (Stand 09.07.2019)

Ein klassischer, nach wie vor erfolgreicher Berufsweg im Ingenieurwesen und somit auch in der Automatisierungstechnik besteht aus den Stufen Bachelor, Master, Promotion, mehrjährige Tätigkeit in Forschung und Entwicklung, daran anschließende Tätigkeiten in Planung und Projektierung oder Betrieb und Instandhaltung, wobei letztere in der Regel mit zunehmender Verantwortung und einem hierarchischen Aufstieg verbunden sind. Alternativ ist für Ingenieur*innen mit hoher wissenschaftlicher Qualifikation eine Rückkehr in die akademische Welt durch Annahme einer Professur möglich.

Die Fakultät für Ingenieurwissenschaften und Informatik der TH Köln unterstützt diesen Werdegang indem sie Studierenden mit Interesse an Automation & IT ein aufeinander aufbauendes Angebot über Bachelor- und Masterstudium mit anschließender Promotion bietet, wobei in der Vergangenheit die Institute

- Data Science, Engineering, and Analytics (Professor Bartz-Beielstein)
- :metabolon Institut (früher Institut für Automation & IT, Prof. Bongards)
- Informatik (Professor Konen)

einer Vielzahl an Absolventen des Masterstudiengangs Automation & IT die Gelegenheit zur Promotion gaben.

b) Handlungsfeld Planung und Projektierung

In der Automatisierungstechnik werden unter Planung und Projektierung alle Arbeitsvorgänge verstanden, die von der Angebotsphase bis zur vollständigen Inbetriebnahme eines automatisierungstechnischen Systems erforderlich sind.

Im Handlungsfeld Planung und Projektierung entwerfen und realisieren Automatisierungsingenieur*innen neue automatisierungstechnische Systeme, indem sie auf Basis von fundiertem Fachwissen Teilsysteme auswählen, beschaffen, konfigurieren und zu einem Gesamtsystem integrieren, um neue oder bestehende Produkte, Anlagen, Maschinen, Prozesse, Verfahren oder Dienstleistungen zu entwickeln oder zu verbessern.

Produzierende Unternehmen, die die Auftraggeber von Planungs- und Projektierungsleistungen sind, verfügen entweder über eigene Fachabteilungen mit Fokus auf Planung und Projektierung oder weisen diese Aufgaben Ingenieur*innen zu, die in Produktion und Instandhaltung tätig sind. Unabhängig von dieser organisationstechnischen Entscheidung wird insbesondere in den Bereichen Automatisierungs- und Elektrotechnik das Gros an Planungs- und Projektierungsleistungen von externen Dienstleistungsunternehmen erbracht, die auf genau dieses Handlungsfeld spezialisiert sind. Bei Herstellern von Automatisierungssystemen ist zudem eine Trendwende zu beobachten: Nach jahrzehntelangem Abbau werden in jüngerer Zeit verstärkt personelle Ressourcen für das Handlungsfeld Planung und Projektierung aufgebaut.

c) Handlungsfeld Betrieb und Instandhaltung

Der Betrieb (groß-) technischer Anlagen ist in der Regel komplex und kapitalintensiv. Sowohl in der Fertigungs- als auch in der Prozessindustrie sind heutzutage alle Produktionsanlagen durchgängig automatisiert. Neben der Instandhaltung, die primär dazu dient, die Verfügbarkeit

der Anlagen zu gewährleisten, stellt die kontinuierliche Optimierung aller Parameter, die Einfluss auf die Profitabilität einer Anlage bzw. eines Anlagenkomplexes haben, eine Kernaufgabe für alle Ingenieur*innen dar, die in den Bereichen Betrieb und Instandhaltung tätig sind.

Im Handlungsfeld Betrieb und Instandhaltung ermöglichen Automatisierungsingenieur*innen das Betreiben von Anlagen, Maschinen, Prozessen oder Verfahren, indem sie auf Basis von fundiertem Fachwissen das Verhalten von (automatisierungs- und elektro-) technischen Systemen analysieren und bewerten sowie diese bei Bedarf reparieren und verbessern, um die mit dem Betrieb der Anlagen, Maschinen, Prozesse oder Verfahren in der Regel verbundene Gewinnerzielungsabsicht zu realisieren.

Die reine Instandhaltung aller automatisierungs- und elektrotechnischen Einrichtungen einer Produktionsanlage repräsentiert ein traditionelles Arbeitsfeld für FH-Ingenieure, die im Idealfall vor dem Studium eine fachspezifische Lehre abgeschlossen haben. Dieses Arbeitsfeld bleibt auch zukünftig bestehen und stellt kein vorrangiges Arbeitsfeld für Automatisierungsingenieur*innen mit einem eher theoretisch ausgerichteten Profil dar, das sie beispielsweise über ein Masterstudium mit eventuell anschließender Promotion erworben haben.

d) Integration von Planung, Projektierung, Betrieb und Instandhaltung

In Abhängigkeit von Größe und Organisationsstruktur eines produzierenden Unternehmens sind Automatisierungsingenieur*innen aus dem Bereich Betrieb und Instandhaltung auch für die Planung und Projektierung von Anlagenmodifikationen und Anlagenerweiterungen der von ihnen betreuten Anlagen zuständig und verantwortlich. In der betrieblichen Praxis agieren sie in dieser Funktion als Auftraggeber für unternehmensinterne Facheinheiten oder externe Lieferanten. In Produktionsanlagen, die von größeren Mitarbeiterteams betreut werden, werden insbesondere in Führungspositionen häufig Ingenieur*innen mit Masterabschluss oder Promotion eingesetzt.

