

# MODULHANDBUCH

Diploma of Advanced Studies  
Smart Systems Engineering  
Stand: März 2021

## Inhalt

Diploma of Advanced Studies „Smart Systems Engineering” .....	4
Berufsbegleitend zum Smart Systems Engineer .....	4
Aufbau des DAS .....	4
Was das Zertifikatsprogramm und den Master besonders macht .....	5
Flexibles Studienmodell für Berufstätige .....	5
Aktivierendes Blended Learning-Konzept.....	5
Enge Verzahnung von Theorie und Praxis .....	5
Schnittstellenkompetenz durch interdisziplinäre Qualifizierung.....	5
Individuelle Profilbildung durch Wahlmöglichkeiten.....	5
Qualifikationsziele und Berufsaussichten .....	5
Lernziele .....	6
Pflichtmodule: (24 Credits) .....	7
Smart Systems Engineering I (ENG1010).....	7
Smart Systems Engineering II (ENG1020).....	10
Technische Optimierung (ENG1030).....	13
IoT-Projektarbeit (ENG3010) .....	16
Wahlmodule (6 Credits).....	19
Technologiemanagement (SIM5450) .....	19
Innovationsmanagement (SIM5810).....	22
Sustainability Management (ENG2010) .....	25

Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Mike Barth  
Programmverantwortlicher Diploma of Advanced Studies "Smart Systems Engineering"  
Professor für das Engineering mechatronischer Systeme  
<https://www.hs-pforzheim.de/profile/mikebarth/>

Anja Sperl M. A.  
Studiengangkoordination  
Tel: 07231 / 28 6037  
[anja.sperl@hs-pforzheim.de](mailto:anja.sperl@hs-pforzheim.de)

Victoria Fehr M. Sc.  
Blended Learning & IT  
Tel: 07231 / 28 6013

Email: [weiterbildung@hs-pforzheim.de](mailto:weiterbildung@hs-pforzheim.de)  
Web: [www.hs-pforzheim.de/weiterbildung](http://www.hs-pforzheim.de/weiterbildung)

## Diploma of Advanced Studies „Smart Systems Engineering“

### Berufsbegleitend zum Smart Systems Engineer

Die Innovationsfähigkeit eines Unternehmens spielt heute eine Schlüsselrolle für den Erhalt und die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit. Dabei ist die digitale Innovation von Produkten, Anlagen und Dienstleistungen die Voraussetzung für eine ganzheitliche Produkt- und Designentwicklung im Spannungsfeld von Kundenbedürfnissen, wirtschaftlicher Rentabilität und technologischer Machbarkeit. Die Module des berufsbegleitenden DAS „Smart Systems Engineering“ qualifizieren Studierende für die Übernahme von kreativen und leitenden Positionen in Forschung & Entwicklung, im Produktmanagement, der Produktion, im Engineering, aber auch in typischen Querschnittsbereichen wie Innovations-, Veränderungs- und Qualitätsmanagement. Der Fokus des Programms liegt dabei auf digitalen Technologien in den Bereichen Automatisierungstechnik, Internet der Dinge, Optimierung, Digitalisierung, Künstliche Intelligenz, Leadership, Innovation und Nachhaltigkeit.

Das Diploma of Advanced Studies führt die industrielle Praxis der Automation und der dahinterstehenden Engineering-Prozesse mit den neuen digitalen Assets des Internets der Dinge zusammen. Dabei treffen industrielle Robotersteuerung auf IOT-Gateways, Produkte werden mit einem digitalen Zwilling realisiert, Prozesse werden mathematisch-technisch optimiert und sicherheitsgerichtete Kommunikation trifft auf MQTT oder OPC UA. Das Studium schließt nach insgesamt vier Pflicht-Modulen zuzüglich mindestens eines Moduls aus dem Wahlbereich mit einem Diploma of Advanced Studies-Zertifikat in „Smart Systems Engineering“ ab.

Umfang: Vier Pflichtmodule zzgl. mindestens eines Wahlmoduls

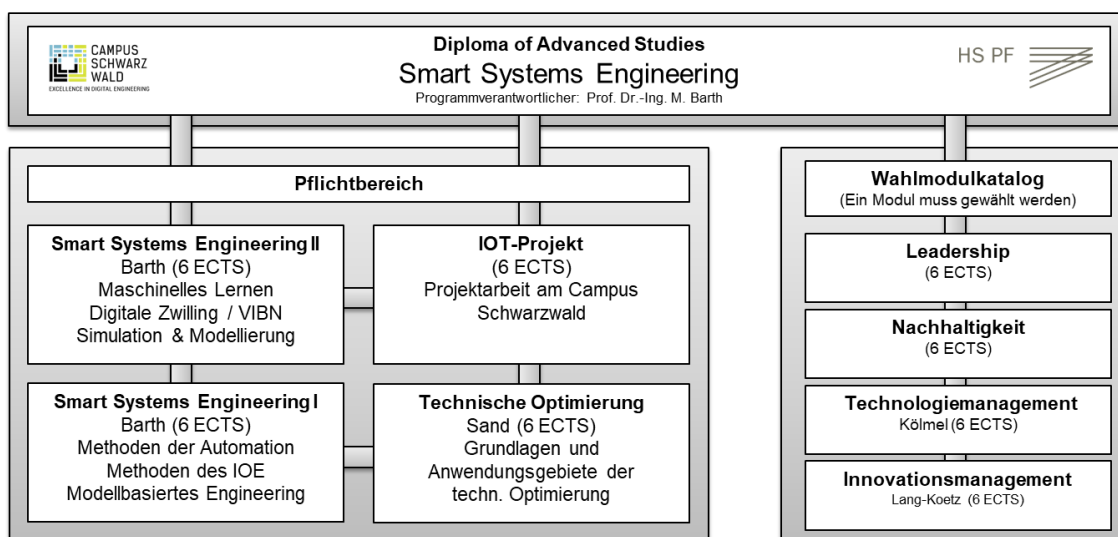
Dauer: Drei - sechs Semester

Abschluss: DAS „Smart Systems Engineering“

### Aufbau des DAS

Die Studiendauer kann mit der Anzahl der belegten Module pro Semester an die persönliche Karriere- und Lebensplanung angepasst werden. **Eine Mindest- oder Höchstzahl an zu absolvierenden Modulen pro Semester gibt es nicht.**

Die vier Pflichtmodule werden verteilt auf das Sommer- und Wintersemester (zwei Module Sommer, zwei Module Winter) angeboten und sollten entsprechend der persönlichen Planung belegt werden. Die Wahlmodule werden nach der individuellen Anmeldezahl geplant und können in beliebiger Anzahl gewählt werden. Für das DAS-Abschlusszertifikat ist die erfolgreiche Prüfung in mindestens einem Wahlfach notwendig.



## Was das Zertifikatsprogramm und den Master besonders macht

### Flexibles Studienmodell für Berufstätige

Organisation, Struktur und Service sind auf die Bedürfnisse berufstätiger Studierender und deren Unternehmen ausgerichtet. Der Wechsel von kurzen Präsenzphasen **am Campus Schwarzwald in Freudenstadt** (insgesamt zwei Tage pro Modul) und zeit- und ortsunabhängigen Selbst- und Gruppenarbeitsphasen ermöglicht einen größtmöglichen Freiraum für die individuelle Studienplanung. Auch die gesamte Studiendauer kann mit der Anzahl der belegten Module an die persönliche Karriere- und Lebensplanung angepasst werden.

### Aktivierendes Blended Learning-Konzept

Das neue Programm verfolgt den didaktischen Ansatz des Blended Learnings. Hierfür werden Präsenz- mit Onlinephasen kombiniert, um die Vorteile beider Methoden zu verknüpfen. In den Onlinephasen wird auf aktivierende Maßnahmen gesetzt und die Lernenden können die Inhalte zeitlich flexibel und in ihrem eigenen Tempo bearbeiten.

### Enge Verzahnung von Theorie und Praxis

Das Programm vermittelt theoretische Grundlagen und anwendungsorientiertes Wissen. Das Lehr- und Lernkonzept basiert innerhalb der Präsenzphasen auf kleinen Gruppen, interaktivem Lernen und der Anwendung des erworbenen Wissens in Forschungs- und Praxisprojekten. Die praktischen Erfahrungen und Projekte der Teilnehmer werden aktiv in die Lehrveranstaltungen integriert. Insbesondere das in das Programm integrierte IOT-Projekt erlaubt die Umsetzung und den Transfer der erworbenen Kenntnisse in die Praxis. Hierbei werden die modernsten technischen Einrichtungen des Campus Schwarzwald genutzt.

### Schnittstellenkompetenz durch interdisziplinäre Qualifizierung

Unser Anspruch ist es, ganzheitlich und auf höchstem technischem Niveau auszubilden. Durch die interdisziplinäre Verbindung von mechatronischen (Mechanik, Software und Elektronik) Inhalten qualifiziert das Studium breit für Entwicklungs-, Forschungs- und Führungsaufgaben in technisch orientierten Unternehmensbereichen sowie in Schnittstellen zum Produktmanagement und Vertrieb.

### Individuelle Profilbildung durch Wahlmöglichkeiten

Das Programm eröffnet durch die gegebenen Wahlmöglichkeiten den Blick über den Tellerrand sowie eine Profilierung. So kann dem Studium ein persönlicher Stempel aufgedrückt werden.

### Qualifikationsziele und Berufsaussichten

Das Diploma of Advanced Studies richtet sich an Fach- und Führungskräfte aus technischen Unternehmensbereichen mit einem Berufs- oder Studienabschluss auf Niveau 6 des Deutschen Qualifikationsrahmens (DQR 6), welche die Digitalisierung, technische Entwicklung und Innovation aktiv gestalten. Dies beinhaltet u.a. Technikerinnen und Techniker, Meisterinnen und Meister sowie Ingenieurinnen und Ingenieure. Berufsfelder/-bereiche liegen sowohl in klassischen Unternehmensfunktionen wie Forschung und Entwicklung, im Produktmanagement, der Produktion, im Engineering, aber auch in typischen Querschnittsbereichen wie Innovations-, Veränderungs- und Qualitätsmanagement. Der Fokus des Programms liegt dabei auf digitalen Technologien in den Bereichen Automatisierungstechnik, Internet der Dinge, Optimierung, Digitalisierung, Künstliche Intelligenz, Leadership, Innovation und Nachhaltigkeit.

