

**Modul: System Engineering**

<b>Niveau</b>	Bachelor	<b>Stundenplankürzel</b>	SysEn
<b>Modulname englisch</b>	Systems Engineering		
<b>Modulverantwortliche</b>	Oliver Stecklina, Prof. Dr.		
<b>Fachbereich</b>	Elektrotechnik und Informatik		
<b>Studiengang</b>	Elektrotechnik - Kommunikationssysteme, Bachelor		
<b>Verpflichtungsgrad</b>	Pflicht	<b>ECTS-Leistungspunkte</b>	5
<b>Fachsemester</b>	4	<b>Semesterwochenstunden</b>	4
<b>Dauer in Semestern</b>	1	<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	150
<b>Angebotshäufigkeit</b>	SoSe	<b>Präsenzstunden</b>	60
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch	<b>Selbststudiumsstunden</b>	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

<b>Prüfungsleistung</b>	Portfolio-Prüfung	<b>Prüfsprache</b>	
<b>Dauer PL in Minuten</b>		<b>Bewertungssystem PL</b>	
<b>Lernergebnisse</b>			
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Programmieren, Projekt- und Selbstmanagement, Mathematik		

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

<b>Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard)</li> <li>✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden</li> <li>✗ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)</li> </ul>
<b>Verwendbarkeit</b>	Das Modul kann als Wahlfach im Studiengang ESA und Inf genutzt werden.
<b>Bemerkungen</b>	

## Lehrveranstaltung: System Engineering (Vorlesung)

(zu Modul: System Engineering)

<b>Lehrveranstaltungsart</b>	Vorlesung	<b>Lernform</b>	Präsenz
<b>LV-Name englisch</b>	Systems Engineering (Lecture)		
<b>Anwesenheitspflicht</b>	nein	<b>ECTS-Leistungspunkte</b>	3
<b>Teilnahmebeschränkung</b>		<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Gruppengröße</b>		<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	105
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch	<b>Präsenzstunden</b>	45
<b>Studienleistung</b>		<b>Selbststudiumsstunden</b>	60
<b>Dauer SL in Minuten</b>		<b>Bewertungssystem SL</b>	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

<b>Prüfungsleistung</b>	Klausur	<b>Prüfungsprache</b>	Deutsch
<b>Dauer PL in Minuten</b>	90	<b>Bewertungssystem PL</b>	Drittelnoten

<b>Lernergebnisse</b>	<p>Nach erfolgreichem Abschluss der Vorlesung können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die wesentlichen Vorgehensmodelle, Methoden und Werkzeuge für das Systems Engineering zur Entwicklung komplexer Systeme beschreiben;</li> <li>• die wesentlichen Entwicklungsphasen im Systems Engineering strukturieren und organisieren;</li> <li>• einschätzen, welchen Nutzen das Modellbasierte Systems Engineering, die Anwendung von agilen Methoden sowie weiterer moderner Methoden für die Produktentwicklung bringen;</li> <li>• ihre Rolle im Entwicklungsteam und Gesamtprozess einschätzen sowie die Rolle von Menschen als Entwickler, Nutzer und/oder Service Techniker, etc. einordnen;</li> <li>• die Einschränkungen des herkömmlichen Vorgehens und die des Systems Engineerings einschätzen und bewerten;</li> <li>• die fundamentalen Methoden und Werkzeuge anwenden, um die Entwicklung eines komplexen (mechatronischen) Systems zu planen.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Siehe allgemeine Beschreibung

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

<b>Lehrinhalte</b>	<p>Systems Engineering ist ein interdisziplinärer Ansatz zur Entwicklung von Systemen, die aus den verschiedenartigen Bausteinen der Hardware, Software und Mechanik bestehen. Wesentlicher Treiber für das Systems Engineering (SE) ist der stetige Zuwachs an Komplexität in der Produktentwicklung. Dabei spielen zunehmend die Bereiche Automatisierungstechnik, Industrie 4.0 und Cyber Physical Systems eine wichtige Rolle. Weitere Herausforderungen, die durch das</p>
--------------------	---

Systems Engineering angegangen werden sollen, sind die geforderten schnelleren Entwicklungszyklen sowie die zunehmende Verteilung bzw. Internationalisierung von Entwicklungsteams und Zulieferern.

