

---

# Funktionale Sicherheit

---

## Modulhandbuch

### **Master of Engineering (M. Eng.)**

MPO 2022 (Für Studierende ab WS 2022/23)

16.07.2024

# Inhaltsverzeichnis

<b>Pflichtmodule 1. Semester</b> .....	<b>4</b>
Functional Safety Management.....	4
Mathematik der Funktionalen Sicherheit.....	7
Methodik der Funktionalen Sicherheit.....	10
Projektarbeit Funktionale Sicherheit A.....	12
<b>Pflichtmodule 2. Semester</b> .....	<b>14</b>
Ethik und Karriere im Engineering.....	14
Funktionale Sicherheit im Engineering.....	17
Funktionale Sicherheit künstlicher Intelligenzen.....	20
Haftungs- und Gewährleistungs-Management.....	23
<b>Pflichtmodule 3. Semester</b> .....	<b>25</b>
Master-Arbeit.....	25
Master-Kolloquium.....	27
<b>Wahlmodule</b> .....	<b>29</b>
Incident and Accident Investigation.....	29
Labor Künstliche Intelligenz 1 – Anwendungen im Engineering.....	31
Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz in industriellen Anwendungen.....	34
Projektarbeit Funktionale Sicherheit B.....	37
Projektarbeit Funktionale Sicherheit C.....	39
Projektarbeit Funktionale Sicherheit D.....	41
Sicherheit in der Prozesstechnik.....	43
Wissenschaft als Beruf.....	45

# Curriculare Übersicht

Semester	Modul	Veranstaltungstitel	Modulinhalte	Credits	SWS
1	S-FSM	Functional Safety Management	Functional Safety Management zeigt branchenübergreifend auf, wie Funktionale Sicherheit in die Organisation integriert werden muss, wie entsprechende Prozesse verankert werden müssen und wie ein Projekt mit Sicherheitsbezug im industriellen Umfeld abläuft. Zudem zeigt es die Haftungsrelevanz auf.	6	4
1	S-MFS	Mathematik der Funktionalen Sicherheit		6	4
1	S-ME3	Methodik der Funktionalen Sicherheit		6	4
1	S-PA-A	Projektarbeit Funktionale Sicherheit A		6	1
1	Wahlmodul 1	Wahlmodul 1	Wahlmodul 1	6	
				30	13
Semester	Modul	Veranstaltungstitel	Modulinhalte	Credits	SWS
2	S-EKE	Ethik und Karriere im Engineering		6	4
2	S-FSE	Funktionale Sicherheit im Engineering		6	4
2	S-FAI	Funktionale Sicherheit künstlicher Intelligenzen		6	4
2	S-HGM	Haftungs- und Gewährleistungs-Management		6	4
2	Wahlmodul 2	Wahlmodul 2	Wahlmodul 2	6	
				30	16
Semester	Modul	Veranstaltungstitel	Modulinhalte	Credits	SWS
3	S-MA	Master-Arbeit		27	
3	S-MAK	Master-Kolloquium		3	
				30	
<b>Summe Gesamtstudium</b>				<b>90</b>	<b>29</b>