## Lernziele

Folgende Lernziele werden im DAS „Smart Systems Engineering“ angestrebt:

Absolventinnen und Absolventen des Programms:

1. verfügen über ein breites und integriertes Wissen in den technologischen Kernbereichen der Digitalisierung. Darüber hinaus beherrschen die Absolventinnen und Absolventen innovative Engineering-Methoden aus den Bereichen Software, Virtualisierung, Innovations- & Technologiemanagement sowie der Prozessoptimierung, die wesentlich über das auf der Ebene des Erstabschlusses vorhandene Wissen hinausgehen. Sie verstehen die technischen, organisationalen und gestalterischen Bezüge des modernen und smarten Engineerings von innovativen Produkten, Anlagen und Dienstleistungen und sind in der Lage, die jeweils notwendigen Technologien, inklusive der eingesetzten Modelle, hinsichtlich deren Möglichkeiten und Grenzen zu charakterisieren, zu analysieren und kritisch zu reflektieren (**Wissensverbreiterung**).
2. verfügen über ein breites, detailliertes Verständnis der wichtigsten Theorien, Prinzipien und Methoden des digitalen und smarten Engineerings von technischen Anlagen, Produkten und Dienstleistungen an den Schnittstellen von Software-, Mechanik und Elektronik, setzen sich kritisch damit auseinander und sind in der Lage, dieses Wissen selbständig zu vertiefen. Ihr Wissen und Verstehen entspricht dem neuesten Stand der Fachliteratur (**Wissensvertiefung**).
3. können sich zügig in neue Themengebiete einarbeiten, relevante Informationen sammeln, analysieren, bewerten und interpretieren, daraus technisch fundierte Urteile ableiten und eigenständig Lösungen erarbeiten. Sie sind in der Lage das erlernte Wissen selbständig anzuwenden und technische Innovationsprojekte in einem interdisziplinären Kontext selbst gesteuert umzusetzen (**Systemische Kompetenz**).
4. sind in der Lage, an technische Probleme auch in neuen und unvertrauten Situationen strukturiert heranzugehen, ihr Wissen über Theorien, Modelle und Methoden des Engineerings systematisch anzuwenden und durch vernetztes Denken Problemlösungen auf zu erarbeiten bzw. weiterzuentwickeln. Absolventinnen und Absolventen wissen technisch-analytisches Denken, Urteilsvermögen und theoriegeleitete Erkenntnis mit der Anleitung zu praktischem Handeln zu verbinden. (**Instrumentale Kompetenz**).
5. können, sich mit Vertretern unterschiedlicher technischer Disziplinen des Systems Engineering im Bereich des Anlagen- und Maschinenbaus, der Produktentwicklung sowie der damit verbundenen Dienstleistungsentwicklung auf hohem Niveau austauschen, fachbezogene Positionen und Problemlösungen formulieren, komplexe Sachverhalte sowohl Laien als auch Fachvertretern verständlich und argumentativ schlüssig vermitteln und Verantwortung in einem interdisziplinären Entwicklungsteam übernehmen (**Sozialkompetenz und kommunikative Kompetenz**).

## Pflichtmodule: (24 Credits)

### Smart Systems Engineering I (ENG1010)

Kennziffer:	ENG1010
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Mike Barth <a href="mailto:mike.barth@hs-pforzheim.de">mike.barth@hs-pforzheim.de</a>
Fachgebiet:	Per E-Mail, Telefon oder Video-Konferenz Engineering mechatronischer Komponenten
Lehrsprache:	Deutsch
ECTS-Punkte:	6
Workload:	150 Stunden  20 Stunden Präsenz/Contact Hours 4 Stunden Videokonferenz (verpflichtend) 36 Stunden Bearbeitung Onlineeinheiten 50 Stunden Vorbereitung und Bearbeitung der mehrperiodischen Fallstudie 40 Stunden Klausurvorbereitung
Dauer des Moduls:	Ein Semester
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Verwendbarkeit:	Pflichtmodul des DAS „Smart Systems Engineering“
Lehrform:	Präsenz-Moduleinheiten [PE] und Online-Moduleinheiten [OE]
Prüfungsart/Dauer:	Bearbeitung einer Fallstudie mit Präsentation und Klausur (60 Min.)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits:	Bestehen der Prüfungsleistungen
Stellenwert der Modulnote für die Endnote:	gem. Credits 6 von 30 = 20%

### Kurzbeschreibung

Die Digitalisierung des Engineerings von technischen Produkten, Anlagen und Dienstleistungen bildet eine enorme Herausforderung für Unternehmen und Mitarbeiter. In diesem Modul erlernen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Grundlagen der Automatisierung von industriellen Prozessen um, darauf aufbauend, moderne und neue IOT-Technologien damit verbinden zu können. Ein Kern der Verbindung von klassischer Automation und IOT sind Virtualisierungstechnologien, Internettechnologien sowie Hard- und Software aus dem Maker-Bereich. Auf diesen Grundlagen aufbauend erlernen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer modellbasierte Engineering-Methoden zur Beherrschung der Komplexität der benannten Technologien mit dem Ziel, innovative Produkte, Anlagen und Dienstleistungen zur Erweiterung des bestehenden Portfolios zu entwickeln. Anhand von anschaulichen Beispielen wird diskutiert, welche Auswirkungen die Vernetzung von Produktionsprozessen auf die bislang hierarchische Struktur von Automatisierungssystemen hat und welche Herausforderungen in Bezug auf Safety (Sicherheit für Mensch, Maschine und Umwelt) und Security (Sicherheit von Daten) zu bewältigen sind.

Im Anschluss an die Veranstaltung sind die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in der Lage, die Technik hinter der Digitalisierung und zu verstehen und die entsprechenden Engineering-Methoden anwenden zu können. Es wird ein grundlegendes Vokabular vorhanden sein, welche insbesondere die innerbetriebliche Kommunikation mit und unter Ingenieuren fördert.

## Smart Systems Engineering I (ENG1010)

### Lernziele

Die Teilnehmer ...

- ✓ erlangen ein Grundverständnis für ereignisdiskrete und kontinuierliche Systemwelten am Beispiel von Automaten und Petri-Netzen,
- ✓ kennen die Grundlagen des Maker-Space und können darin entstandene Ideen in industrielle Anwendungen des Maschinen- und Anlagenbaus übertragen,
- ✓ können grundlegende Werkzeuge des IOT, am Beispiel von Node-Red, konfigurieren,
- ✓ haben ein umfassendes Verständnis von Industrie 4.0 bzw. den technischen Ideen der Digitalisierung,
- ✓ können moderne IOT-Kommunikationsstrecken am Beispiel von MQTT implementieren,
- ✓ kennen den Weg von Daten über Informationen zu Wissen und können den Experten einordnen,
- ✓ kennen moderne Lösungen der Digitalisierung am Beispiel von Plattform-, Software- und Infrastructure-as-a-Service und
- ✓ kennen die Verwaltungsschale sowie das dazugehörige Referenzarchitekturmodell I4.0

### Beiträge des Moduls zu den Programmzielen des DAS

Programmziel	Kursbeitrag zum Programmziel	Assessment
1. <b>Fachkompetenz zum Domänenübergreifenden digitalen Engineering von High-Tech-Systemen (Wissensverbreiterung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit der technisch-kritischen Auseinandersetzung mit den Grundlagen des digitalen Engineerings, der Automation, des IOT sowie der damit einhergehenden Vernetzung von technischen Assets</li> <li>• Vernetzung der Produktsysteme</li> <li>• Verständnis der interdisziplinär-technischen Zusammenhänge - insbesondere zwischen Soft- und Hardware</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion</li> <li>• Übungen</li> <li>• Videos</li> <li>• Präsentationen</li> </ul>
2. <b>Methodenkompetenz zum Modellbasierten Engineering (Wissensvertiefung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennenlernen von relevanten Methoden des Engineerings von Automatisierungssystemen und deren Relevanz zu aktuellen Themenstellungen</li> <li>• Modellbasiertes Engineering</li> <li>• Übertragung von Methoden aus der Softwareentwicklung in den Maschinen- und Anlagenbau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion</li> <li>• Videos</li> <li>• Übungen</li> <li>• Präsentationen</li> </ul>
3. <b>Analysekompetenz von Aufgaben und Problemstellungen mit Relevanz zum Smart Systems Engineering (Systemische Kompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit der Analyse von Produktionssystemen aus der Unternehmenspraxis. Dies beinhaltet die Identifikation von Chancen im Rahmen vernetzter Automatisierung und Problemstellungen gleichermaßen</li> <li>• Ausarbeiten von neuen Möglichkeiten der Geschäftsfelderweiterung des klassischen Maschinen- und Anlagenbaus bzw. der Produktentwicklung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen</li> <li>• Diskussion von Praxisbeispielen</li> <li>• Fallstudie</li> </ul>
4. <b>Anwendungskompetenz zum praxisorientierten modellbasierten Engineering von High-Tech Systemen (Instrumentale Kompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeption von Modellen im Rahmen des modellbasierten Engineerings.</li> <li>• Kennenlernen der wichtigsten Systemmodellierungsaspekte in Form von Automaten und Petrinetzen</li> <li>• Implementierung und Analyse von IEC61131-3 Implementierungen in der Praxis sowie Analyse bestehender Produktionssysteme in Bezug auf Architektur und Kommunikationsperipherie</li> <li>• Implementierung und Aufbau von Simulationsmodellen</li> <li>• Implementierung und Aufbau moderner Kommunikationsinfrastruktur und Anwendung der Protokolle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen</li> <li>• Diskussion von Praxisbeispielen</li> <li>• Fallstudien mit realen Engineering-Tools</li> </ul>
5. <b>Sozialkompetenz und kommunikative Kompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamfähigkeit und interdisziplinäre Zusammenarbeit</li> <li>• Videokonferenzen</li> <li>• Distance Learning und Remote-Access</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeiten</li> <li>• Präsentationen</li> <li>• Video-Konferenzen</li> </ul>



## Smart Systems Engineering I (ENG1010)

### Leistungsnachweis

Der Leistungsnachweis wird durch unterschiedliche Prüfungsformen, d.h. Bearbeitung der Fallstudie mit Präsentation und eine Klausur (60 Min.) während und am Ende des Semesters erbracht, die gewichtet in die Gesamtnote des Moduls eingehen.