4 Studienverlaufsplan

Modul	Teilmodul	Sem.	ECTS	Semester			
				1	2	3	4
				ECTS			
Industrial Communication and Information Security in Industrial Automation	Industrial Ethernet	1	12	3			
	Industrial IT and Industrial IoT	2			3		
	IT-Security - Management and Technologies	1		3			
	Industrial Security in Automation	2			3		
Integration of Technical and Business Information Systems	Object oriented Programming for Data Science	1	11	3			
	Relational Databases	1		2			
	Enterprise Resource Planning Systems	1		3			
	Industrial IoT and Manufacturing Execution Systems	2			3		
Modelling and Simulation of Technical Systems	Modelling and Simulation of Continuous Systems	2	14		4		
	Modelling and Simulation of Discrete Event Systems	2			3		
	Data-driven Modelling and Model Optimization	2			5		
	Modelling and Simulation of Electrical Energy Systems	1		2			
Control of Technical Systems	Digital Signal Processing and Optoelectronics	2	13		4		
	Linear, Nonlinear and Model Predictive Control	1		5			
	Automation of Discrete Event Systems	2		2			
	Protection Automation and Control in Electrical Energy Supply	2			2		
Optimization of Technical Systems	Numerical Methods	1	10	3			
	Optimization	1		4			
	Machine Learning and AI	2			3		
Case Studies	Case Study I	3	30			10	
	Case Study II	3				10	
	Case Study III	3				10	
Master Thesis	Thesis	4	30				20
	Colloquium	4					10
Summe ECTS			120	30	30	30	30

5 Exemplarischer Studienverlaufsplan bei Teilzeitstudium

Modul	Teilmodul	Sem.	ECTS	ECTS/ Semester					
				1	2	3	4	5	6
				ECTS					
Industrial Communication and Information Security in Industrial Automation	Industrial Ethernet	1	12	3					
	Industrial IT and Industrial IoT	2		3					
	IT-Security - Management and Technologies	1			3				
	Industrial Security in Automation	2				3			
Integration of Technical and Business Information Systems	Object oriented Programming for Data Science	1	11	3					
	Relational Databases	1		2					
	Enterprise Resource Planning Systems	1			3				
	Industrial IoT and Manufacturing Execution Systems	2				3			
Modelling and Simulation of Technical Systems	Modelling and Simulation of Continuous Systems	2	14	4					
	Modelling and Simulation of Discrete Event Systems	2		3					
	Data-driven Modelling and Model Optimization	2				5			
	Modelling and Simulation of Electrical Energy Systems	1		2					
Control of Technical Systems	Digital Signal Processing and Optoelectronics	2	13	4					
	Linear, Nonlinear and Model Predictive Control	1		5					
	Automation of Discrete Event Systems	2			2				
	Protection Automation and Control in Electrical Energy Supply	2		2					
Optimization of Technical Systems	Numerical Methods	1	10	3					
	Optimization	1			4				
	Machine Learning and AI	2				3			
Case Studies	Case Study I	3	30			10			
	Case Study II	3					10		
	Case Study III	3					10		
Master Thesis	Thesis	4	30						20
	Colloquium	4							10
Summe ECTS			120	18	16	22	14	20	30

6 Module

6.1 Industrial Communication and Information Security in Industrial Automation

Module Code:	IN-01
Module Title:	Industrial Communication and Information Security in Industrial Automation
Type of Module:	Mandatory
ECTS Credits:	12 CP
Language:	English
Duration of Module:	2 Terms
Recommended for Semester:	1. + 2. Semester
Frequency:	Every year
Person Responsible for this Module:	Prof. Dr. Frithjof Klasen
Lecturers:	Prof. Dr. Frithjof Klasen
Learning Outcome:	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> - evaluate, plan and configure industrial communication systems - evaluate, plan and configure industrial IT-security systems <p>by</p> <ul style="list-style-type: none"> - understanding the principles of real-time Ethernet solutions and their applications in Automation including TSN, PROFINET and OPC UA - understanding the difference of horizontal and vertical communication - gaining detailed knowledge and experience in PROFINET regarding concept, engineering, diagnosis and maintenance - understanding the requirements and functionality of network devices and controllers - analyzing and evaluating network traffic in real-time applications by means of tools - installing and configuring network devices - planning and commissioning of network installations - understanding connectivity architectures for Industrial Internet of Things (IIoT) - understanding current technologies and protocols for IIoT - evaluating the pros and cons of various protocols <ul style="list-style-type: none"> - understanding industrial security objectives (availability, integrity, confidentiality) - analyzing security objectives in IT and industrial automation scenarios - comprehending international security standards for automation such as VDI 2182 and IEC 61443 - understanding the roles of vendors, system integrators and asset owners (end users) - determining and evaluating system security vulnerabilities - understanding and applying risk analysis methods to develop and evaluate measures - evaluating typical threats, risks and measures in industrial automation scenarios - developing methods to determine vulnerabilities - understand encryption methodology incl. signatures - estimating security tool limitations - understanding firewall technology - planning and configuring firewall systems <ul style="list-style-type: none"> - summarizing results in reports - presenting results in oral presentations <p>to</p> <ul style="list-style-type: none"> - be able to design, manage and maintain industrial automation systems - be qualified for a professional career as automation engineer

Module Content:**Lectures:**

- a) Industrial Ethernet
- b) Industrial IT and Industrial IoT
- c) IT-Security - Management and Technologies
- d) Industrial Security in Automation

Lecturer:

- a) Prof. Dr. Klasen
- b) Prof. Dr. Klasen
- c) Prof. Dr. Klasen
- d) Prof. Dr. Klasen

Credit Points:

- a) 3 CP
- b) 3 CP
- c) 3 CP
- d) 3 CP

Content:**a) Industrial Ethernet (Horizontal Communication)**

- Ethernet-based industrial communication (focus on PROFINET)
- Network analysis of real-time Ethernet networks
- Network devices (switches, routers)
- Architecture of plant networks vs. corporate networks
- Integration of plant network and corporate network
- Practical part:
 - PROFINET engineering and commissioning Workshop
 - Configuring network devices
 - Designing and configuring PROFINET applications including M2M

b) Industrial IT and Industrial IoT (Vertical Communication)

- Interfacing systems via OPC UA
- Remote access solutions
- Internet technologies in automation
- IIoT connectivities and protocols
- Interfaces and application protocols

c) IT-Security - Management and Technologies

- Introduction to the basic terms used in IT security (security objectives, mechanisms, example scenarios)
- The Information security management system - instruments and methods used by management to systematically control (i.e., plan, put in place, implement, monitor, and improve) tasks and activities relating to IT security
- International standards on IT security
- Cryptographic procedures as mechanisms to achieve security objectives - current cryptographic standards
- Principles and mechanisms of authentication
- TCP/IP based network and service security (weaknesses, attacks, examples)
- Firewall systems (application level gateways, packet filters, remote access)
- Intrusion Prevention Systems (IPS)

d) Industrial Security in Automation

- Specific requirements and conditions of industrial automation
- Threads and risk assessment
- Security aspects of Ethernet based automation protocols
- Functional security limitations and interfaces
- Design aspects of automation devices and systems
- Vulnerability Test and development of test cases for benchmarks and audits
- Security & Safety
- Typical architectures of security solutions
- Procedural models for implementing solutions (manufacturers, integrators, users)