# Pflichtmodule 1. Semester

## Functional Safety Management

<b>Modulname</b>		Functional Safety Management			
<b>Modulname englisch</b>		Functional Safety Management			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		hrw\andreas.braasch			
<b>Dozent/in</b>		Prof. Dr.-Ing. Andreas Braasch			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-FSM	180 h	6	ab dem 1. Semester	jährlich zum Sommersemester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>  Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS	<b>Kontaktzeit</b>  4 SWS (= 60 h)	<b>Selbststudium</b>  Gesamt: 120 h	<b>geplante Gruppengröße</b>  Vorlesung max. 150 bzw. 120 Übung max. 30	
<b>2</b>	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b></p> <p>A – Die Lehrveranstaltung</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>erweitert die Fähigkeiten der Studierenden hinsichtlich der Entwicklung und Anwendung von Managementsystemen im Unternehmen,</li> <li>vertieft das Wissen im Bereich der branchenübergreifenden, funktionalen Sicherheit,</li> <li>stärkt die analytischen und logischen Fähigkeiten der Studierenden,</li> <li>fördert Gruppenarbeit und schärft die Urteilskraft der Studierenden,</li> <li>vertieft die übergreifende Sichtweise auf Sicherheits- und Zuverlässigkeitsthemen (technisch, juristisch, organisatorisch),</li> <li>vertieft die allgemeinen methodischen Fähigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens und Schreibens,</li> <li>und fördert die Managementsicht zur Intergration von Sicherheits- und Zuverlässigkeitstätigkeiten im Unternehmen.</li> </ol> <p>B – Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>können die juristische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung des Sicherheits- und Zuverlässigkeitsmanagements überzeugend darstellen (Fokus Haftung),</li> <li>verfügen über Fachkenntnisse zur Terminologie der funktionalen Sicherheit sowie Zuverlässigkeit nach den unten genannten Standards und können die Inhalte der Normen eigenständig erläutern,</li> <li>kennen den gesamten Sicherheitslebenszyklus für die Entwicklung von sicherheitstechnischen Komponenten nach den unten aufgeführten Standards und können den gesamten Entwicklungszyklus in einzelne Phasen unterteilen sowie notwendige Entwicklungstätigkeiten definieren,</li> <li>kennen die branchenspezifischen Unterschiede in der Funktionalen Sicherheit,</li> <li>verfügen über vertiefte Kenntnisse des Prozessmanagements, Rollendefinition sowie Anforderungen an eingesetzte Personen im Kontext eines Sicherheitslebenszyklus</li> <li>und sind in der Lage, eigenständig Praxisbeispiele nach IEC 61508 und ISO 26262 zu bearbeiten.</li> </ol>				
<b>3</b>	<p><b>Inhalte</b></p> <p>Die Lehrveranstaltung orientiert sich an den Management-Anteilen der Normen IEC_61508, ISO</p>				

	<p>26262, ISO 13849, IEC 62061 sowie an ausgewählten Teilen der IEC_60300 sowie des VDA 3.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bedeutung von Sicherheits- und Zuverlässigkeitsmanagement (Kosten, Haftung, Risiko)</li> <li>2. QM-Systeme als Basis für Funktionssicherheitsprozesse</li> <li>3. Sicherheitsmanagement im Unternehmen (Struktur, Inhalte, prozessuale Umsetzung, Methoden) <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ IEC 61508</li> <li>◦ ISO 26262</li> <li>◦ ISO 13849</li> <li>◦ IEC 62061</li> </ul> </li> <li>4. Zuverlässigkeitsmanagement im Unternehmen (Struktur, Inhalte, prozessuale Umsetzung, Methoden) <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ IEC 60300</li> <li>◦ VDA 3</li> <li>◦ Design for Reliability und Robustness Validation</li> </ul> </li> <li>5. Durchgängiges Praxisbeispiel für ein sicherheitsrelevantes E/E-System</li> </ol>
<b>4</b>	<p><b>Lehrformen</b></p> <p>Die Veranstaltung findet im Flipped Classroom Format statt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbststudium von Skript und Videos</li> <li>• Planarsessions zur Vertiefung und für Rückfragen</li> <li>• Gruppenarbeit mit Fallbeispielen</li> </ul>
<b>5</b>	<p><b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>In diesem Modul werden folgende Kompetenzen erwartet:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entwicklung und Anwendung von Managementsystemen im Unternehmen</li> <li>2. Juristische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung des Sicherheits und Zuverlässigkeits-Managements</li> <li>3. Fachkenntnisse zur Terminologie der funktionalen Sicherheit sowie Zuverlässigkeit</li> <li>4. Sicherheitslebenszyklus für die Entwicklung von sicherheitstechnischen Komponenten</li> <li>5. Grundlegende Kenntnisse des Prozessmanagements, der Rollendefinition sowie der Anforderungen an eingesetzte Personen</li> <li>6. Wesentlichen Verfahren zur Bewertung der Ausfallwahrscheinlichkeit von sicherheitsrelevanten Steuerungssystemen</li> <li>7. Zuordnung der sicherheits- und zuverlässigkeitsrelevanten Prozesse im Kontext eines Unternehmens</li> </ol> <p>Wenn Sie sich die genannten Kompetenzen vorab erarbeiten möchten, kontaktieren Sie bitte den Modulverantwortlichen des Moduls <i>Sicherheit- und Zuverlässigkeitsmanagement</i> im Bachelor-Studiengang Sicherheitstechnik.</p>
<b>6</b>	<p><b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>
<b>7</b>	<p><b>Prüfungsformen</b></p> <p>Schriftliche Ausarbeitung in Form einer Hausarbeit mit einem Umfang von 12 Seiten netto (Eigenleistung ohne Verzeichnisse etc.). Ausarbeitung in Deutsch oder Englisch.</p>
<b>8</b>	<p><b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b></p> <p>Bestandene Modulprüfung</p>
<b>9</b>	<p><b>Verwendung des Moduls in:</b></p>