### Gliederung / Inhalt

Gliederung / Inhalt		Moduleinheit	Lehrform
1.	Motivation		PE
2.	Einstiegsbeispiele für Digitalisierungstechnologien aus den Unternehmen		
3.	Grundlagen des Engineerings von Automatisierungssystemen		
4.	Grundlagen und Verständnis des Internets der Dinge		
5.	Grundlagen modellbasiertes Engineering: Modellierung mit Automaten		OE 1
6.	Grundlagen modellbasiertes Engineering: Modellierung mit Petrinetzen		OE 2
7.	Von der AT-Pyramide zum CPS		OE 3
8.	Industrial Internet of Things, IOT-Gateways und Maker-Space		OE 4
9.	Übungen		VC
10.	Diskussion und Ausgabe der Fallstudie		
11.	Everything-as-a-Service: SaaS, IaaS, PaaS // Cloud vs. Edge		OE 5
12.	Virtualisierung: VIBN, CPS und Digitaler Zwilling		OE 6
13.	Präsentation: Ergebnisse des Projektes		PE
14.	Methodenworkshop		
PE	Präsenz-Moduleinheit	OE	Online Moduleinheit
		VC	Video-Konferenz

### Lehr- und Lernkonzept

Das neue DAS verfolgt den Ansatz des Blended Learnings. Hierfür werden Präsenz- mit Onlinephasen kombiniert, um die Vorteile beider Methoden zu verknüpfen und die Flexibilität für die Teilnehmer zu erhöhen. In den Onlinephasen wird auf aktivierende Maßnahmen gesetzt, sodass auf verschiedenen Kanälen angesprochen und motiviert wird. Die Inhaltsvermittlung findet videobasiert und textbasiert (mit Interaktionsmöglichkeiten) statt. Die Lernenden können die Inhalte zeitlich flexibel und in ihrem eigenen Tempo bearbeiten. Zudem werden die Onlinephasen mit Onlinetests (Selbst-Evaluation) angereichert, um das entwickelte Wissen zu festigen und unmittelbares Feedback über den aktuellen Lernstand zu geben. In den Präsenzveranstaltungen sowie in der Mid-Term-Video-Konferenzphase bleibt somit mehr Zeit für die Anwendung des Wissens und die persönliche Interaktion der Teilnehmer.

### Empfohlene Literatur (in den jeweils aktuellen Auflagen)

- Reinhart, G.: Handbuch Industrie 4.0.: Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik, Hanser-Verlag 2017.
- Lunze, J.: Ereignisdiskrete Systeme – Modellierung und Analyse dynamischer Systeme mit Automaten, Markovketten und Petrinetzen, Oldenbourg Verlag, 2. überarbeitete Auflage, 2012.
- Serpanos, D.; Wolf, M.-C.: Internet-of-Things (IoT) Systems, Springer 2008.
- Plattform Industrie 4.0: <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Home/home.html> [letzter Zugriff: 26.03.2020]
- Obermaier, R.: Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation: Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen, Springer, 2019.
- Lange, J.; Iwanitz, F.; Burke, T.J.: OPC: von Data Access bis Unified Architecture, VDE-Verlag, 2010.
- Zeitschrift atp-magazin, Vulkan-Verlag: <https://www.atp-info.de>
- Zeitschrift at – automatisierungstechnik, Oldenbourg Verlag: <http://www.oldenbourg-link.com/loi/auto>

**Smart Systems Engineering II (ENG1020)**

Kennziffer:	ENG1020
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Mike Barth <a href="mailto:mike.barth@hs-pforzheim.de">mike.barth@hs-pforzheim.de</a> Per E-Mail, Telefon oder Video-Konferenz
Fachgebiet:	Engineering mechatronischer Komponenten
Lehrsprache:	Deutsch
ECTS-Punkte:	6
Workload:	150 Stunden  20 Stunden Präsenz/Contact Hours 4 Stunden Videokonferenz (verpflichtend) 36 Stunden Bearbeitung Onlineeinheiten 50 Stunden Vorbereitung und Bearbeitung der mehrperiodischen Fallstudie 40 Stunden Klausurvorbereitung
Dauer des Moduls:	Ein Semester
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Verwendbarkeit:	Pflichtmodul des DAS „Smart Systems Engineering“
Lehrform:	Präsenz-Moduleinheiten [PE] und Online-Moduleinheiten [OE]
Prüfungsart/Dauer:	Bearbeitung einer Fallstudie mit Präsentation und Klausur (60 Min.)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits:	Bestehen der Prüfungsleistungen
Stellenwert der Modulnote für die Endnote:	gem. Credits 6 von 30 = 20%

**Kurzbeschreibung**

Der Digitale Zwilling von Anlagen und Produkten steht als Synonym für ein durchgängiges modellbasiertes Engineering. Ziel ist es, alle Ideen, Daten, Modelle und sonstige Engineering-Artefakte miteinander in Beziehung zu setzen und unter dem Dach des Digitalen Zwillings zu versammeln. Modellierung und Simulation bilden dabei eines der Kernelemente des Digitalen Zwillings. In diesem Modul erlernen die Teilnehmer daher die unterschiedlichen Arten, Werkzeuge und Methoden der technischen Simulation im Maschinen- und Anlagenbau kennen. Dazu gehört sowohl die signalflussbasierte, die physikalische sowie die 3D-Modellierung. Gleichzeitig werden konkrete und praxisnahe Use-Cases von Simulation im Engineering mechatronischer Anlagen, Maschinen und Produkte, wie beispielsweise die Virtuelle Inbetriebnahme, gezeigt. Hierzu werden die Methoden Software-in-the-Loop als auch Hardware-in-the-Loop vorgestellt.

Um die physikalische Modellierung in den Bezug zur datenbasierten Modellierung aus dem Schwerstmodul SSE 1 zu setzen, wird die Künstliche Intelligenz (KI) als Engineering-Methode vorgestellt. Am Beispiel von maschinellem Lernen und künstlichen neuronalen Netzen erlernen die Teilnehmer\*innen die Grundlagen von KI und finden einen ingenieurseinstieg in das Themenfeld.

Im Anschluss an die Veranstaltung sind die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in der Lage, die Technik hinter dem Digitalen Zwilling und zu verstehen und die entsprechenden Engineering-Methoden anwenden zu können. Es wird ein grundlegendes Vokabular vorhanden sein, welche insbesondere die innerbetriebliche Kommunikation mit und unter Ingenieuren fördert.

## Smart Systems Engineering II (ENG1020)

### Lernziele

Die Teilnehmer ...

- ✓ entwickeln ein Grundverständnis für das Konzept des Digitalen Zwillings,
- ✓ kennen relevante Themenfelder der technischen Simulation und können geeignete Simulations-Tools & Methoden auswählen und anwenden,
- ✓ können unterschiedliche Methoden der Simulation zielgerichtet im Engineering einsetzen,
- ✓ kennen die unterschiedlichen Modellierungsmethoden- und Qualitätsebenen von Simulationsmodellen,
- ✓ haben ein Grundverständnis der Methoden der künstlichen Intelligenz und können mit maschinellem Lernen umgehen,
- ✓ kennen die Grundzüge künstlicher neuronaler Netze und
- ✓ beherrschen die physikalisch objektorientierte Modellierungssprache Modelica.

### Beiträge des Moduls zu den Programmzielen des DAS

Programmziel	Kursbeitrag zum Programmziel	Assessment
1. <b>Fachkompetenz zum Domänen-übergreifenden digitalen Engineering von High-Tech-Systemen (Wissensverbreiterung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit der technisch-kritischen Auseinandersetzung mit den Grundlagen des simulationsbasierten Engineerings, der Automation, des Digitalen Zwillings sowie der damit einhergehenden Modellierung von technischen Assets</li> <li>• Modellierung von Produkten und Produktionssystemen</li> <li>• Verständnis der interdisziplinär-technischen Zusammenhänge - insbesondere zwischen Soft- und Hardware</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion</li> <li>• Übungen</li> <li>• Videos</li> <li>• Präsentationen</li> </ul>
2. <b>Methodenkompetenz zum Modellbasierten Engineering (Wissensvertiefung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennenlernen von relevanten Methoden des Engineerings mit Digitalen Zwillingen und deren Relevanz zu aktuellen Themenstellungen</li> <li>• Modellbasiertes virtuelles Engineering</li> <li>• Übertragung von Methoden aus der Softwareentwicklung in den Maschinen- und Anlagenbau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion</li> <li>• Videos</li> <li>• Übungen</li> <li>• Präsentationen</li> </ul>
3. <b>Analysekompetenz von Aufgaben und Problemstellungen mit Relevanz zum Smart Systems Engineering (Systemische Kompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit der Analyse von Produktionssystemen aus der Unternehmenspraxis. Dies beinhaltet die Identifikation von Chancen im Rahmen der Virtualisierung und Problemstellungen gleichermaßen</li> <li>• Ausarbeiten von neuen Möglichkeiten des Einsatzes von Algorithmen der Künstlichen Intelligenz.</li> <li>• Bestimmung der Qualität von Simulationsmodellen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen</li> <li>• Diskussion von Praxisbeispielen</li> <li>• Fallstudie</li> </ul>
4. <b>Anwendungskompetenz zum praxisorientierten modellbasierten Engineering von High-Tech Systemen (Instrumentale Kompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeption von Modellen im Rahmen des modellbasierten Engineerings.</li> <li>• Kennenlernen der wichtigsten Systemmodellierungsaspekte von physikalischen und signalflussbasierten Modellen.</li> <li>• Implementierung von Systembibliotheken mit Modelica.</li> <li>• Aufbau von Hardware- und Software-in-the-Loop Testumgebungen.</li> <li>• Implementierung und Training künstlicher neuronaler Netze.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen</li> <li>• Diskussion von Praxisbeispielen</li> <li>• Fallstudien mit realen Simulations-Tools</li> </ul>
5. <b>Sozialkompetenz und kommunikative Kompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamfähigkeit und interdisziplinäre Zusammenarbeit</li> <li>• Videokonferenzen</li> <li>• Distance Learning und Remote-Access</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeiten</li> <li>• Präsentationen</li> <li>• Video-Konferenzen</li> </ul>

### Leistungsnachweis

Der Leistungsnachweis wird durch unterschiedliche Prüfungsformen, d.h. Bearbeitung eines Semesterprojekts mit Präsentation und eine mündliche Prüfung (30 Min.) während und am Ende des Semesters erbracht, die gewichtet in die Gesamtnote des Moduls eingehen.