Teaching and Learning Methods:Lecture, Tutorial, Laboratory Course

Assessment Method:	<p>a) Written examination, oral examination, course work assignment b) Written examination, oral examination, course work assignment c) Written examination, oral examination, course work assignment d) Written examination, oral examination, course work assignment</p> <p>Weighting factors for finale module marking: $(3 * a) + 3 * b) + 3 * c) + 3 * d) / 12$</p>
Workload (25 - 30 h \cong 1 ECTS credit):	360 h
Contact hours:	150 h
Self-study:	210 h
Recommended Prerequisites:	-
Recommended Reading:	<ul style="list-style-type: none"> - Klasen, F. et al.; Industrial Communication with Fieldbus and Ethernet VDE Verlag, 9.11.2011, ISBN 978-3-8007-3358-3 - Anderson, Ross: Security Engineering, John Wiley & Sons Inc, 2001 - Eckert, Claudia: IT-Sicherheit. Konzepte - Verfahren - Protokolle, Oldenbourg, 2006 - Schneier, Bruce : Practical Cryptography, John Wiley & Sons, 2003 - Schneier, Bruce : Secrets & Lies. IT-Sicherheit in einer vernetzten Welt, Dpunkt Verlag, 2006 - http://www.securityfocus.com (aktuelle Sicherheitsmeldungen) - Normen und Richtlinien: Manufacturing and Control Systems Security ISA SP99 - VDE/VDI 2182
Use of the Module in Other Degree Programs:	-
Particularities:	-
Last update:	November 08, 2019

6.2 Integration of Technical and Business Information Systems

Module Code:	IS-01
Module Title:	Integration of Technical and Business Information Systems
Type of Module:	Mandatory
ECTS Credits:	11 CP
Language:	English
Duration of Module:	2 Terms
Recommended for Semester:	1. + 2. Semester
Frequency:	Every year
Person Responsible for this Module:	Prof. Dr. Rainer Scheuring
Lecturers:	Damian Gawenda M.A., Prof. Dr. Hartmut Westenberger, Prof. Dr. Christian Wolf, Prof. Dr. Felix Hackelöer
Learning Outcome:	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> - design and write object oriented program code using the Python language - use relational databases - evaluate technologies of Industrial Internet of Things and Manufacturing Execution Systems - understand Enterprise Resource Planning Systems <p>by</p> <ul style="list-style-type: none"> - understanding and using abstract classes, composition and data analysis functions - comprehending the theoretical principles of database systems and their application to modelling and implementing databases, - creating complex database queries, data definitions and data changes using SQL programming - using transactions, multi-user synchronisation and procedures for fault recovery and ensuring data integrity - understanding active database concepts and applying them with Oracle PL/SQL - understand and evaluate Internet of Things (IoT) technologies - understand protocols of IoT - evaluate architectures of industrial IoT applications and environments - handle data within IoT systems - comprehending MES architectures (Manufacturing Execution System) - understanding the functionalities of central MES components and their evaluation - using and parameterizing MES interfaces to superior and inferior systems - comprehending basic technologies of information systems (client/server, web services, communication in client/server and service oriented structures) and their pros and cons - modeling business processes and implementing small examples of business functions in an enterprise resource planning environment - analyzing complex application systems in reference models - evaluating the technology of application systems - comprehending various integration models and integrating sub-systems - summarizing results in reports - presenting results in oral presentations <p>to</p> <ul style="list-style-type: none"> - be able to solve data science problems by developing fast and reliable object-oriented software - be able to integrate automation systems, technical information systems and business information systems - be qualified for a professional career as automation engineer
Module Content:	<p>Lectures:</p> <p>a) Object oriented Programming for Data Science</p>

-
- b) Relational Databases
 - c) Industrial IoT and Manufacturing Execution Systems
 - d) Enterprise Resource Planning Systems

Lecturer:

- a) Prof. Dr. Christian Wolf
- b) Damian Gawenda M.A.
- c) Prof. Dr. Felix Hackelöer
- d) Prof. Dr. Hartmut Westenberger

Credit Points:

- a) 3 CP
- b) 2 CP
- c) 3 CP
- d) 3 CP

Content:

- a) Object oriented Programming for Data Science
 - Abstract data types, classes, objects, messages, Instance variables, methods, encapsulation, private and public access, class variables, constructors, class interface, class implementation
 - Classes and objects, private and public class members, constructors, initialization list, static data members, overloading, inline, separation of interface and implementation
 - Data structures, iterators and containers
 - Design, code and test a series of object-oriented programs to reenforce lecture content
 - Exception handling
 - Function overloading, operator overloading
 - Generic Types, Static and Dynamic Binding, Polymorphism, Overloading
 - Inheritance: Types of Inheritance, Construction, Destruction, Multiple Inheritance
 - b) Relational Databases
 - Basic terms and architectures of databases
 - Database system creation
 - Principles of the relational model (relational algebra, query optimisation, functional dependencies, data integrity and normalisation)
 - Data modelling (Entity Relationship Model)
 - Implementation using a relational database system as an example
 - Database language SQL: DDL, DML, DAL
 - Constraints of the current SQL standard (SQL 2003)
 - Transaction concepts
 - Multi-user synchronisation
 - Fault recovery and data security
 - Active database concepts and fundamentals of Oracle PL/SQL
 - c) Industrial Internet of Things (IIoT) and Manufacturing Execution Systems (MES)
 - Introduction into Industrial IoT and Industrie 4.0
 - Architecture of IIoT Applications
 - IoT Plattformen and cloud based systems
 - Designating factors of industrial IoT applications
 - IoT Connectivity
 - Protocols of Industrial IoT
 - Semantics
 - Digital twins
 - Handling of data
 - Principles and terminology of MES (ISA-95)
 - Architecture and structures of MES
 - Framework and library concept
 - Specific MES (PIMS, LIMS, QS, Scheduling, etc.)
 - Interfaces to subordinate automation systems (especially OPC)
 - Interfaces to and integration with superior ERP systems (especially SAP)
 - Industrial implementation examples
-