	<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>
	Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul
	Systemtechnik_MPO 2017	Wahlmodul
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>	
	Die Gewichtung ergibt sich aus dem Anteil der Credits des Moduls an der Gesamtzahl der notenrelevanten Credits	
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen / Literatur</b>	

## Mathematik der Funktionalen Sicherheit

<b>Modulname</b>		Mathematik der Funktionalen Sicherheit			
<b>Modulname englisch</b>		Mathematics of Functional Safety			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Sabrina Gippert			
<b>Dozent/in</b>		Prof. Dr. Sabrina Gippert			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-MFS	180 h	6	1. Semester	jährlich zum Sommersemester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>  Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS	<b>Kontaktzeit</b>  4 SWS (= 60 h)	<b>Selbststudium</b>  Gesamt: 120 h	<b>geplante Gruppengröße</b>  Vorlesung max. 150 bzw. 120 Übung max. 30	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden <ol style="list-style-type: none"> <li>können Wahrscheinlichkeits- und Statistik-Methoden anwenden, um Produkt-Lebenszyklen zu analysieren [CRE 2a],</li> <li>können Hypothesentests durchführen [CRE 2b],</li> <li>verstehen statistische Modelle, Toleranz und Konfidenzintervalle, Stichprobengrößen-Bestimmung und Regressions-Analyse [CRE 2c],</li> <li>können verschiedene Arten von Daten identifizieren, sammeln, analysieren und verwalten, um Ausfälle zu minimieren und die Leistung zu verbessern [CRE 7a].</li> </ol>				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> A – Probabilistik <ol style="list-style-type: none"> <li>Ausgewählte Wahrscheinlichkeitsverteilungen [III A.3, VDI M1.2.2]</li> <li>Ausgewählte Wahrscheinlichkeitsfunktionen [III A.4, VDI M1.2.2]</li> </ol> B – Induktive Statistik <ol style="list-style-type: none"> <li>Hypothesentests, parametrische und nichtparametrische statistische Methoden [III A.1]</li> <li>Konfidenzintervalle [III A.7, VDI M1.5.4]</li> </ol> C – Statistische Methoden <ol style="list-style-type: none"> <li>Statistische Prozessteuerung und Prozessfähigkeit [III A.6]</li> <li>Ranggrößen und ihre Verteilungen [VDI M1.5.1]</li> <li>Grafische Auswertung [VDI M1.5.2]</li> <li>Auswertung unvollständiger Daten [VDI M1.5.3]</li> </ol>				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Vorlesung mit begleitenden Übungen				
<b>5</b>	<b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> In diesem Modul werden folgende Kompetenzen erwartet: <ol style="list-style-type: none"> <li>Terminologie empirischer Datenanalyse</li> </ol>				

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Darstellung univariater Datensätze</li> <li>3. Lage- und Streuungsparameter univariater Datensätze</li> <li>4. Bivariate Datensätze, Lineare Regression</li> <li>5. Grundlagen der Probabilistik</li> <li>6. Verteilungen</li> <li>7. Grundlagen der Hypothesentests</li> <li>8. Grundlagen der Parameterschätzung</li> <li>9. Grundlagen der Konfidenzintervalle</li>   <li>10. Daten-Arten</li> <li>11. Daten-Quellen</li> <li>12. Methoden des Datensammelns und der Datenerfassung</li> <li>13. Datenbanken</li> <li>14. Methoden der Ausfall-Analyse</li> <li>15. Obsoleszenz-Management</li>   <li>16. Datensammlung MIL-HDBK-217F</li> <li>17. Datensammlung SN 29500</li> <li>18. Datensammlung OREDA-6</li> <li>19. Datensammlung NPRD</li> <li>20. Datensammlung IEC TR 62380</li> <li>21. Datensammlung NSWC Handbook</li> <li>22. Datensammlung IEC 63142 (vormals Fides Guide)</li> </ol> <p>Wenn Sie sich die genannten Kompetenzen vorab erarbeiten möchten, kontaktieren Sie bitte den Modulverantwortlichen des Moduls <i>Grundlagen der Zuverlässigkeitstechnik</i> im Bachelor-Studiengang Sicherheitstechnik.</p>				
<b>6</b>	<b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine				
<b>7</b>	<b>Prüfungsformen</b> Schriftliche Ausarbeitung (9 Seiten) (100%)      Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch				
<b>8</b>	<b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulprüfung				
<b>9</b>	<b>Verwendung des Moduls in:</b> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; width: 60%;">Studiengang</th> <th style="text-align: left;">Status</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Funktionale Sicherheit_MPO2022</td> <td>Pflichtmodul</td> </tr> </tbody> </table>	Studiengang	Status	Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul
Studiengang	Status				
Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Die Gewichtung ergibt sich aus dem Anteil der Credits des Moduls an der Gesamtzahl der notenrelevanten Credits				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen / Literatur</b> Die Lehrinhalte sind konform zur VDI 4002-2:2011, zum IEEE & ASQ CRE Book of Knowledge und umfassen Teile der Normenreihe IEC 61508.  Die mit [CRE] gekennzeichneten Kompetenzen beziehen sich auf das IEEE & ASQ-Programm. Die mit römischen Ziffern gekennzeichneten Kompetenzen beziehen sich auf das Book of Knowledge, die mit VDI gekennzeichneten auf die VDI 4002 Blatt 2.				