## Smart Systems Engineering II (ENG1020)

### Gliederung / Inhalt

	Moduleinheit	Lehrform
1.	Motivation	PE
2.	Rückblick auf SSE 1	
3.	Grundlagen der Idee des Digitalen Zwillings	
4.	Herausforderungen und Methoden der Simulation	
5.	Simulationsarten, -Werkzeuge, -Modelle und -Werkzeuge	OE 1
6.	Physikalische Modellierung: signalflussbasiert vs. gleichungsbasiert	OE 2
7.	Objektorientierte Modellierung am Beispiel Modelica	OE 3
8.	Functional Mockup Units als universeller Modellierungsstandard	OE 4
9.	Übungen	VC
10.	Offene Fragen und Ausblick auf Folgeeinheiten	
11.	Hardware- und Software-in-the-Loop: simulationsbasiertes Testen	OE 5
12.	Einführung in Künstliche Intelligenz	OE 6
13.	Wrap-up von SSE1 und SSE2	PE

PE Präsenz-Moduleinheit

OE Online Moduleinheit

VC Video-Konferenz

### Lehr- und Lernkonzept

Das neue DAS verfolgt den Ansatz des Blended Learnings. Hierfür werden Präsenz- mit Onlinephasen kombiniert, um die Vorteile beider Methoden zu verknüpfen und die Flexibilität für die Teilnehmer zu erhöhen. In den Onlinephasen wird auf aktivierende Maßnahmen gesetzt, sodass auf verschiedenen Kanälen angesprochen und motiviert wird. Die Inhaltsvermittlung findet videobasiert und textbasiert (mit Interaktionsmöglichkeiten) statt. Die Lernenden können die Inhalte zeitlich flexibel und in ihrem eigenen Tempo bearbeiten. Zudem werden die Onlinephasen mit Onlinetests (Selbst-Evaluation) angereichert, um das entwickelte Wissen zu festigen und unmittelbares Feedback über den aktuellen Lernstand zu geben. In den Präsenzveranstaltungen sowie in der Mid-Term-Video-Konferenzphase bleibt somit mehr Zeit für die Anwendung des Wissens und die persönliche Interaktion der Teilnehmer.

### Empfohlene Literatur (in den jeweils aktuellen Auflagen)

- Plattform Industrie 4.0: Die Verwaltungsschale im Detail - von der Idee zum implementierbaren Konzept. Online unter: [https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/verwaltungsschale-im-detail-pr%C3%A4sentation.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=13](https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/verwaltungsschale-im-detail-pr%C3%A4sentation.pdf?__blob=publicationFile&v=13) [letzter Zugriff: 11.10.2020]
- Schmitt, Andres: Methoden zur Modellbildung und Simulation mechatronischer Systeme, Springer Verlag 2019
- Janschek: Systementwurf mechatronischer Systeme: Methoden – Modelle – Konzepte, Springer Verlag 2010
- Glöckler: Simulation mechatronischer Systeme: Grundlagen und Beispiele für MATLAB® und Simulink, Springer Verlag 2018
- VDI/VDE-Richtlinie 3693: Virtuelle Inbetriebnahme – Blatt 1 und Blatt 2.
- Zeitschrift atp-magazin, Vulkan-Verlag: <https://www.atp-info.de>
- Zeitschrift at – automatisierungstechnik, Oldenbourg Verlag: <http://www.oldenbourg-link.com/loi/auto>

**Technische Optimierung (ENG1030)**

Kennziffer:	ENG1030
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Guido Sand <a href="mailto:guido.sand@hs-pforzheim.de">guido.sand@hs-pforzheim.de</a> Per E-Mail, Telefon oder Video-Konferenz
Fachgebiet:	Automatisierungstechnik
Lehrsprache:	Deutsch
ECTS-Punkte:	6
Workload:	150 Stunden  20 Stunden Präsenz/Contact Hours 4 Stunden Videokonferenz (verpflichtend) 46 Stunden Bearbeitung Onlineeinheiten 60 Stunden Bearbeitung der Fallstudie (10 Stunden Konzeption, 50 Stunden Ausarbeitung) 20 Stunden Präsentation der Fallstudie (inkl. Vorbereitung)
Dauer des Moduls:	Ein Semester
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Verwendbarkeit:	Pflichtmodul des DAS „Smart Systems Engineering“
Lehrform:	Präsenz-Moduleinheiten [PE] und Online-Moduleinheiten [OE]
Prüfungsart/Dauer:	Bearbeitung der Onlineeinheiten und einer Fallstudie mit Präsentation (30 Min.)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits:	Bestehen der Prüfungsleistungen
Stellenwert der Modulnote für die Endnote:	gem. Credits 6 von 30 = 20%

**Kurzbeschreibung**

Technische Optimierung (auch bekannt unter dem Namen „Technical Operations Research“, TOR) ist eine Brückendisziplin, die Elemente aus den Ingenieurwissenschaften, der Informatik, der Mathematik und der Betriebswirtschaftslehre miteinander kombiniert. In diesem Kontext können Methoden der Mathematischen Optimierung Entscheidungshilfen für nicht überschaubare, komplexe Fragestellungen liefern. Dabei wird versucht, für eine Problemstellung nicht nur eine gute, sondern die beste Lösung zu ermitteln und deren Optimalität nachzuweisen. Hierfür muss die behandelte Problemstellung in ein mathematisches Modell überführt werden, dessen Zielfunktion unter Einhaltung verschiedener Randbedingungen, maximiert oder minimiert wird. Die während der Optimierung festzulegenden Freiheitsgrade werden dabei durch kontinuierliche oder ganzzahlige Variablen beschrieben. Für eine Optimierung feste, aber von Optimierung zu Optimierung veränderlichen Größen, werden als Parameter modelliert.

In diesem Modul werden die Teilnehmer zunächst in das Rechnerwerkzeug GAMS (General Algebraic Modelling System) eingeführt - eine Modellierungsumgebung für mathematische Optimierungsprobleme mit Schnittstellen zu „state of the art“ Lösungsalgorithmen. In den ersten Online-Einheiten bearbeiten sie damit in Kleingruppen verschiedene technische Aufgabenstellungen und lernen so das breite Anwendungsspektrum der technischen Optimierung kennen. Basierend auf diesem Wissen vertiefen Sie Ihre Kenntnisse durch die Bearbeitung von je einer Fallstudie in Kleingruppen. Die Ergebnisse sollen den anderen Modulteilnehmern in gut verständlicher Form präsentiert werden.

## Technische Optimierung (ENG1030)

### Lernziele

Die Teilnehmer ...

- ✓ kennen die Methoden der technischen Optimierung und können sie praktisch anwenden,
- ✓ erkennen in ihrer beruflichen Praxis Aufgabenstellungen, die man mit Methoden der technischen Optimierung lösen kann,
- ✓ können reale Probleme mathematisch modellieren (Modellbildung),
- ✓ beherrschen die Grundlagen einer Modellierungssprache, um algebraische mathematische Modelle zu implementieren und numerisch zu Lösen (gemischt-ganzzahlige Programmierung),
- ✓ können die Lösung mathematischer Optimierungsmodelle für die reale Problemstellung interpretieren und validieren und
- ✓ können ihr systematisches Vorgehen anderen verständlich vermitteln.

### Beiträge des Moduls zu den Programmzielen des DAS

Programmziel	Kursbeitrag zum Programmziel	Assessment
1. <b>Fachkompetenz zum Domänen-übergreifenden digitalen Engineering von High-Tech-Systemen (Wissensverbreiterung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennenlernen des Anwendungsspektrums der Technischen Optimierung</li> <li>• Grundlegende Beherrschung des Software-Werkzeugs GAMS zur algebraischen Modellierung von Optimierungsaufgaben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion</li> <li>• Übungen</li> <li>• Videos</li> <li>• Fallstudie</li> </ul>
2. <b>Methodenkompetenz zum Modellbasierten Engineering (Wissensvertiefung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennenlernen der Methoden der Mathematischen Optimierung</li> <li>• Anwendung systematischer Vorgehensmodelle zur Modellierung, Optimierung und Validierung realer Problemstellungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion</li> <li>• Videos</li> <li>• Übungen</li> <li>• Fallstudie</li> </ul>
3. <b>Analysekompetenz von Aufgaben und Problemstellungen mit Relevanz zum Smart Systems Engineering (Systemische Kompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit der Analyse von Produktionssystemen aus der Analyse der Freiheitsgrade, Randbedingungen und Zielstellungen realer Optimierungsprobleme</li> <li>• Analyse von Optimierungsaufgaben aus ingenieurwissenschaftlicher, informationstechnischer, mathematischer und betriebswirtschaftlicher Perspektive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen</li> <li>• Diskussion von Praxisbeispielen</li> <li>• Fallstudie</li> </ul>
4. <b>Anwendungskompetenz zum praxisorientierten modellbasierten Engineering von High-Tech Systemen (Instrumentale Kompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung von Optimierungsmethoden auf technische Aufgabenstellungen</li> <li>• vertiefte Bearbeitung einer praktischen Optimierungsaufgabe von der Analyse über die Modellierung bis zur Implementierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen</li> <li>• Diskussion</li> <li>• Fallstudie</li> <li>• Videos</li> </ul>
5. <b>Sozialkompetenz und kommunikative Kompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeit in Kleingruppen</li> <li>• Remote Learning mit Videokonferenzen</li> <li>• Präsentationskompetenz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallstudien-Arbeit</li> <li>• Online-Einheiten</li> <li>• Ergebnispräsentation</li> </ul>

### Leistungsnachweis

Der Leistungsnachweis wird durch Bearbeitung der Online-Einheiten und die Bearbeitung und Präsentation (30 Min.) einer Fallstudie erbracht, die gewichtet in die Gesamtnote des Moduls eingehen.