Die Veranstaltung Systems Engineering besteht aus einer Vorlesung, in der die Theorie vermittelt wird und einem Praktikum, in dem die Möglichkeit besteht das Gelernte direkt praktisch anzuwenden.

### **(1) Einführung in das Systems Engineering**

Um die Notwendigkeit für Systems Engineering zu verstehen, wird anhand von Beispielen aus der Praxis die Motivation hergeleitet und die wesentlichen Eckpunkte/Ideen vorgestellt. Als Ausgangs- und Orientierungspunkt werden grundlegende Eigenschaften von Systemen und die Kenntnis über Vorgehensmodelle (u.a. V-Modell) vermittelt.

### **(2) Agile Methode / Projektmanagement im Kontext des SE**

Nachdem die klassischen Vorgehensmodelle bereits vorgestellt wurden, erfolgt eine Einführung in die moderne Agile Methode bzw. Scrum.

### **(3) Requirements Engineering**

Aufbauend darauf wird die Durchführung einer Anforderungsdefinition (Requirements Engineering) bzw. das Anforderungsmanagement und deren Stellenwert und Integration in den Lebenszyklus eines Systems vermittelt.

### **(4) Modellbasiertes Systems Engineering**

Um Änderungen einfach nachverfolgen zu können und eine gemeinsame Sprache während des Lebenszyklus eines Systems zu haben, wurde das Modellbasierte Systems Engineering entwickelt. Neben einer Einführung in das MBSE wird eine weit verbreitete Modellierungssprache SysML und deren Verwendung anhand von praktischen Beispielen vorgestellt.

### **(5) Systemarchitektur**

Aufbauend auf den bisher erworbenen Kenntnissen soll nun betrachtet werden, wie mittels der Anforderungen eine Systemarchitektur erarbeitet werden kann. Dafür beschäftigen wir uns unter anderem mit den Eigenschaften einer Systemarchitektur sowie dem Vorgehen bei der Synthese und Analyse.

### **(6) Konzeptentwicklung, -auswahl**

Für die Konzeptentwicklung werden generelle Entwurfsprinzipien an Beispielen aus der Praxis besprochen. Ergänzend erfolgt eine Einführung in strukturierte Vorgehensweisen wie beispielsweise Brainstorming, die Morphologische Matrix und weitere Techniken. Neben der Lösungsfindung werden geeignete Methoden für die Bewertung und Auswahl eines Konzepts vorgestellt.

### **(7) System Design und Analyse**

Ein wesentliches Element des System Design ist es, alle für die Umsetzung/Implementierung der Systemelemente notwendigen Informationen bereitzustellen. Hierbei fokussieren wir uns auf die Systemanalyse, bei der zur Entscheidungsfindung unter anderem Modellierung, Simulation, sowie eine Analyse technischer Risiken durchgeführt werden.

### **(8) Systemintegration und Schnittstellenmanagement**

Ein kritischer Schritt ist die Systemintegration, die eng mit dem Schnittstellenmanagement verbunden ist. Hierzu werden mögliche Probleme und Lösungsansätzen besprochen. Ergänzend erfolgt eine Betrachtung der Mensch-Maschine-Schnittstelle.

### **(9) Verifikation und Validierung**

Nachdem der unterschiedliche Fokus von Verifikation und Validierung klargeworden ist, wird deren praktische Umsetzung anhand der Betrachtung von Testspezifikationen, Testmanagement und Testautomatisierung (u.a. HIL, SIL und MIL) im Kontext der Entwicklung von Software und mechatronischen Systemen besprochen.

### **(10) Lifecycle Management**

Zentrale Themen sind die Produkteinführung sowie der Gesamtkontext des Systems im Lebenszyklus und dabei insbesondere die Auswirkungen von Änderungen im späteren Lebenszyklus wie beispielsweise Erweiterung oder Modernisierung.