	<p>d) Enterprise Resource Planning Systems (ERP)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Structure of ERP Systems, ERP Paradigms - Basic Technologies (client/server, SOAP) and Technical Architecture - Business Transaction and Transaction Monitor - Process Modelling - Programming and Implementation of Business Functions - Middleware and Integration Models - Web Service Based Integration
Teaching and Learning Methods:	Lecture, Tutorial, Team Project
Assessment Method:	<p>a) Written examination, oral examination, course work assignment</p> <p>b) Written examination, oral examination, course work assignment</p> <p>c) Written examination, oral examination, course work assignment</p> <p>d) Written examination, oral examination, course work assignment</p> <p>Weighting factors for finale module marking: $(3 * a) + 2 * b) + 3 * c) + 3 * d) / 11$</p>
Workload (25 - 30 h $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	330 h
Contact hours:	150 h
Self-study:	180 h
Recommended Prerequisites:	-
Recommended Reading:	<ul style="list-style-type: none"> - Lutz, M.: Programming Python - Powerful Object-Oriented Programming (ISBN: 0596158106) - Gamma, E., Helm, R.: Design Patterns - Elements of Reusable Object-Oriented Software (ISBN: 0201633612) - VanderPlas, J.: Python Data Science Handbook - Essential Tools for Working with Data (ISBN: 9781491912058) - Geron, A.: Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow - Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems (ISBN: 1491962291) - Chappell D. A.: Enterprise Service Bus. O'Reilly, 2004. - Current publications of major manufacturers such as ORACLE, SAP, SIEMENS, etc. - Elmasri, R, Navathe, R.: Fundamentals of Database Systems. Prentice Hall International, 6th edition, Global Edition, 2010. - Garcia-Molina, Jeffrey D. Ullman Jennifer Widom, Database Systems: The Complete Book, Prentice Hall International, 2008. - Josuttis N., M.: Soa in Practise. O'Reilly Media, 2007. - Meyer, H., Fuchs, F., Thiel, K.: Manufacturing Execution Systems: Optimal Design, Planning, and Deployment. McGraw Hill Book Co, 2009. - Kletti, H.(Editor): Manufacturing Execution System - MES. Springer Berlin Heidelberg, 2010. - Schleipen: Praxishandbuch OPC UA, ISBN 978-3-8343-3413-8 - [Lea: Internet of Things for Architects, ISBN 978-1-78847-059-9] - http://mqtt.org/ - https://www.amqp.org/ - Van der Hoven H.: ERP and Business Processes. Llumina Press, 2009.
Use of the Module in Other Degree Programs:	-
Particularities:	-
Last update:	October 22, 2019

6.3 Modelling and Simulation of Technical Systems

Module Code:	MS-01
Module Title:	Modelling and Simulation of Technical Systems
Type of Module:	Mandatory
ECTS Credits:	14 CP
Language:	English
Duration of Module:	2 Terms
Recommended for Semester:	1. + 2. Semester
Frequency:	Every year
Person Responsible for this Module:	Prof. Dr. Rainer Scheuring
Lecturers:	Prof. Dr. Rainer Scheuring, Prof. Dr. Bartz-Beielstein, Prof. Dr. Wolfgang Konen, Prof. Dr. Michael Freiburg
Learning Outcome:	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> - model and simulate continuous systems - model and simulate discrete event systems - model data based systems (big data) - model and simulate electrical energy systems <p>by</p> <ul style="list-style-type: none"> - understanding and applying the concepts of modelling of continuous systems, discrete event systems, data based systems, and electrical energy systems - understanding the concepts of continuous and discrete event simulators - evaluating advantages and disadvantages of numerical integration methods - applying modelling and simulation concepts to real-world technical problems - designing simulation models of technical systems - evaluating the quality of the simulation models - performing simulation experiments - using tools from statistical learning for modeling and understanding complex data sets - applying standardized processes (e.g., the CRISP-DM process) to investigate complex data - summarizing results in reports - presenting results in oral presentations <p>to</p> <ul style="list-style-type: none"> - develop a deep understanding of the behavior of technical systems - analyze and understand data from these systems - be able to carry out design tasks such as system or plant design, controller design, etc. with the aid of simulation tools - be qualified for a professional career as automation engineer
Module Content:	<p>Lectures:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Modelling and Simulation of Continuous Systems b) Modelling and Simulation of Discrete Event Systems c) Data-driven Modelling and Model Optimization d) Modelling and Simulation of Electrical Energy Systems <p>Lecturer:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Prof. Dr. Rainer Scheuring b) Prof. Dr. Rainer Scheuring c) Prof. Dr. Wolfgang Konen und Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein d) Prof. Dr. Michael Freiburg

Credit Points:

- a) 4 CP
- b) 3 CP
- c) 5 CP
- d) 2 CP

Content:

- a) Modelling and Simulation of Continuous Systems
 - Modelling mechanical systems and process-engineering systems (thermodynamics, data on chemical media, valves, pumps, reactors, distillation columns, etc.)
 - Design and organization of a simulator
 - Sequential-modular simulation
 - Dynamic simulation
 - Introduction to UniSim
 - Process industry applications

- b) Modelling and Simulation of Discrete Event Systems
 - Specifications of discrete event systems
 - Compositional modelling of discrete event systems
 - Object-oriented simulation of discrete event systems
 - Introduction to Arena and Plant Simulation (formerly Simple ++, eM-Plant)
 - Probability distribution
 - Queuing theory
 - Process and production industry application examples

- c) Data-driven Modelling and Model Optimization
 - Data from real-world problems (industry, economy, science)
 - Data preparation
 - Linear regression, logistic regression
 - Hypothesis testing
 - Classification, Linear discriminant analysis
 - Tree-based methods
 - Sequential parameter optimization (SPO)
 - Model selection
 - Treatment of missing values and huge data sets
 - Data visualization
 - Data mining, CRISP-DM Process
 - Learning, especially advanced modelling techniques: Bootstrap, bagging, meta learner (e.g. random forests), empirical learning problems
 - Evaluation of modelling results (e.g., error measures, overfitting, cross validation, precision and recall)