### Gliederung / Inhalt

	Moduleinheit	Lehrform
1.	Einführung in das Thema	PE
2.	Beispiele aus der Praxis	

## Technische Optimierung (ENG1030)

3.	Einführung in GAMS	
4.	Vorstellung der Optimierungs-Aufgaben für die Online-Einheiten, z.B. Verschnittoptimierung, Kurvenanpassung, Schaltungsdesign oder Produktionsfeinplanung	
5.	Anschauliche Vorstellung der Optimierungsaufgaben	OE 1
6.	Mathematische Modellierung der Optimierungsaufgaben	OE 2
7.	Implementierung und Lösung in GAMS	OE 3
8.	Entwicklung von Verständnisfragen zu den Optimierungsaufgaben	OE 4
9.	Vorstellung der Ergebnisse der Optimierungsaufgaben	VC
10.	Ausgabe und Vorstellung der Fallstudien	
11.	Lösungskonzeption der Fallstudie	OE 5
12.	Vertiefung ausgewählter Aspekte der Technischen Optimierung	OE 6
13.	Präsentation: Ergebnisse der Fallstudien	PE
PE	Präsenz-Moduleinheit	OE Online Moduleinheit
		VC Video-Konferenz

### Lehr- und Lernkonzept

Das neue DAS verfolgt den Ansatz des Blended Learnings. Hierfür werden Präsenz- mit Onlinephasen kombiniert, um die Vorteile beider Methoden zu verknüpfen und die Flexibilität für die Teilnehmer zu erhöhen. In den Onlinephasen wird auf aktivierende Maßnahmen gesetzt, sodass auf verschiedenen Kanälen angesprochen und motiviert wird. Die Inhaltsvermittlung findet videobasiert und textbasiert (mit Interaktionsmöglichkeiten) statt. Die Lernenden können die Inhalte zeitlich flexibel und in ihrem eigenen Tempo bearbeiten. Zudem werden die Onlinephasen mit Onlinetests (Selbst-Evaluation) angereichert, um das entwickelte Wissen zu festigen und unmittelbares Feedback über den aktuellen Lernstand zu geben. In den Präsenzveranstaltungen sowie in der Mid-Term-Video-Konferenzphase bleibt somit mehr Zeit für die Anwendung des Wissens und die persönliche Interaktion der Teilnehmer.

### Empfohlene Literatur (in den jeweils aktuellen Auflagen)

- Josef Kallrath: Gemischt-ganzzahlige Optimierung: Modellierung in der Praxis. Springer Spektrum
- H. Paul Williams: Model Building in Mathematical Programming. Wiley
- Claus Peter Ortlieb, Caroline v. Dresky, Ingenuin Gasser & Silke Günzel: Mathematische Modellierung. Springer Spektrum
- Lorenz Biegler, Ignacio Grossmann & Arthur Westerberg: Systematic Methods of Chemical Process Design. Prentice Hall
- Wolfgang Domschke, Armin Scholl & Stefan Voß: Produktionsplanung. Springer
- Computers & Chemical Engineering: An International Journal of Computer Applications in Chemical Engineering. Elsevier
- Computers & Industrial Engineering: An International Journal of Computer Applications in Industrial Engineering. Elsevier

**IoT-Projektarbeit (ENG3010)**

Kennziffer:	ENG3010
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Mike Barth <a href="mailto:mike.barth@hs-pforzheim.de">mike.barth@hs-pforzheim.de</a> Per E-Mail, Telefon oder Video-Konferenz
Fachgebiet:	Engineering mechatronischer Komponenten
Lehrsprache:	Deutsch
ECTS-Punkte:	6
Workload:	150 Stunden  25 Stunden zur Bearbeitung der Online-Einheiten (Pete der Projektleiter) 125 Stunden zum Anfertigen der schriftlichen Ausarbeitung und der Präsentation
Dauer des Moduls:	Ein Semester
Teilnahmevoraussetzung:	Erfolgreicher Abschluss des Moduls Smart Systems Engineering I
Verwendbarkeit:	Pflichtmodul des DAS „Smart Systems Engineering“
Lehrform:	Projektarbeit
Prüfungsart/Dauer:	Implementierung eines IoT-Prototyps (50%), Schriftliche Projektdokumentation (25%) und Präsentation (20 Min. zzgl. 10. Min. Diskussion) (25%)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits:	Bestehen der Prüfungsleistung
Stellenwert der Modulnote für die Endnote:	gem. Credits 6 von 30 = 20%

**Kurzbeschreibung**

Die Realisierung von IoT-Projekten verlangt von den Teilnehmerinnen und Teilnehmer einen versierten Umgang mit Ideen, Konzepten, Funktionsweisen, Werkzeugen und Methoden aus der Maker-Szene. Im Rahmen der Projektarbeit soll die Fähigkeit erworben werden, eine bisher nicht vertiefend bearbeitete Fragestellung zu bearbeiten, eine technisch-wissenschaftliche Arbeit zu verfassen und die Projektergebnisse zu präsentieren. Dazu können aktuelle und relevante Themengebiete aus dem eigenen Unternehmen in den jeweiligen Teilgebieten des Internet of Things gewählt und bearbeitet werden. Ziel ist es, im Rahmen der Projektarbeit innovative Maker-Technologien zu erkennen, zu bewerten und im Rahmen einer Kurzimplementierung in einen Prototyp zu überführen.

Den Teilnehmerinnen und Teilnehmern wird ein Grundgerüst aus Hard- und Software zur Verfügung gestellt. Dieses wird in Präsenzveranstaltungen vorgestellt und in Betrieb genommen. Im Rahmen des Projektes durchlaufen die Studierenden folgende Inhalte:

- Grafische Programmierung eines Raspberry Pi mit Node-Red
- Integration von Maschinendaten in ein Beispielprogramm
- Integration von Web-Daten in ein Node-Red Projekt
- Entwicklung einer Produkt- und/oder Serviceidee welche auf dem Demonstrator realisiert wird.
- Integration von bestehenden (Web-)Services in das eigene IoT/IoE-Projekt.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer können für das IoT/IoE-Projekt Ideen aus anderen Lehrveranstaltungen oder aus dem eigenen Unternehmen in einen realen Prototyp umsetzen.

Im Anschluss an die Veranstaltung sind die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in der Lage, moderne Maker-Technologie zu bewerten und einzusetzen.



## IoT-Projektarbeit (ENG3010)

### Lernziele

Die Teilnehmer ...

- ✓ kennen wesentliche technologische Konzepte des Internet-of-Things (IoT) sowie des Internet-of-Everything (IoE).
- ✓ verstehen die in IoT bzw. IoE notwendigen Beziehung im Bereich Machine-to-Machine (M2M), Machine-to-People (M2P) bzw. People-to-People(P2P).
- ✓ können IOT- und IOE Technologien und Konzepte in einem Projekt umsetzen und in Produkte bzw. Services überführen.
- ✓ sind in der Lage, neueste Technologien aus dem Maker-Space auf deren Anwendbarkeit in der Realindustrie hin zu evaluieren und ggf. in einen Software- und/oder Hardware-Prototypen überführen.
- ✓ sind in der Lage, Realprodukte mit höherwertigen Funktionen auszustatten bzw. diese Funktionen interdisziplinär zu entwickeln.
- ✓ erwerben die Fähigkeit, neueste technologische Trends aus dem Bereich IoE/IoT zu erkennen, zu bewerten und dadurch die Produkte, Dienstleistungen und/oder Anlagen des eigenen Unternehmens funktional zu erweitern.
- ✓ Kennen die Herausforderungen, Chancen und Risiken, die eine moderne Entwicklung (Software/ Hardware) von IoT-Projekten zu bewältigen hat.
- ✓ können einen grundlegenden Funktionsnachweis ihrer Projektidee erbringen.

Ziel ist die Überführung der theoretisch erarbeiteten Kenntnisse in einen funktionierenden realen Prototyp. Der Prototyp soll sowohl Software- als auch Hardware-Aspekte des IoT/IoE beinhalten.

### Beiträge des Moduls zu den Programmzielen des DAS

Programmziel	Kursbeitrag zum Programmziel	Assessment
1. <b>Fachkompetenz zum Domänen-übergreifenden digitalen Engineering von High-Tech-Systemen (Wissensverbreiterung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau eines Soft- und Hardware-Prototyps</li> <li>• Umgang mit Maker-Space-Engineering-Werkzeugen</li> <li>• Kenntnisse in Netzwerktechnologie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau IoT-Prototyp</li> </ul>
2. <b>Methodenkompetenz zum Modellbasierten Engineering (Wissensvertiefung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennenlernen von relevanten Methoden des Engineerings von Automatisierungssystemen im IoT-Kontext</li> <li>• Modellbasiertes Engineering mit Maker-Tools</li> <li>• Übertragung von Methoden aus der Softwareentwicklung in den Maschinen- und Anlagenbau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau IoT-Prototyp</li> <li>• Schriftliche Ausarbeitung</li> </ul>
3. <b>Analysekompetenz von Aufgaben und Problemstellungen mit Relevanz zum Smart Systems Engineering (Systemische Kompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit der Analyse von Produktionssystemen aus der Unternehmenspraxis. Dies beinhaltet die Identifikation von Chancen im Rahmen vernetzter IoT-Technologie und Problemstellungen gleichermaßen</li> <li>• Ausarbeiten von neuen Möglichkeiten der Geschäftsfelderweiterung mit IoT-Technologie</li> <li>• Selbstständiges Identifizieren und Formulieren von Forschungs- und Entwicklungsfragen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau IoT-Prototyp</li> <li>• Schriftliche Ausarbeitung</li> </ul>
4. <b>Anwendungskompetenz zum praxisorientierten modellbasierten Engineering von High-Tech Systemen (Instrumentale Kompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachvollziehbares Darlegen von eigenen Schlussfolgerungen und Lösungsvorschlägen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion von Praxisbeispielen</li> <li>• Fallstudien mit realen Engineering-Tools</li> <li>• Schriftliche Ausarbeitung</li> </ul>
5. <b>Sozialkompetenz und kommunikative Kompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamfähigkeit und interdisziplinäre Zusammenarbeit</li> <li>• Videokonferenzen, Distance Learning und Remote-Access</li> <li>• Überzeugendes, zielgruppengerechtes Präsentieren und Verteidigen von wissenschaftlichen Arbeitsergebnissen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeiten</li> <li>• Präsentationen</li> <li>• Video-Konferenzen</li> </ul>

### Leistungsnachweis

## IoT-Projektarbeit (ENG3010)

Der Leistungsnachweis wird durch die Entwicklung eines Prototyps, eine schriftliche Ausarbeitung sowie eine Präsentation erbracht, die jeweils zu 50 %, 25%, 25% gewichtet in die Note des Moduls eingehen.