## Referenzen

1. Durivage, M. A. (edt.): The Certified Reliability Engineer Handbook, 3rd Edition. Quality Press, 2017.
2. VDI Richtlinie 4002 Blatt 2: Zuverlässigkeitsingenieur/Zuverlässigkeitsingenieurin – Anforderungen an die Qualifizierung. Berlin: Beuth Verlag, 42 Seiten, erste Ausgabe, in Deutsch und Englisch, 2011-09.

## Methodik der Funktionalen Sicherheit

<b>Modulname</b>		Methodik der Funktionalen Sicherheit			
<b>Modulname englisch</b>		Functional Safety Methodology			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Uwe Kay Rakowsky			
<b>Dozent/in</b>		Prof. Dr.-Ing. Uwe Kay Rakowsky			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch, Englisch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-ME3	180 h	6	1. Semester	jährlich zum Sommersemester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>  Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS	<b>Kontaktzeit</b>  4 SWS (= 60 h)	<b>Selbststudium</b>  Gesamt: 120 h	<b>geplante Gruppengröße</b>  Vorlesung max. 150 bzw. 120 Übung max. 30	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b>  Die Studierenden  1. verfügen über fortgeschrittene Kenntnisse der Methoden der Funktionalen Sicherheit 2. und können diese anwenden, um Systeme zu analysieren, zu bewerten und zu beurteilen, 3. können probabilistische Methoden anwenden, um einen System-Lebenszyklen zu analysieren, 4. verstehen die Denkweise probabilistischer Ansätze und erkennen deren Potenziale und können diese zur Analyse eines Systems anwenden, 5. verstehen die Denkweise nicht-probabilistischer Ansätze und erkennen deren Potenziale und können diese zur Analyse eines Systems anwenden.				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b>  A – Probabilistische Ansätze  1. Importanz-Kenngrößen – strukturelle, Birnbaum- und fraktionale Importanz 2. Mehrwertige Modelle – Definition der Zustände, Eigenschaften, Modellbildung 3. Markov-Prozesse – Modellbildung und Prozedur zur Berechnung 4. Zustandsflussgraphen – Mason-Ansatz, Flussgraphen und Markov-Prozesse 5. Semi-Markov-Prozesse – Darstellung, Modellbildung, Übergangsmatrix, Verweildauerfunktionen, stationäre Wahrscheinlichkeiten  B – Nicht-Probabilistische Ansätze  1. Fuzzy set theory and application in safety engineering 2. Dempster-Shafer theory and application in functional safety engineering				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b>  Vorlesung mit begleitenden Übungen				
<b>5</b>	<b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b>  In diesem Modul werden folgende Kompetenzen erwartet:  1. Systemeigenschaften, Systemgrenzen, Systemanalyse 2. Terminologie der Sicherheitstechnik 3. Nutzen der Sicherheits- und Zuverlässigkeitstechnik				