- d) Modelling and Simulation of Electrical Energy Systems
 - System requirements
 - Electrical grids and grid components
 - Grid operation
 - Transmission line theory
 - Stability aspects
 - Network planning
 - Network simulation
 - Distributed energy resources
 - Smart grids
 - Power quality
 - Asset management

Teaching and Learning Methods:

Lecture, Tutorial, Laboratory Course, Team Project

Assessment Method:

- a) Written examination, oral examination, course work assignment
- b) Written examination, oral examination, course work assignment
- c) Written examination, oral examination, course work assignment
- d) Written examination, oral examination, course work assignment

Weighting factors for finale module marking:

$$(4 * a) + 3 * b) + 5 * c) + 2 * d) / 14$$

Workload (25 - 30 h \cong 1 ECTS credit):	420 h
Contact hours:	180 h
Self-study:	240 h
Recommended Prerequisites:	-
Recommended Reading:	<ul style="list-style-type: none"> - Stoer, J., et.al.: Introduction to numerical analysis. ISBN 0-387-95452-X - Kincaid, D., et.al.: Numerical analysis. ISBN 0-534-38905-8 - Brenan, K., et.al.: Numerical solution of initial value problems in differential algebraic equations, 99 TLS 1067, ISBN 0-444-01511-6 - UniSim-Dokumentation, Honeywell 2006 - Kelton, W.D., Sadowski, R.P., Sadowski, D.A.: Simulation with Arena. McGraw-Hill 2002 - Banks, J.: Discrete-Event System Simulation, Prentice-Hall, 1996 - Liebl: Simulation. 2nd revision, Munich. Oldenbourg 1995 - Greasley A.: Simulation Modelling for Business. Ashgate Hants 2004. - Feldmann K., Reinhardt G. (Hrsg.): Simulationsbasierte Planungssysteme für Organisation und Produktion. Springer Berlin 1999. - Fishman G.S.: Discrete-Event Simulation. Springer Series in Operations Research. Springer 2001. - Kelton, W.D., Sadowski, R.P., Sadowski, D.A.: Simulation with Arena. McGraw-Hill 2002 - Witten, I. H., Frank, E.: Data Mining, Hanser, 2nd ed., 2005. - Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J.: The Elements of Statistical Learning. Springer, 2001. - James, G., Witten, D., Hastie, T., and Tibshirani, R.: An Introduction to Statistical Learning with Applications in R. Springer, 4th edition, 2014. - Law, A.M., Kelton, W.D.: Simulation Modeling and Analysis. McGraw-Hill, Boston. 2000. - Bartz-Beielstein, T. et al.: Experimental Methods for the Analysis of Optimization Algorithms. Springer, 2010. - Williams, G.: Data Mining with Rattle and R: The Art of Excavating Data for Knowledge Discovery. Springer, New York, 2011. - Schwab, A. J.: Elektroenergiesysteme, Springer, 2006 - B. Buchholz, Z. Styczynski: Smart Grids, VDE Verlag, 2. Auflage 2018 - Oeding, D., Oswald, B. R.: Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer Vieweg, 2016 - Quaschnig, V.: Regenerative Energiesysteme, Hanser Verlag, 6. Auflage 2009 - Handschin, E.: Elektrische Energieübertragungssysteme, Hüthigverlag, 1992 - Heuck, K., Dettmann, K., Schulz, D.: Elektrische Energieversorgung, Springer, 2013 - Marenbach, R., et al.: Elektrische Energietechnik, Springer Vieweg, 2013 - Nelles, D.: Elektrische Energietechnik, Springer, 1998
Use of the Module in Other Degree Programs:	-
Particularities:	-
Last update:	October 22, 2019

6.4 Control of Technical Systems

Module Code:	CT-01
Module Title:	Control of Technical Systems
Type of Module:	Mandatory
ECTS Credits:	13 CP
Language:	English
Duration of Module:	2 Terms
Recommended for Semester:	1. + 2. Semester
Frequency:	Every year
Person Responsible for this Module:	Prof. Dr. Rainer Scheuring
Lecturers:	Prof. Dr. Sebastian Kraft, Prof. Dr. Michael Freiburg, Prof. Dr. Rainer Scheuring
Learning Outcome:	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> - generate, manipulate and analyze digital and optical signals - design, analyze, evaluate and control continuous systems - design, analyze, evaluate and control discrete event systems - design, analyze, evaluate, control and protect electrical energy systems <p>by</p> <ul style="list-style-type: none"> - understanding and applying digital signal processing theory - understanding and applying theoretical concepts of optoelectronics - understanding and applying linear, nonlinear and model predictive control theory - understanding and applying discrete event control theory - understanding and applying electrical system theory - using "state of the art" analysis and design software - summarizing results in reports - presenting results in oral presentations <p>to</p> <ul style="list-style-type: none"> - be able to carry out design tasks such as system or plant design, controller design, etc. - be qualified for a professional career as automation engineer
Module Content:	<p>Lectures:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Digital Signal Processing and Optoelectronics b) Linear, Nonlinear and Model Predictive Control c) Automation of Discrete Event Systems d) Protection, Automation and Control in Electrical Energy Supply <p>Lecturer:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Prof. Dr. Sebastian Kraft b) Prof. Dr. Rainer Scheuring c) Prof. Dr. Rainer Scheuring d) Prof. Dr. Michael Freiburg <p>Credit Points:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) 4 CP b) 5 CP c) 2 CP d) 2 CP <p>Content:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Digital Signal Processing and Optoelectronics <ul style="list-style-type: none"> - Conversion of signals (D/A, D/A), discrete level and time, impact of analogue environment - Transfer functions in S plane