### Gliederung / Inhalt

Moduleinheiten „Pete der Projektleiter“		Lehrform
1.	Die Bonny-Situation	OE 1
2.	Was sind Projekte?	OE 2
3.	Aufbau und Rollen	OE 3
4.	Projektphasen und Meilensteine	OE 4
5.	Auftragsklärung und W-Fragen	OE 5
6.	Stakeholder	OE 6
7.	Projektziele	OE 7
8.	Projekte richtig starten	OE 8
9.	Projektführung	OE 9
10.	Das Team involvieren	OE 10
11.	Aufwände schätzen	OE 11
12.	Aktionspläne und Kommunikation	OE 12
13.	Projekt-Controlling	OE 13
14.	Kostenplanung	OE 14
15.	Auftraggeber ändert Meinung	OE 15
16.	Projekte überführen	OE 16
17.	Lessons Learned	OE 17

PE Präsenz-Moduleinheit

OE Online Moduleinheit

VC Video-Konferenz

### Lehr- und Lernkonzept

Das neue DAS verfolgt den Ansatz des Blended Learnings. Hierfür werden Präsenz- mit Onlinephasen kombiniert, um die Vorteile beider Methoden zu verknüpfen und die Flexibilität für die Teilnehmer zu erhöhen. In den Onlinephasen wird auf aktivierende Maßnahmen gesetzt, sodass auf verschiedenen Kanälen angesprochen und motiviert wird. Die Inhaltsvermittlung findet videobasiert und textbasiert (mit Interaktionsmöglichkeiten) statt. Die Lernenden können die Inhalte zeitlich flexibel und in ihrem eigenen Tempo bearbeiten. Zudem werden die Onlinephasen mit Onlinetests (Selbst-Evaluation) angereichert, um das entwickelte Wissen zu festigen und unmittelbares Feedback über den aktuellen Lernstand zu geben. In den Präsenzveranstaltungen sowie in der Mid-Term-Videokonferenzphase bleibt somit mehr Zeit für die Anwendung des Wissens und die persönliche Interaktion der Teilnehmer.

### Empfohlene Literatur (in den jeweils aktuellen Auflagen)

- Abhängig vom gewählten Themengebiet
- S. Müller: Internet of Things (IoT): Ein Wegweiser durch das Internet der Dinge. BoD – Books on Demand, 2016.
- S. Mc. Manus, M. Cook: Raspberry Pi für Dummies. John Wiley & Sons 2018.
- Zeitschrift atp-magazin, Vulkan-Verlag: <https://www.atp-info.de>
- Zeitschrift at – automatisierungstechnik, Oldenbourg Verlag: <http://www.oldenbourg-link.com/loi/auto>

## Wahlmodule (6 Credits)

### Technologiemanagement (SIM5450)

Kennziffer:	SIM5450
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. Bernhard Kölmel <a href="mailto:bernhard.koelmel@hs-pforzheim.de">bernhard.koelmel@hs-pforzheim.de</a>
Fachgebiet:	Kolloquium: auf Vereinbarung via E-Mail oder via Skype Technik
Lehrsprache:	Deutsch
ECTS-Punkte:	6
Workload:	150 Stunden  20 Stunden Präsenz/Contact Hours 4 Stunden Videokonferenz (verpflichtend) 6 Stunden Bearbeitung Onlineeinheiten 100 Stunden Vorbereitung und Bearbeitung der mehrperiodischen Fallstudie 20 Stunden Klausurvorbereitung
Dauer des Moduls:	Ein Semester
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Verwendbarkeit:	Qualifizierungsmodul für alle Studierenden mit wirtschaftswissenschaftlichem Erstabschluss; Wahlpflichtmodul im DAS „Smart Systems Engineering“
Lehrform:	Präsenz-Moduleinheiten [PE] und Online-Moduleinheiten [OE]
Prüfungsart/Dauer:	Hausarbeit (Bearbeitung der Fallstudien) / Präsentation und Klausur (60 Min.)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits:	Bestehen der Prüfungsleistungen
Stellenwert der Modulnote für die Endnote:	gem. Credits 6 von 30 = 20%

### Kurzbeschreibung

Die Veranstaltung führt die Studierenden in das Thema Technologiemanagement ein. Technologiemanagement umfasst die Planung, Durchführung und Kontrolle der Entwicklung und Anwendung von (neuen) Technologien zur Schaffung erfolgswirksamer Wettbewerbsvorteile. Es werden wichtige Begriffe und Methoden der Disziplin erarbeitet und angewendet. Aufbauend darauf wird das Wissen am Beispiel von Industrie 4.0 genutzt. Technologieorientierte Unternehmen dürfen nicht mehr von neuen Technologien oder Trends überrascht werden. Sie sollten in der Lage sein, Technologien schnell zu identifizieren, kundenorientiert zu entwickeln, einzusetzen und auch rechtzeitig zu substituieren.

Aufgabe des Technologiemanagements ist es demnach, die für aktuelle und künftige Leistungsangebote benötigten Technologien im Bereich der Produkte, der Produktionsprozesse und der Materialien zum richtigen Zeitpunkt und zu angemessenen Kosten bereitzustellen. Die Erkenntnisse werden im Bereich Industrie 4.0 (der total vernetzten Welt) angewendet. Die Digitalisierung verwandelt praktisch jeden Gegenstand, jedes Gerät und jede Maschine in einen Internetknotenpunkt, der mit anderen kommuniziert. Im Rahmen des Kurses wird adressiert, wie die digitale Revolution im unternehmerischen Umfeld gestaltet werden kann.

## Technologiemanagement (SIM5450)

### Lernziele

Die Teilnehmer ...

- ✓ kennen die Aspekte der digitalen Transformation hin zur total vernetzten Welt,
- ✓ kennen die Grundlagen des Technologiemanagements, dessen Bedeutung für Unternehmen sowie die wichtigsten Konzepte, Methoden und Prozesse,
- ✓ können sowohl die Ziele und Aufgaben als auch die Prozesse des Technologiemanagements in reale Umgebungen übertragen,
- ✓ sind in der Lage, ausgehend von der technologischen Situation eines Unternehmens und den identifizierten technologischen Entwicklungen, unter Einsatz von Portfoliotechnik, Roadmapping, etc. mehrdimensionale Technologiestrategien zu entwickeln,
- ✓ können ausgewählte Konzepte und Methoden am Beispiel der Industrie 4.0 in der Praxis anwenden.

### Beiträge des Moduls zu den Programmzielen des DAS

Programmziel	Kursbeitrag zum Programmziel	Assessment
1. <b>Fachkompetenz zum Domänen-übergreifenden digitalen Engineering von High-Tech-Systemen (Wissensverbreiterung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit der wissenschaftlich-kritischen Auseinandersetzung mit den Grundlagen des Technologiemanagements</li> <li>• Verständnis der wissenschaftlichen Zusammenhänge insbesondere zu anschließenden Fachgebieten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussionen, Übungen und Präsentationen</li> </ul>
2. <b>Methodenkompetenz zum Modellbasierten Engineering (Wissensvertiefung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwenden von relevanten Methoden und deren Hintergrund zu unterschiedlichen Themenstellungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussionen, Übungen und Präsentationen</li> </ul>
3. <b>Analysekompetenz von Aufgaben und Problemstellungen mit Relevanz zum Smart Systems Engineering (Systemische Kompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit der Analyse von Problemstellungen aus der Unternehmenspraxis und zur Identifikation von Anknüpfungspunkten in das Themengebiet Industrie 4.0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen und Diskussion von Praxisbeispielen, Fallstudien</li> </ul>
4. <b>Anwendungskompetenz zum praxisorientierten modellbasierten Engineering von High-Tech Systemen (Instrumentale Kompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung ausgewählter Konzepte und Methoden am Beispiel der Industrie 4.0 in der Praxis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen und Diskussion von Praxisbeispielen, Fallstudien</li> </ul>
5. <b>Sozialkompetenz und kommunikative Kompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamfähigkeit und Präsentationskompetenz von komplexen Anwendungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeiten und Präsentationen</li> </ul>

### Leistungsnachweis

Der Leistungsnachweis wird durch unterschiedliche Prüfungsformen, d.h. Referat / Hausarbeit (Bearbeitung der Fallstudien) / Präsentation und eine Klausur (60 Min.) während und am Ende des Semesters erbracht, die gewichtet in die Gesamtnote eingehen.

### Gliederung / Inhalt

	Moduleinheit	Lehrform
1.	Motivation	PE
2.	Zukünftige Anwendungen	
3.	Blue Ocean Strategy	
4.	Grundlagen Technologiemanagement	OE 1
5.	Technologiefrühaufklärung	OE 2
6.	Entwicklung und Umsetzung von Technologiestrategien	OE 3
7.	Total vernetzte Welt / Industrie 4.0	OE 4
8.	Einführung in die Fallstudie	
9.	Übungen	VC
10.	Diskussion und Ausgabe der Fallstudie	
11.	Aspekte von Industrie 4.0 <i>Transfer in reale Projekte</i>	OE 5

## Technologiemanagement (SIM5450)

12.	Value Proposition Canvas <i>Projektinteraktion</i>	OE 6
13.	Präsentation: Ergebnisse des Projektes	PE
14.	Methodenworkshop	
PE	Präsenz-Moduleinheit	OE Online Moduleinheit VC Video-Konferenz

### Lehr- und Lernkonzept

Das neue DAS verfolgt den Ansatz des Blended Learnings. Hierfür werden Präsenz- mit Onlinephasen kombiniert, um die Vorteile beider Methoden zu verknüpfen und die Flexibilität der Teilnehmer zu erhöhen. In den Onlinephasen wird auf aktivierende Maßnahmen gesetzt, sodass auf verschiedenen Kanälen angesprochen und motiviert wird. Die Inhaltsvermittlung findet videobasiert und textbasiert (mit Interaktionsmöglichkeiten) statt. Die Lernenden können die Inhalte zeitlich flexibel und in ihrem eigenen Tempo bearbeiten. Zudem werden die Onlinephasen mit Onlinetests (Selbst-Evaluation) angereichert, um das entwickelte Wissen zu festigen und unmittelbares Feedback über den aktuellen Lernstand zu geben. In den Präsenzveranstaltungen sowie in der Mid-Term-Video-Konferenzphase bleibt somit mehr Zeit für die Anwendung des Wissens und die persönliche Interaktion der Teilnehmer.

### Empfohlene Literatur (in den jeweils aktuellen Auflagen)

#### Basisliteratur

- Roth, M.: Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0: Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis.
- Schuh, G. / Klappert, S.: Technologiemanagement: Handbuch Produktion und Management.