	<p>4. Normung, Organisationen, Normungsverfahren</p> <p>5. Grundlagen der Boole'schen Algebra</p> <p>6. Grundlagen der Probabilistik</p> <p>7. Zuverlässigkeits-Blockdiagramme</p> <p>8. Fehlzustandsbaum-Analyse</p> <p>9. Anwendung der Binomial-Verteilung</p> <p>10. Anwendung des Satzes von Bayes</p> <p>11. Konstante Ausfallraten</p> <p>12. Anwendung der Weibull-Verteilung</p> <p>Wenn Sie sich die genannten Kompetenzen vorab erarbeiten möchten, kontaktieren Sie bitte den Modulverantwortlichen des Moduls <i>Grundlagen der Sicherheitstechnik</i> im Bachelor-Studiengang Sicherheitstechnik.</p>				
<b>6</b>	<b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine				
<b>7</b>	<b>Prüfungsformen</b> Schriftliche Ausarbeitung (9 Seiten) (100%)      Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch				
<b>8</b>	<b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulprüfung				
<b>9</b>	<b>Verwendung des Moduls in:</b>  <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; width: 50%;">Studiengang</th> <th style="text-align: left; width: 50%;">Status</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Funktionale Sicherheit_MPO2022</td> <td>Pflichtmodul</td> </tr> </tbody> </table>	Studiengang	Status	Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul
Studiengang	Status				
Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Die Gewichtung ergibt sich aus dem Anteil der Credits des Moduls an der Gesamtzahl der notenrelevanten Credits				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen / Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Veranstaltung wird deutschsprachig angeboten. Präsentationen und Dokumente können jedoch in Englisch verfasst sein.</li> <li>• Die Referenzen sind in den jeweiligen Präsentationen gegeben.</li> </ul>				

## Projektarbeit Funktionale Sicherheit A

<b>Modulname</b>		Projektarbeit Funktionale Sicherheit A			
<b>Modulname englisch</b>		Functional Safety Project Study A			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Uwe Kay Rakowsky			
<b>Dozent/in</b>		Lehrende und Lehrbeauftragte der Sicherheitstechnik			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch, Englisch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-PA-A	180 h	6	1. Semester	jedes Semester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>		<b>geplante Gruppengröße</b>
	Seminar: 1 SWS	1 SWS (= 15 h)	Gesamt: 165 h		Seminar 15
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b>				
	Die Studierenden sind in der Lage				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ein wissenschaftliches Projekt zu entwickeln und durchzuführen,</li> <li>2. wissenschaftliche Methoden auf einen spezifischen Kontext anzuwenden,</li> <li>3. Problemlösungen auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse zu gestalten,</li> <li>4. Problemlösungen zu evaluieren und</li> <li>5. einen Bericht in Form einer wissenschaftlichen Publikation zu verfassen.</li> </ol>				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b>				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eigenständiges Bearbeiten aktueller Forschungsthemen im Bereich der funktionalen Sicherheit und angrenzender Disziplinen.</li> <li>2. Die Themenauswahl erfolgt in Absprache mit den oben genannten Dozent:innen.</li> <li>3. Die Themen werden individuell oder in Teams vergeben.</li> <li>4. Es werden kleine wissenschaftliche Projekte definiert, die einzeln oder im Team erarbeitet werden.</li> <li>5. Die weiteren Inhalte sind durch das jeweilige Projekt vorgegeben.</li> </ol>				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b>				
	Eigenständige Bearbeitung der Aufgabenstellung mit Anleitung durch die Lehrenden				
<b>5</b>	<b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b>				
	Keine				
<b>6</b>	<b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b>				
	Keine				
<b>7</b>	<b>Prüfungsformen</b>				
	Schriftliche Ausarbeitung (24 Seiten) (100%)      Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch				
<b>8</b>	<b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b>				
	Bestandene Modulprüfung				
<b>9</b>	<b>Verwendung des Moduls in:</b>				