- Sampling theory fundamentals, Z-transformation, mapping S-Z-plane
 - Fundamentals of digital filters, transposed systems, DFT/FFT
 - Multi-rate signal processing, sample rate conversion
 - Optical signals
 - Fourier optics (fourier basics, transfer function, convolution, autocorrelation, filtering (high pass, low pass,...), point spread function, sampling theorem, applications)
 - Statistical optics (intensity, coherence functions, interference, coherence tomography)
 - Acousto optics
 - Fibers and switches
 - Laser spectroscopy
- b) Linear, Nonlinear and Model Predictive Control
- Control matrix algebra
 - Matrix norms
 - State space approach
 - Interconnected systems and feedback
 - Stability, Ljapunow stability and I/O stability
 - Reachability, Observability and Controllability
 - State feedback and output feedback
 - Observers
 - Multivariable poles and zeros
 - Structural characteristics of non-linear systems
 - Nonlinearity measures
 - Input-output linearization
 - Model-based predictive control systems
 - Internal model control and Smith predictor
 - Linear model predictive control (MPC)
 - Nonlinear model predictive control (NMPC)
 - Implementation concepts of major manufacturers
- c) Automation of Discrete Event Systems
- Analysis of discrete event systems
 - Design of discrete event systems
 - Safety oriented discrete event systems
 - Automation of hybrid dynamic systems
- d) Protection, Automation and Control in Electrical Energy Supply
- Short circuit calculations
 - Information systems in electric energy grids
 - Protection systems
 - Substation communication
 - State estimation
 - Voltage and reactive power control
 - Testing and Monitoring

Teaching and Learning Methods:	Lecture, Tutorial, Laboratory Course, Team Project
Assessment Method:	<p>a) Written examination, oral examination, course work assignment</p> <p>b) Written examination, oral examination, course work assignment</p> <p>c) Written examination, oral examination, course work assignment</p> <p>d) Written examination, oral examination, course work assignment</p> <p>Weighting factors for finale module marking: $(4 * a) + 5 * b) + 2 * c) + 2 * d) / 13$</p>
Workload (25 - 30 h $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	390 h
Contact hours:	180 h
Self-study:	210 h
Recommended Prerequisites:	-

Recommended Reading:	<ul style="list-style-type: none"> - B.E.A. Saleh and M.C. Teich: Fundamentals of Photonics, Wiley, 2007 - Girod, et.al.: Signals and Systems. ISBN 0-471-98800-6 - Proakis: Digital Signal Processing. ISBN 0-13-394289-9 - Diniz, et.al.: Digital Signal Processing. ISBN 0-521-78175-2 - Vaidyanathan, P.P.: Multirate Systems and Filter Banks. ISBN 0-13-605718-7 - Astrom, K.J., Hagglund, T.: Advanced PID Control, ISA, Research Triangle Park, 2006 - William, R.L., Lawrence, D.A.: Linear State-Space Control Systems. Wiley, 2007 - Liebermann, N.P.: Troubleshooting Process Plant Control. Wiley, 2008 - Ziegler, G.: Digitaler Differentialschutz, Publics Publishing , 2013 - Ziegler, G.: Digitaler Distanzschutz, Publics Publishing, 2008 - Schossig, W.: Netzschutztechnik, VDE, 2001 - Rashid, M.: Energy Systems in Electrical Engineering, Springer - Gómez-Expósito, et al: Electric Energy Systems – Analysis and Operation, CRC Press, 2009 - Sivanagaraju, S.: Power system operation and control, Pearson, 2010
Use of the Module in Other Degree Programs:	-
Particularities:	-
Last update:	October 22, 2019

6.5 Optimization of Technical Systems

Module Code:	OS-01
Module Title:	Optimization of Technical Systems
Type of Module:	Mandatory
ECTS Credits:	10 CP
Language:	English
Duration of Module:	2 Terms
Recommended for Semester:	1. + 2. Semester
Frequency:	Every year
Person Responsible for this Module:	Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein
Lecturers:	Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein, Prof. Dr. Boris Naujoks
Learning Outcome:	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> - optimize technical systems - implement, train and debug neural networks - judge the importance of human-centered AI - consider fairness, transparency, and ethics in AI <p>by</p> <ul style="list-style-type: none"> - understanding, applying and evaluating numerical methods and algorithms - understanding and applying optimization theory - understanding and applying machine learning and artificial intelligence methods and algorithms - analyzing new tasks and problems - choosing suitable optimization methods - using "state of the art" optimization software and optimization algorithms - implementing representations, image features - applying optimization algorithms (stochastic gradient descent) - understanding backpropagation - choosing suitable network architectures - analyzing generative models - ascertaining and evaluation correct solutions - understanding bias in data - using tools for visualizing model states - summarizing results in reports - presenting results in oral presentations <p>to</p> <ul style="list-style-type: none"> - be able to improve the behavior of technical systems - solve practical engineering tasks in classification and prediction - be qualified for a professional career as automation engineer
Module Content:	<p>Lectures:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Numerical Methods b) Optimization c) Machine Learning and AI <p>Lecturer:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein, Prof. Dr. Boris Naujoks b) Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein, Prof. Dr. Boris Naujoks c) Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein <p>Credit Points:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) 3 CP b) 4 CP c) 3 CP

Content:

a) Numerical Methods

- Matrices
- Differences, Derivatives, and Boundary Conditions
- Inverses and Delta Functions
- Eigenvalues and Eigenvectors
- Positive Definite Matrices
- Numerical Linear Algebra: LU, QR, SVD
- Numerical integration of standard differential equation systems (linear, non-linear, formal procedures (Runge-Kutta etc.)
- Boundary value problems
- Differential Equations of Equilibrium
- Cubic Splines and Fourth Order Equations
- Gradient and Divergence
- Laplace's Equation
- Finite Differences and Fast Poisson Solvers
- The Finite Element Method
- Stochastic simulation
- Design and organisation of a Monte Carlo simulator

b) Optimization

- Optimization criteria
- Optimization basics (calculus of variation, Euler formula, Hamilton formula, maximum principle, etc.)
- Linear Programming (LP)
- Nonlinear Programming (NLP)
- Quadratic Programming (QP)
- Integer Programming (IP)
- Direct (extrapolation-free) searching procedures (pattern search)
- Stochastic procedures (simulated annealing, evolutionary algorithms)
- Application of optimization procedures to practical problems

c) Machine Learning and AI

- Image Classification: Data-driven Approach, k-Nearest Neighbor, train/val/test splits, L1/L2 distances, cross-validation
- Linear Regression, Logistic Regression, Softmax Regression
- Optimization: Stochastic Gradient Descent
- Neural Networks, Backpropagation
- Convolutional Neural Networks: Architectures, Convolution / Pooling Layers
- Understanding and Visualizing Convolutional Neural Networks