#### Ergänzende Literaturhinweise

- Bauernhansl, T. / ten Hompel, M. / Vogel-Heuser, B.: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung · Technologien · Migration.
- Broy, M.: Cyber-Physical Systems. Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme.

## Innovationsmanagement (SIM5810)

Kennziffer:	SIM5810
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr.-Ing. Claus Lang-Koetz <a href="mailto:claus.lang-koetz@hs.pforzheim.de">claus.lang-koetz@hs.pforzheim.de</a> Wöchentliche Sprechstunde / Kolloquium in Raum W1.4.051
Fachgebiet:	Interdisziplinär
Lehrsprache:	Deutsch
ECTS-Punkte:	6
Workload:	150 Stunden  20 Stunden Präsenz/Contact Hours 4 Stunden Videokonferenz (verpflichtend) 55 Stunden Bearbeitung Onlineeinheiten 25 Stunden Vorbereitung und Bearbeitung der Fallstudie und Tests 46 Stunden Klausurvorbereitung
Dauer des Moduls:	Ein Semester
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Verwendbarkeit:	Pflichtmodul im MIS; Wahlpflichtmodul im DAS „Smart Systems Engineering“
Lehrform:	Präsenz-Moduleinheiten [PE] und Online-Moduleinheiten [OE]
Prüfungsart/Dauer:	Referat / Hausarbeit (Bearbeitung der Fallstudien) / Präsentation und / oder Klausur (60 Min.)
Voraussetzung für die Vergabe von Credits:	Bestehen der Prüfungsleistungen
Stellenwert der Modulnote für die Endnote:	gem. Credits 6 von 30 = 20%

### Kurzbeschreibung

Im Rahmen der Veranstaltung werden Konzepte und Methoden des Innovationsmanagements und deren Anwendung im Unternehmen vermittelt. Die Studierenden lernen, wie ein praxistaugliches Innovationsmanagement aufgebaut ist und welche Methoden dabei genutzt werden können. Dies umfasst Tätigkeiten der strategischen Planung, der Generierung neuer Ideen, deren Bewertung, der Auswahl von Ideen und schlussendlich deren Umsetzung in marktfähige Produkte und Verfahren.

Dabei wird eine umfassende Perspektive vermittelt: Schwerpunkte liegen auf der Ermittlung von Impulsen für Innovationen (unter Berücksichtigung von Open-Innovation-Ansätzen und Kooperationen mit anderen Organisationen), auf Umgang und Umsetzung von Innovationsideen im Unternehmen (Bewertung, Auswahl, technische Ideenumsetzung und Markteinführung sowie geeigneter Prozesse) und einer strategischen Betrachtung (unter Berücksichtigung von Megatrends und Zukunftsszenarien). Weiterhin wird aufgezeigt, wie Aspekte des Nachhaltigkeitsmanagement im Innovationsmanagement integriert werden können.

Neben der Vermittlung von Konzepten, Prozessen und Methoden werden praktische Übungen, Gruppendiskussionen und die Erarbeitung von Fallstudien durchgeführt sowie gezielt die kritische Auseinandersetzung mit dem Thema gesucht.

## Innovationsmanagement (SIM5810)

### Lernziele

Die Teilnehmer ...

- ✓ kennen die Grundlagen des Innovationsmanagements, dessen Bedeutung für Unternehmen sowie die wichtigsten Konzepte, Methoden und Prozesse,
- ✓ wissen, welchen Beitrag Kreativität und Offenheit für neue Themenfelder und Ideen auf der einen Seite und ein gut strukturiertes methodisches Vorgehen auf der anderen Seite für erfolgreiche Innovationen leisten können,
- ✓ erlangen Einblicke in die vom Innovationsmanagement im Unternehmen tangierten Themen und Fachgebiete (z.B. Marketing, Produktion, Entwicklung) und lernen deren Perspektive auf das Thema kennen,
- ✓ beherrschen die Anwendung ausgewählter Konzepte und Methoden am Beispiel ausgewählter Problemstellungen aus der Praxis,
- ✓ können unterschiedliche Perspektiven auf das Thema einnehmen, um in der Praxis fallspezifisch Methoden und Konzepte auswählen und anwenden zu können.

### Beiträge des Moduls zu den Programmzielen des DAS

Programmziel	Kursbeitrag zum Programmziel	Assessment
1. <b>Fachkompetenz zum Domänen-übergreifenden digitalen Engineering von High-Tech-Systemen (Wissensverbreiterung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit der wissenschaftlich-kritischen Auseinandersetzung mit den Grundlagen des Innovationsmanagements</li> <li>• Verständnis der wissenschaftlichen Zusammenhänge insbesondere zu anschließenden Fachgebieten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussionen, Übungen und Hausaufgaben</li> <li>• Klausur</li> </ul>
2. <b>Methodenkompetenz zum Modellbasierten Engineering (Wissensvertiefung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlernen und Anwenden von Innovationsmanagement-Methoden und deren Hintergrund zu unterschiedlichen Themenstellungen</li> <li>• Erlernen der Verknüpfung mit Methoden des Nachhaltigkeitsmanagements</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen und Diskussion von Praxisbeispielen</li> <li>• Klausur</li> </ul>
3. <b>Analysekompetenz von Aufgaben und Problemstellungen mit Relevanz zum Smart Systems Engineering (Systemische Kompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit der Analyse von Problemstellungen aus der Unternehmenspraxis und zur Identifikation von Anknüpfungspunkten für das Innovationsmanagement</li> <li>• Anwendung von Innovationsmanagement-Methoden für unterschiedliche Anwendungskontexte und -gebiete</li> <li>• Erweiterung konventioneller Methoden um einen Fokus auf Nachhaltigkeitsmanagement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen und Diskussion von Praxisbeispielen, Fallstudien</li> <li>• Klausur</li> </ul>
4. <b>Anwendungskompetenz zum praxisorientierten modellbasierten Engineering von High-Tech Systemen (Instrumentale Kompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung von Innovationsmanagement-Methoden zu unterschiedlichen Themenstellungen inkl. Transfer über die in der Vorlesung erlernten Kernthemen hinaus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen und Diskussion von Praxisbeispielen, Fallstudien</li> <li>• Klausur</li> </ul>
5. <b>Sozialkompetenz und kommunikative Kompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsfähigkeit in Diskussionen und Feedbackfähigkeit bei Auswertungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen, Diskussionen, Planspiele, Teaminteraktionen in Gruppenarbeiten</li> </ul>

### Leistungsnachweis

Der Leistungsnachweis wird durch unterschiedliche Prüfungsformen, d.h. Referat / Hausarbeit (Bearbeitung der Fallstudien) / Präsentation und / oder eine Klausur (60 Min.) während und am Ende des Semesters erbracht, die gewichtet in die Gesamtnote eingehen.

### Gliederung / Inhalt

**Innovationsmanagement (SIM5810)**

	<b>Moduleinheit</b>	<b>Lehrform</b>
1.	Grundlagen Innovationsmanagement	PE
2.	Impulse für Innovationen	
3.	Open Innovation	
4.	Ideenbewertung und Ideenmanagement	OE 1
5.	Zukunftsthemen und Szenariotechnik	OE 2
6.	Entwicklung von Innovationsstrategien	OE 3
7.	Organisation der Innovationsfunktion	OE 4
8.	Einführung in die Fallstudienarbeit	
9.	Vorstellung von Ergebnissen aus den Übungen und 1. Fallstudie	VC
10.	Diskussion von Ergebnisse aus den Übungen und aus 1. Fallstudie	
11.	Technische Ideenumsetzung und Schutzrechte <i>Zeit für Fallstudienbearbeitung</i>	OE 5
12.	Marketing von Innovationen und Markteinführung <i>Zeit für Fallstudienbearbeitung</i>	OE 6
13.	Geschäftsmodelle und Innovation	PE
14.	Wiederholung ausgewählter Themen, Präsentation der Ergebnisse der Fallstudie	

PE Präsenz-Moduleinheit                      OE Online Moduleinheit                      VC Video-Konferenz

Das Thema Nachhaltigkeit als integrative Betrachtung von Ökonomie, Ökologie und Sozialem wird dabei als Querschnittsthema betrachtet in den Kapiteln 4 (Ideenbewertung), 5 (Zukunftsthemen), 11 (Ideenumsetzung) und 13 (Geschäftsmodelle).

**Lehr- und Lernkonzept**

Das neue DAS verfolgt den Ansatz des Blended Learnings. Hierfür werden Präsenz- mit Onlinephasen kombiniert, um die Vorteile beider Methoden zu verknüpfen und die Flexibilität der Teilnehmer zu erhöhen. In den Onlinephasen wird auf aktivierende Maßnahmen gesetzt, sodass auf verschiedenen Kanälen angesprochen und motiviert wird. Die Inhaltsvermittlung findet videobasiert und textbasiert (mit Interaktionsmöglichkeiten) statt. Die Lernenden können die Inhalte zeitlich flexibel und in ihrem eigenen Tempo bearbeiten. Zudem werden die Onlinephasen mit Onlinetests (Selbst-Evaluation) angereichert, um das entwickelte Wissen zu festigen und unmittelbares Feedback über den aktuellen Lernstand zu geben. In den Präsenzveranstaltungen sowie in der Mid-Term-Video-Konferenzphase bleibt somit mehr Zeit für die Anwendung des Wissens und die persönliche Interaktion der Teilnehmer.

**Empfohlene Literatur (in den jeweils aktuellen Auflagen)**

- Spath, D. et al: Technologiemanagement. Grundlagen, Konzepte, Methoden.
- Tidd, J. / Bessant, J.: Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change, Wiley.
- Vahs, D. / Brem, A.: Innovationsmanagement – Von der Idee zur erfolgreichen Vermarktung.