# Pflichtmodule 2. Semester

## Ethik und Karriere im Engineering

<b>Modulname</b>		Ethik und Karriere im Engineering			
<b>Modulname englisch</b>		Engineering Ethics & Engineering Careers			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		hrw\uwe.rakowsky			
<b>Dozent/in</b>		Prof. Dr.-Ing. Uwe Kay Rakowsky und Lehrbeauftragte			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-EKE	180 h	6	ab dem 2. Semester	jährlich zum Wintersemester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>  Vorlesung: 2 SWS Seminar: 2 SWS	<b>Kontaktzeit</b>  4 SWS (= 60 h)	<b>Selbststudium</b>  Gesamt: 120 h	<b>geplante Gruppengröße</b>  Vorlesung max. 150 bzw. 120 Seminar 15	
<b>2</b>	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b></p> <p>A – Die Lehrveranstaltung zur Ethik im Engineering</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. stärkt die analytischen, logischen und argumentativen Fähigkeiten der Studierenden,</li> <li>2. schärft die Urteilskraft der Studierenden,</li> <li>3. fördert die methodischen Fähigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens und Schreibens,</li> <li>4. fördert die Moderations- und Präsentationskompetenzen,</li> <li>5. fördert die Entscheidungsfähigkeit in kritischen Situationen des nicht-akademischen oder wissenschaftlichen Berufslebens.</li> </ol> <p>B – Die Lehrveranstaltung zur Karriere im Engineering</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. stärkt die analytischen, logischen und argumentativen Fähigkeiten der Studierenden,</li> <li>2. vermittelt einen erweiterten Einblick in das Berufsleben jenseits von fachlichen,</li> <li>3. fördert die Reflexion der eigenen Ziele, Stärken und Kompetenzen,</li> <li>4. fördert die Entscheidungsfähigkeit in Bezug auf die eigene Zukunft im nicht-akademischen oder wissenschaftlichen Berufsleben nach dem Master-Abschluss</li> <li>5. entwickeln Führungskompetenzen für kleinen Teams.</li> </ol> <p>C – Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. können Grundbegriffe der Ethik in systematische Zusammenhänge einordnen,</li> <li>2. können unterschiedliche Verhaltenskodizes unter verschiedenen Aspekten diskutieren,</li> <li>3. können Entscheidungen in kritischen Situationen rational begründen,</li> <li>4. erkennen den Zusammenhang von Rechtsnormen und moralischen Normen und können ihn an aktuellen technischen und gesellschaftlichen Entwicklungen aufzeigen,</li> <li>5. unterscheiden die verschiedenen Annahmen über die Grundlagen ethischen Handelns und können sie gegeneinander abwägen;</li> <li>6. kennen die Grundlagen des Networking,</li> <li>7. können einen persönlichen Entwicklungsplan erstellen und in einem Interview verteidigen.</li> </ol>				
<b>3</b>	<p><b>Inhalte</b></p> <p>A – Ethik im Engineering</p>				

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ethik, angewandte Ethik, Ethik der Technik, Ethik im Engineering – Terminologie und allgemeine Grundsätze</li> <li>2. Verhaltenskodizes im Engineering: VDI, IEEE und anderer Organisationen</li> <li>3. Verantwortung im Beruf</li> <li>4. Das Prinzip der Nachhaltigkeit</li> <li>5. Sicherheit versus Risiko, dessen Akzeptanz und Aversion</li> <li>6. Whistleblowing – Eigenschaften, Dilemma, Missbrauch</li> <li>7. Ethik im Engineering in der Gegenwart: autonome und intelligente Systeme</li> <li>8. Ethik im Engineering in der Zukunft: Roboter-Philosophie und -Ethik, Entwurf künstlicher Intelligenzen</li> <li>9. Fallstudien</li> </ol> <p>B – Karriere im Engineering</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erfahrung, technischer Fortschritt und Fortbildung</li> <li>2. Regelkonformität (Compliance) versus Netzwerke aufbauen und pflegen</li> <li>3. Wechsel des Arbeitgebers</li> <li>4. Aufstieg aus dem Engineering in Führungspositionen</li> <li>5. Persönlicher Entwicklungsplan – Ziele, Stärken, Kompetenzen, Qualifizierungen, Positionierung; nächste Schritte, Prioritäten, Analyse von Chancen, alternative Pläne</li> </ol>								
<b>4</b>	<p><b>Lehrformen</b></p> <p>Vorlesung, Seminar</p>								
<b>5</b>	<p><b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>								
<b>6</b>	<p><b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>								
<b>7</b>	<p><b>Prüfungsformen</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Schriftliche Ausarbeitung (16 Seiten, 62 %)</td> <td style="width: 50%;">Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch</td> </tr> <tr> <td>Schriftliche Ausarbeitung (8 Seiten, 38 %)</td> <td>Prüfungssprache: Deutsch</td> </tr> <tr> <td>Vortrag (20 min.)</td> <td>Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch</td> </tr> </table> <p>Ethik im Engineering: schriftliche Ausarbeitung (62 %), Vortrag (be/nb)  Karriere im Engineering: schriftliche Ausarbeitung (38 %)</p>	Schriftliche Ausarbeitung (16 Seiten, 62 %)	Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch	Schriftliche Ausarbeitung (8 Seiten, 38 %)	Prüfungssprache: Deutsch	Vortrag (20 min.)	Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch		
Schriftliche Ausarbeitung (16 Seiten, 62 %)	Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch								
Schriftliche Ausarbeitung (8 Seiten, 38 %)	Prüfungssprache: Deutsch								
Vortrag (20 min.)	Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch								
<b>8</b>	<p><b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag mit Präsentation (12 Folien, bestanden oder nicht bestanden)</li> </ul>								
<b>9</b>	<p><b>Verwendung des Moduls in:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><b>Studiengang</b></th> <th style="text-align: left;"><b>Status</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Funktionale Sicherheit_MPO2022</td> <td>Pflichtmodul</td> </tr> <tr> <td>Systems Engineering_MPO2024</td> <td>Wahlmodul</td> </tr> <tr> <td>Systemtechnik_MPO 2017</td> <td>Pflichtmodul</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>	Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul	Systems Engineering_MPO2024	Wahlmodul	Systemtechnik_MPO 2017	Pflichtmodul
<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>								
Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul								
Systems Engineering_MPO2024	Wahlmodul								
Systemtechnik_MPO 2017	Pflichtmodul								
<b>10</b>	<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b></p>								