#### **Literatur**

- [1] *Weilkiens, Tim. Systems Engineering mit SysML/UML: Anforderungen, Analyse, Architektur. Mit einem Geleitwort von Richard Mark Soley. dpunkt.verlag, 2014.*
- [2] *Haberfellner, R., et al. Systems Engineering: Grundlagen und Anwendung. 13., völlig neu bearb. u. erw. Aufl., Zürich: Orell Füssli., 2015.*
- [3] *Douglass, Bruce Powel. Agile systems engineering. Morgan Kaufmann, 2015.*
- [4] *Hirshorn, Steven R., Linda D. Voss, and Linda K. Bromley. "NASA Systems Engineering Handbook." (2017).*
- [5] *Walden, David D., et al. Systems engineering handbook: A guide for system life cycle processes and activities. 4th Edition. John Wiley & Sons, 2015.*
- [6] *Rupp, Chris. Requirements-Engineering und -Management: Aus der Praxis von klassisch bis agil. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2015.*
- [7] *Crawley, Edward et al. System Architecture. Pearson, 2016.*
- [8] *Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge [http://www.sebokwiki.org/wiki/Guide\\_to\\_the\\_Systems\\_Engineering\\_Body\\_of\\_Knowledge\\_\(SEBoK\)](http://www.sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_(SEBoK))*

#### **Bemerkungen**

## Lehrveranstaltung: System Engineering (Praktikum)

(zu Modul: System Engineering)

<b>Lehrveranstaltungsart</b>	Praktikum	<b>Lernform</b>	Präsenz
<b>LV-Name englisch</b>	Systems Engineering (Practical Training)		
<b>Anwesenheitspflicht</b>	nein	<b>ECTS-Leistungspunkte</b>	2
<b>Teilnahmebeschränkung</b>		<b>Semesterwochenstunden</b>	1
<b>Gruppengröße</b>	12	<b>Arbeitsaufwand in Stunden</b>	45
<b>Lehrsprache</b>	Deutsch	<b>Präsenzstunden</b>	15
<b>Studienleistung</b>		<b>Selbststudiumsstunden</b>	30
<b>Dauer SL in Minuten</b>		<b>Bewertungssystem SL</b>	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

<b>Prüfungsleistung</b>	Projektarbeit	<b>Prüfsprache</b>	Deutsch
<b>Dauer PL in Minuten</b>		<b>Bewertungssystem PL</b>	Drittelnoten
<b>Lernergebnisse</b>	Siehe Vorlesung		
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Siehe allgemeine Beschreibung		

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

<b>Lehrinhalte</b>	<p>Im Praktikum werden die in der Vorlesung gelernten Methoden praktisch im Rahmen eines Entwurfs eines einfachen mechatronischen/vernetzten Systems angewendet. Dabei sollen die Studenten in Teams arbeiten. Die Ergebnisse werden regelmäßig präsentiert und dann mit den Studierenden besprochen und bewertet. Mögliche Themen sind im Bereich der Automatisierungs- und Regelungstechnik (z.B. Heimautomatisierung, Body Area Network) zu suchen und werden nach Absprache festgelegt.</p> <p>Ablauf</p> <p>M0 Teambildung, Themenfindung/-festlegung</p> <p>M1 Anforderungen</p> <p>M2 System Architektur</p> <p>M3 Konzeptentwicklung/Konzeptauswahl</p> <p>M4 System Design und Analyse</p> <p>M5 Planung Verifikation/Validierung</p> <p>Präsentation der Ergebnisse</p> <p>Bei den Meilensteinen <b>M0</b> bis <b>M5</b> erfolgt eine kurze Präsentation der Ergebnisse (5 Minuten). Für die abschließende Vorstellung der Ergebnisse werden 15 Minuten für die Präsentation und 5 Minuten Diskussion angesetzt (mindestens abhängig von der Anzahl der Gruppen).</p>
--------------------	---

<b>Literatur</b>	Siehe Vorlesung
<b>Bemerkungen</b>	