Teaching and Learning Methods:	Lecture, Tutorial, Laboratory Course
Assessment Method:	a) Learning portfolio (alternatively: written or oral examination) b) Learning portfolio (alternatively: written or oral examination) c) Learning portfolio (alternatively: written or oral examination)
	Weighting factors for finale module marking: $(3 * a) + 4 * b) + 3 * c) / 10$
Workload (25 - 30 h $\hat{=}$ 1 ECTS credit):	300 h
Contact hours:	120 h
Self-study:	180 h
Recommended Prerequisites:	-
Recommended Reading:	- Stoer, J., et.al.: Introduction to numerical analysis. ISBN 0-387-95452-X - Kincaid, D., et.al.: Numerical analysis. ISBN 0-534-38905-8 - Gill, P.E., Murray, W., Wright, M.: Practical Optimization. Academic Press, London, 1989

	<ul style="list-style-type: none">- Edgar, T.F., Himmelblau, D.M.: Optimization of chemical processes. Mc Graw-Hill, 2001- Gekeler, E.W.: Mathematical Methods for Mechanics with MATLAB Experiments. Springer, Berlin 2008- Neumann, K. und Morlock, M: Operations Research. 2. Aufl. Hanser, München 2002- Bartz-Beielstein, T.: Experimental Research in Evolutionary Computation. 1.Aufl., Springer, Berlin 2006- Markon, S., Kita, H., Kise, H., Bartz-Beielstein, T.: Modern Supervisory and Optimal Control with Applications in the Control of Passenger Traffic Systems in Buildings. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 2006- Nelli, F.: Python Data Analytics, Springer. 2015- Moncecchi, G., Garreta, R.: Learning scikit-learn - Machine Learning in Python. 2013- Goodfellow, I., Bengio, Y., and Courville, A.: Deep Learning. MIT press, 2016
Use of the Module in Other Degree Programs:	-
Particularities:	-
Last update:	October 22, 2019

6.6 Case Studies

Module Code:	CS-01
Module Title:	Case Studies
Type of Module:	Mandatory
ECTS Credits:	30 CP
Language:	English
Duration of Module:	1 Terms
Recommended for Semester:	3. Semester
Frequency:	Every year
Person Responsible for this Module:	Prof. Dr. Rainer Scheuring
Lecturers:	Prof. Dr. Elena Algorri, Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein, Prof. Dr. Frithjof Klasen, Prof. Dr. Wolfgang Konen, Prof. Dr. Boris Naujoks, Prof. Dr. Rainer Scheuring, Prof. Dr. Christian Wolf, Prof. Dr. Michael Freiburg, Prof. Dr. Felix Hackelöer
Learning Outcome:	<p>Students can</p> <ul style="list-style-type: none"> - create a case study <p>by</p> <ul style="list-style-type: none"> - understanding the technical or scientific problem - Identifying relevant previous work in the literature - developing solution approaches - evaluating the solution approaches - selecting and implementing the best approach - writing a report that describes the methods and the approach used - presenting the work in a seminar <p>to</p> <ul style="list-style-type: none"> - specialize in a sub-area of the Master's programme - develop their abilities to solve a technical or scientific problem - be qualified for a professional career as automation engineer
Module Content:	<p>Case Study:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Case Study Industrial Communication and Information Security (ICIS) b) Case Study Integration of Technical and Business Information Systems (ITBS) c) Case Study Modelling and Simulation of Technical Systems (MSTS) d) Case Study Control of Technical Systems (CTS) e) Case Study Optimization of Technical Systems (OTS) <p>Lecturer:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) see Lecturers b) see Lecturers c) see Lecturers d) see Lecturers e) see Lecturers <p>Credit Points:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) 10 CP b) 10 CP c) 10 CP d) 10 CP e) 10 CP

	<p>Content of case studies:</p> <p>The content of a case study is related to the content of the corresponding module of the master program.</p>
Teaching and Learning Methods:	Team project
Assessment Method:	<p>a) Case study report and oral presentation b) Case study report and oral presentation c) Case study report and oral presentation d) Case study report and oral presentation e) Case study report and oral presentation</p> <p>Case studies have to be processed in teams. Each student has to select three case studies. Each case study has to be from a different category (i.e. a) or b) or c) or d) or e)).</p> <p>The module examination has two parts: the case study report and the oral presentation. Both parts have to be passed. The oral presentation is included in the grade awarded, whereby the weighting of the case study report to the oral presentation is 3:1.</p> <p>Weighting factors for finale module marking: Each case study has a weighting factor of 10. $(10 * x) + 10 * y + 10 * z) / 30$</p>
Workload (25 - 30 h \cong 1 ECTS credit):	900 h
Contact hours:	100 h
Self-study:	800 h
Recommended Prerequisites:	- Modules and lectures of 1 st and 2 nd semester
Recommended Reading:	- See other modules
Use of the Module in Other Degree Programs:	-
Particularities:	-
Last update:	October 22, 2019

6.7 Master Thesis

Module Code:	MT-01
Module Title:	Master Thesis
Type of Module:	Mandatory
ECTS Credits:	30 CP
Language:	English
Duration of Module:	1 Term
Recommended for Semester:	4. Semester
Frequency:	Every year
Person Responsible for this Module:	Prof. Dr. Rainer Scheuring
Lecturers:	Prof. Dr. Elena Algorri, Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein, Prof. Dr. Frithjof Klasen, Prof. Dr. Wolfgang Konen, Prof. Dr. Boris Naujoks, Prof. Dr. Rainer Scheuring, Prof. Dr. Christian Wolf, Prof. Dr. Michael Freiburg, Prof. Dr. Felix Hackelöer
Learning Outcome:	<p>A student can</p> <ul style="list-style-type: none"> - create a scientific thesis <p>by</p> <ul style="list-style-type: none"> - understanding the technical or scientific problem - identifying, analyzing and evaluating relevant previous work in available literature - developing solution approaches - evaluating the solution approaches - selecting the best approach - implementing the best approach - describing the problem and its solution approaches and the approach used in the form of a written final thesis - presenting the results in an oral presentation (colloquium) <p>to</p> <ul style="list-style-type: none"> - further develop and demonstrate his or her capacities for independent scientific work - further develop and demonstrate his or her ability to solve a technical or scientific problem on time - be qualified for a professional career as automation engineer
Module Content:	<p>Lecturer: See Lecturers</p> <p>Content:</p> <p>The content of the master thesis is related to the content of the modules of the Master's programme.</p>
Teaching and Learning Methods:	<ul style="list-style-type: none"> - Independent work - Obligatory and voluntary consultation - Presentation of interim results - Presentation of the master's degree thesis
Assessment Method:	<p>Final thesis and colloquium.</p> <p>The module examination has two parts: the thesis and the colloquium. The colloquium is included in the grade awarded, whereby the weighting of thesis to colloquium is 2:1. The module is passed if the thesis and the colloquium are passed.</p> <p>Weighting factors for finale module marking: (20 * Thesis + 10 * Colloquium) / 30</p>