	Die Gewichtung ergibt sich aus dem Anteil der Credits des Moduls an der Gesamtzahl der notenrelevanten Credits
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen / Literatur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Veranstaltung wird deutschsprachig angeboten.</li><li>• Präsentationen und Dokumente können jedoch in Englisch verfasst sein.</li><li>• Die Referenzen sind in den jeweiligen Präsentationen gegeben.</li></ul>

## Funktionale Sicherheit im Engineering

<b>Modulname</b>		Funktionale Sicherheit im Engineering			
<b>Modulname englisch</b>		Functional Safety Engineering			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		hrw\david.schepers			
<b>Dozent/in</b>		Prof. Dr.-Ing. David Schepers			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-FSE	180 h	6	2. Semester	jährlich zum Wintersemester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>  Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS	<b>Kontaktzeit</b>  4 SWS (= 60 h)	<b>Selbststudium</b>  Gesamt: 120 h	<b>geplante Gruppengröße</b>  Vorlesung max. 150 bzw. 120 Übung max. 30	
<b>2</b>	<p><b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b></p> <p>A – Die Lehrveranstaltung zur funktionalen Sicherheit im Engineering</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. erweitert die planerischen Fähigkeiten der Studierenden hinsichtlich der Entwicklung von sicherheitsrelevanten Komponenten und Systemen</li> <li>2. stärkt die analytischen und logischen Fähigkeiten der Studierenden,</li> <li>3. schärft die Urteilskraft der Studierenden,</li> <li>4. fördert die methodischen Fähigkeiten zur wissenschaftlichen Analyse, Modellierung und Bewertung von sicherheitstechnischen Systemen</li> <li>5. fördert die allgemeinen methodischen Fähigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens und Schreibens,</li> <li>6. fördert die Entscheidungsfähigkeit der Studierenden hinsichtlich der Auswahl geeigneter wissenschaftlicher Methoden zur Bewertung sicherheitskritischer Systeme.</li> </ol> <p>B – Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. verfügen über Fachkenntnisse zur Terminologie der funktionalen Sicherheit nach IEC 61508 (Grundnorm) und EN 62061 (Anwendungsnorm für den Bereich Maschinen) und können die Inhalte der Norm eigenständig erläutern,</li> <li>2. kennen den gesamten Sicherheitslebenszyklus für die Entwicklung von sicherheitstechnischen Komponenten nach IEC 61508 und EN 62061 und können den gesamten Entwicklungszyklus in einzelne Phasen unterteilen und die notwendigen Entwicklungstätigkeiten definieren,</li> <li>3. verfügen über Kenntnisse zur Auswahl einer geeigneten Sicherheitsarchitektur und können daraus ein geeignetes Sicherheitskonzept ableiten,</li> <li>4. sind in der Lage Sicherheitsfunktionen unter Berücksichtigung der Anforderungen von IEC 61508 und EN 62061 zu definieren, auszulegen und zu bewerten, um Risiken mittels sicherheitsgerichteter Steuerungssysteme zu minimieren,</li> <li>5. verfügen über grundlegende Kenntnisse der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung und kennen die wesentlichen Verfahren zur Bewertung der Ausfallwahrscheinlichkeiten von sicherheitsrelevanten Steuerungssystemen,</li> <li>6. können für sicherheitsrelevante Steuerungssysteme die Kenngrößen PFD (Probability of dangerous Failure on Demand / IEC 61508) und PFH (Probability of dangerous Failure per Hour / IEC 61508 und EN 62061) berechnen sowie die Ergebnisse bewerten</li> <li>7. besitzen die Fähigkeit, das Verhalten dynamischer sicherheitstechnischer Systeme mittels Petri-Netzen zu modellieren und simulieren, um daraus die Kenngrößen PFD und PFH abzuleiten,</li> <li>8. sind in der Lage, sicherheitstechnische Systeme zu analysieren und für die Anwendung in Monte-Carlo-Simulationen zu modellieren,</li> </ol>				