**Sustainability Management (ENG2010)**

Kennziffer:	ENG2010
Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Ivo Mersiowsky <a href="mailto:ivo.mersiowsky@quiridium.de">ivo.mersiowsky@quiridium.de</a> Per E-Mail, Telefon oder Video-Konferenz
Fachgebiet:	Automatisierungstechnik
Lehrsprache:	Deutsch
ECTS-Punkte:	6
Workload:	150 Stunden  20 Stunden Präsenz/Contact Hours 4 Stunden Videokonferenz (verpflichtend) 36 Stunden Bearbeitung Onlineeinheiten 50 Stunden Vorbereitung und Bearbeitung der mehrperiodischen Fallstudie 40 Stunden Klausurvorbereitung
Dauer des Moduls:	Ein Semester
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Verwendbarkeit:	Wahlmodul des DAS „Smart Systems Engineering“
Lehrform:	Präsenz-Moduleinheiten [PE] und Online-Moduleinheiten [OE]
Prüfungsart/Dauer:	Bearbeitung einer Fallstudie mit Präsentation am Semesterende
Voraussetzung für die Vergabe von Credits:	Bestehen der Prüfungsleistungen
Stellenwert der Modulnote für die Endnote:	gem. Credits 6 von 30 = 20%

**Kurzbeschreibung**

Für die Zukunftsfähigkeit des Industriestandorts Deutschland und für die weltweite Wettbewerbsfähigkeit deutscher Firmen sind nachhaltige Innovationen wie Green IT richtungsweisend. Diese Innovationen beziehen sich auf Prozesse und Produkte, auf Geschäftsmodelle und ganze Wertschöpfungsketten. Industrie 4.0 steigert die Ressourceneffizienz bis hin zur verlustfreien Fabrik. Digitale Infrastrukturen erhöhen die Transparenz der Wertschöpfung. Immaterielle Produktionsfaktoren wie Mitarbeiter und Kunden, Netzwerke und Datenbanken werden zu entscheidenden Vorsprüngen am Markt, gerade für kleine und mittelständische Unternehmen.

In diesem Modul erlernen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Grundlagen der nachhaltigen Technologieentwicklung und analytische Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung. Schwerpunkte sind zum einen die Gewinnung von Sustainability Key Performance Indicators für Prozesse und Produkte und zum anderen die Entwicklung nachhaltiger Geschäftsmodelle und Unternehmensstrategien. Anhand von anschaulichen Beispielen wird diskutiert, wie die Digitalisierung stärker als bisher zum Lösen gesellschaftlicher Herausforderungen genutzt werden kann.

Im Anschluss an die Veranstaltung sind die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in der Lage, Sustainability Management als ganzheitliche Strategie und erweitertes Controlling zu verstehen und entsprechende Analyse-Methoden anzuwenden. Es wird ein grundlegendes Vokabular vorhanden sein, welche insbesondere die innerbetriebliche Kommunikation mit und unter Ingenieuren sowie mit anderen Bereichen wie Controlling und HR fördert.

## Sustainability Management (ENG2010)

### Lernziele

Die Teilnehmer ...

- ✓ entwickeln ein Grundverständnis für die Prinzipien einer nachhaltigen Wirtschaftsweise, deren Bezug zum systematischen Innovationsmanagement und ihrer Bedeutung als Quelle strategischer Wettbewerbsvorteile;
- ✓ verstehen, wie sich diese Prinzipien in der Unternehmensführung sowie im Innovations- und Produktmanagement verankern lassen;
- ✓ kennen geeignete Methoden, Kennzahlen und Werkzeuge zur Verbesserung der Transparenz von Wertschöpfungs- und Lieferketten sowie zur Durchführung von Produkt-Ökobilanzen und Portfolioanalysen;
- ✓ kennen geeignete Vorgehensweisen, um zukunftsfähige Geschäftsmodelle und Unternehmensstrategien mit klarem Bezug zu gesellschaftlichen Herausforderungen und Nachhaltigkeitszielen zu entwickeln;
- ✓ wissen, wie ein praxistaugliches Nachhaltigkeitsmanagement aufgebaut ist und wie es sich in Managementsysteme und Controlling eingliedert.

### Beiträge des Moduls zu den Programmzielen des DAS

Programmziel	Kursbeitrag zum Programmziel	Assessment
1. <b>Fachkompetenz zum Domänen-übergreifenden digitalen Engineering von High-Tech-Systemen (Wissensverbreiterung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit der technisch-kritischen Auseinandersetzung mit den Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung und den gemeinsamen Prinzipien im systematischen Innovationsmanagement</li> <li>• Denken in Lebenszyklen von Produktsystemen (Life Cycle Thinking)</li> <li>• Verständnis der interdisziplinären, technisch-ökonomischen Zusammenhänge zwischen Ressourcen und Bedürfnisfeldern, Lösungen durch Produkte und Dienstleistungen sowie Externalitäten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion</li> <li>• Übungen</li> <li>• Videos</li> <li>• Präsentationen</li> </ul>
2. <b>Methodenkompetenz zum Modellbasierten Engineering (Wissensvertiefung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Input-Output-Modellierung von Prozessen und Produktlebenszyklen</li> <li>• Kennenlernen von relevanten Methoden der Kennzahlenentwicklung und Bilanzierung</li> <li>• Übertragung von Methoden aus der Betriebswirtschaftslehre in die ganzheitliche Strategieentwicklung und Bilanzierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion</li> <li>• Videos</li> <li>• Übungen</li> <li>• Präsentationen</li> </ul>
3. <b>Analysekompetenz von Aufgaben und Problemstellungen mit Relevanz zum Smart Systems Engineering (Systemische Kompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit der ganzheitlichen Analyse von Prozessen, Lieferketten und Produktsystemen aus der Unternehmenspraxis</li> <li>• Entwickeln und Bewerten von neuen Geschäftsmodellen und Produktinnovationen im Hinblick auf Nachhaltigkeitsziele</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen</li> <li>• Diskussion von Praxisbeispielen</li> <li>• Fallstudie</li> </ul>
4. <b>Anwendungskompetenz zum praxisorientierten modellbasierten Engineering von High-Tech Systemen (Instrumentale Kompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgehensweisen zur Darstellung und Bewertung von Unternehmensstrategien und Geschäftsmodellen</li> <li>• Konzeption von Modellen im Rahmen des erweiterten Controllings (Prozess-, Produkt- und Lebenszyklusebene)</li> <li>• Kennenlernen der wichtigsten Bilanzierungsmethoden (Ökobilanz, Prozesskostenrechnung und Materialflusskostenrechnung)</li> <li>• Implementierung von Werkzeugen und Maßnahmen in den Bereichen Produktmanagement, Managementsystem und Controlling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen</li> <li>• Diskussion von Praxisbeispielen</li> <li>• Fallstudien mit realen Ökobilanz- bzw. Controlling-Tools</li> </ul>
5. <b>Sozialkompetenz und kommunikative Kompetenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamfähigkeit und interdisziplinäre Zusammenarbeit</li> <li>• Videokonferenzen</li> <li>• Distance Learning und Remote-Access</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenarbeiten</li> <li>• Präsentationen</li> <li>• Video-Konferenzen</li> </ul>

## Sustainability Management (ENG2010)

### Leistungsnachweis

Der Leistungsnachweis wird durch die begleitende Bearbeitung einer Projektarbeit/Fallstudie und deren abschließende Präsentation und Reflexion am Ende des Semesters erbracht, um den Praxistransfer der Lerninhalte zu sichern.

### Gliederung / Inhalt

Gliederung / Inhalt		Moduleinheit	Lehrform
1.	Motivation		PE
2.	Definitionen und Grundlagen einer nachhaltigen (Technologie-) Entwicklung		
3.	Gemeinsame Prinzipien der Nachhaltigkeit und Idealität		
4.	Grundlagen und Verständnis einer ganzheitlichen Betrachtung der Wertschöpfung		
5.	Analytische Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung I – Technologiefolgenabschätzung		OE 1
6.	Analytische Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung II – Produkt-Ökobilanz und erweiterte Kostenrechnung		OE 2
7.	Analytische Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung III – Risikoanalysen		OE 3
8.	Nachhaltige Geschäftsmodelle und erweiterte Strategiewerkzeuge		OE 4
9.	Entwickeln nachhaltiger Geschäftsmodelle (Übungen)		VC
10.	Diskussion und Ausgabe der Fallstudie		
11.	Nachhaltigkeit in Managementsystemen		OE 5
12.	Nachhaltigkeit in Controlling und Berichtswesen		OE 6
13.	Präsentation: Ergebnisse des Projektes		PE
14.	Workshop: Entwicklung zukunftsfähiger Unternehmen		

PE	Präsenz-Moduleinheit	OE	Online Moduleinheit	VC	Video-Konferenz
----	----------------------	----	---------------------	----	-----------------

### Lehr- und Lernkonzept

Das neue DAS verfolgt den Ansatz des Blended Learnings. Hierfür werden Präsenz- mit Onlinephasen kombiniert, um die Vorteile beider Methoden zu verknüpfen und die Flexibilität für die Teilnehmer zu erhöhen. In den Onlinephasen wird auf aktivierende Maßnahmen gesetzt, sodass auf verschiedenen Kanälen angesprochen und motiviert wird. Die Inhaltsvermittlung findet videobasiert und textbasiert (mit Interaktionsmöglichkeiten) statt. Die Lernenden können die Inhalte zeitlich flexibel und in ihrem eigenen Tempo bearbeiten. Zudem werden die Onlinephasen mit Onlinetests (Selbst-Evaluation) angereichert, um das entwickelte Wissen zu festigen und unmittelbares Feedback über den aktuellen Lernstand zu geben. In den Präsenzveranstaltungen sowie in der Mid-Term-Video-Konferenzphase bleibt somit mehr Zeit für die Anwendung des Wissens und die persönliche Interaktion der Teilnehmer.

### Empfohlene Literatur (in den jeweils aktuellen Auflagen)

- Dyckhoff, H.: Nachhaltige Unternehmensführung, Springer, 2007
- Grunwald, A., Kopfmüller, J.: Nachhaltigkeit, 2. Auflage, Campus Studium, 2012
- Higgins, K. L.: Economic Growth and Sustainability: Systems Thinking for a Complex World, Academic Press, 2014
- Klöpffer, W., Grahl, B.: Life Cycle Assessment (LCA): A Guide to Best Practice, Wiley-VCH, 2014
- Ministerium für Umwelt (BMU): Erde 2.0 - Technologische Innovationen als Chance für eine nachhaltige Entwicklung?, Springer, 2004
- Neyrinck, J.: Der göttliche Ingenieur, 7. Auflage, Expert, 2007
- Ott, K., Döring, R.: Theorie und Praxis starker Nachhaltigkeit, 3. Auflage, Metropolis, 2011
- Senge, P.: The Fifth Discipline, Crown Business, 2006
- VDI: Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0 – Potenziale für KMU des verarbeitenden Gewerbes, Studienbericht des VDI ZRE, 2017, [www.ressource-deutschland.de](http://www.ressource-deutschland.de)