Workload (25 - 30 h \cong 1 ECTS credit):	900 h
Contact hours:	60 h
Self-study:	840 h
Recommended Prerequisites:	-
Recommended Reading:	-
Use of the Module in Other Degree Programs:	-
Particularities:	-
Last update:	October 22, 2019

7 Modulmatrix

In der Modulmatrix werden die einzelnen Module in Hinblick auf Handlungsfelder, Absolvent*innenprofil und Qualifikationsziele bewertet:

Modul	Teilmodul	Handlungsfelder			Kompetenzen Absolvent*.profil			Qualifikationsziele				Zahl
		Forschung und Entwicklung	Planung und Projektierung	Betrieb und Instandhaltung	Probleme erkennen	Aufgaben formulieren	Aufgaben lösen	Internationalisierung	Interdisziplinarität	Digitalisierung	Transfer	
		CP	CP	CP								
Industrial Communication and Information Security in Industrial Automation (ICIS)	Industrial Ethernet	1	1	1	x	x	x	x	x	x		1
	Industrial IT and Industrial IoT	1	1	1	x	x	x	x	x	x		1
	IT-Security - Management and Technologies	1	1	1	x	x	x	x	x	x		1
	Industrial Security in Automation	1	1	1	x	x	x	x	x	x		1
Integration of Technical and Business Information Systems (ITBIS)	Object oriented Program. for Data Science	2	1		x	x	x	x		x		1
	Relational Databases	1	1		x	x	x	x		x		1
	Enterprise Resource Planning Systems	1	1	1	x	x	x	x		x		1
	Industrial IoT and MES	1	1	1	x	x	x	x	x	x		1
Modelling and Simulation of Technical Systems (MSTS)	Modelling and Simulation of Continuous Systems	3	1		x	x	x	x		x		1
	Modelling and Simulation of Discrete Event Systems	2	1		x	x	x	x		x		1
	Data-driven Modelling and Model Optimization	3	1	1	x	x	x	x		x		1
	Modelling and Simulation of Electrical Energy Syst.	1	1		x	x	x	x		x		1
Control of Technical Systems (CTS)	Digital Signal Processing and Optoelectronics	3	1		x	x	x	x		x		1
	Linear, Nonlinear and Model Predictive Control	2	2	1	x	x	x	x		x		1
	Automation of Discrete Event Systems	0,5	1	0,5	x	x	x	x		x		1
	PAC in Electrical Energy Supply	0,5	1	0,5	x	x	x	x		x		1
Optimization of Technical Systems (OTS)	Numerical Methods	1	1		x	x	x	x		x		1
	Optimization	2	2	1	x	x	x	x		x		1
	Machine Learning and AI	3			x	x	x	x	x	x		1
Case Studies	Case Study ICIS	6	3	1	x	x	x	x	x	x	x	1
	Case Study ITBIS	6	3	1	x	x	x	x	x	x	x	1
	Case Study MSTS	6	3	1	x	x	x	x		x	x	1
	Case Study CTS	6	3	1	x	x	x	x		x	x	1
	Case Study OTS	6	3	1	x	x	x	x	x	x	x	1
Master Thesis		20	7	3	x	x	x			x	x	1

8 Prüfungsliste

In der folgenden Tabelle werden die in den einzelnen Modulen verwendeten Prüfungsformen im Überblick dargestellt:

Modul	Teilmodul	Sem.	ECTS ges.	ECTS	Gewichtung %	Prüfungsform		
						Klausur / Test	mündliche Prüfung	bewertete Übungs- aufgaben bzw. Projekt- arbeiten
						%	%	%
Industrial Communication and Information Security in Industrial Automation	Industrial Ethernet	1	12	3	2,5	50		50
	Industrial IT and Industrial IoT	2		3	2,5	50		50
	IT-Security - Management and Technologies	1		3	2,5	50		50
	Industrial Security in Automation	2		3	2,5	50		50
Integration of Technical and Business Information Systems	Object oriented Programming for Data Science	1	11	3	2,5	50		50
	Relational Databases	1		2	1,7	50		50
	Enterprise Resource Planning Systems	1		3	2,5	50		50
	Industrial IoT and Manufacturing Execution Systems	2		3	2,5	50		50
Modelling and Simulation of Technical Systems	Modelling and Simulation of Continuous Systems	2	14	4	3,3	50		50
	Modelling and Simulation of Discrete Event Systems	2		3	2,5	50		50
	Data-driven Modelling and Model Optimization	2		5	4,2	50		50
	Modelling and Simulation of Electrical Energy Systems	1		2	1,7	50		50
Control of Technical Systems	Digital Signal Processing and Optoelectronics	2	13	4	3,3	50		50
	Linear, Nonlinear and Model Predictive Control	1		5	4,2	50		50
	Automation of Discrete Event Systems	2		2	1,7	50		50
	Protection Automation and Control in Electrical Energy Supply	2		2	1,7	50		50
Optimization of Technical Systems	Numerical Methods	1	10	2	1,7			100
	Optimization	1		5	4,2			100
	Machine Learning and AI	2		3	2,5			100
Case Studies	Case Study I	3	30	10	8,3			100
	Case Study II	3		10	8,3			100
	Case Study III	3		10	8,3			100
Master Thesis	Thesis	4	30	20	16,7			100
	Colloquium	4		10	8,3		100	
Summe ECTS			120	120				

In der Mehrzahl der Lehrveranstaltungen des Masterstudiengangs Automation & IT wird eine Mischform aus bewerteten Assignments (Einzelarbeiten, Gruppenarbeiten) mit ein oder zwei ergänzenden Tests zur Notenfindung eingesetzt.

Impressum:

TH Köln
Gustav-Heinemann-Ufer 54
50968 Köln

www.th-koeln.de