	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. können Monte-Carlo-Simulationen unter Berücksichtigung statistischer und deterministischer Verzögerungen anhand von Beispielen eigenständig durchführen, bewerten und dokumentieren,</li> <li>10. sind in der Lage die erlernten Methoden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit für unterschiedliche Sicherheitssysteme zu beurteilen.</li> </ol>
<b>3</b>	<p><b>Inhalte</b></p> <p>Funktionale Sicherheit im Engineering</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Management der funktionalen Sicherheit und Betrachtung des gesamten Sicherheitslebenszyklus nach IEC 61508 / EN 62061</li> <li>2. Maßnahmen zur Vermeidung von systematischen Fehlern, Anforderungen an die systematische Sicherheitsintegrität nach IEC 61508 / EN 62061</li> <li>3. Maßnahmen zur Beherrschung von systematischen und zufälligen Fehlern</li> <li>4. Anforderungen an die Sicherheitsarchitektur</li> <li>5. Grundlagen der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung</li> <li>6. Anforderungsrate, Berechnung der Kenngrößen PFD (IEC 61508) und PFH (IEC 61508 / EN 62061)</li> <li>7. Theorie endlicher Automaten</li> <li>8. Mathematische Darstellung und Modellierung von Petri-Netzen</li> <li>9. Analyse von Petri-Netzen</li> <li>10. Verwendung von Petri-Netzen zur Bestimmung der Kenngrößen PFH und PFD</li> <li>11. Mathematische Grundlagen zur Monte-Carlo-Methode, Modellbildung</li> <li>12. Durchführung von Monte-Carlo-Simulationen anhand von Beispielen</li> <li>13. Anwendbarkeit der Simulationsmethoden, Bewertung der Ergebnisse</li> </ol>
<b>4</b>	<p><b>Lehrformen</b></p> <p>Vorlesung, Übung</p>
<b>5</b>	<p><b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>In diesem Modul werden folgende Kompetenzen erwartet:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Europäischen Richtlinien im Bezug zur Maschinensicherheit</li> <li>2. Methoden zur Risikobeurteilung und Risikominderung</li> <li>3. Begrifflichkeiten der Sicherheits- und Zuverlässigkeitstechnik: Ausfallmodelle, Ausfallraten, Ausfälle gemeinsamer Ursache</li> <li>4. Normen zur Funktionalen Sicherheit: IEC 61508, EN ISO 13849 und EN 62061</li> <li>5. Sicherheitslebenszyklus in der Funktionalen Sicherheit sowie Anforderungen an Projektmanagement und Dokumentation</li> <li>6. Maßnahmen zur Vermeidung von systematischen Ausfällen</li> <li>7. Beherrschung von zufälligen Ausfällen, Auswahl geeigneter Schutzeinrichtungen, Auslegung von Sicherheitsarchitekturen für Sicherheitsfunktionen</li> <li>8. Berechnung sicherheitstechnischer Kenngrößen für Sicherheitsfunktionen</li> </ol> <p>Wenn Sie sich die genannten Kompetenzen vorab erarbeiten möchten, kontaktieren Sie bitte den Modulverantwortlichen des Moduls <i>Funktionale Sicherheit_1</i> im Bachelor-Studiengang Sicherheitstechnik.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Praktische Kenntnisse in einer Programmiersprache, zum Beispiel C/C++, Python, Java</li> <li>2. Sicherheitslebenszyklus für die Entwicklung von sicherheitsrelevanter Software nach IEC 61508, V-Modell</li> <li>3. Sicherheitsmanagement, Erstellung eines Plans der Funktionalen Sicherheit</li> <li>4. Definition von Sicherheitsanforderungen an Software, Erstellung einer Software-Spezifikation</li> <li>5. Kenntnis der wichtigsten Schritte bei der Software-Entwicklung nach V-Modell:</li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Software-Architektur</li> <li>b) Software-Systementwurf</li> <li>c) Modulentwurf</li> <li>d) Software-Coding</li> <li>e) Software Verifikation und Validation</li> </ul> <p>6. Kenntnis und Verständnis der wesentlichen Maßnahmen zur Fehlervermeidung in der Software-Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Programmierrichtlinien</li> <li>b) Nachweis der Software-Zuverlässigkeit (Testaufgaben, Testmethoden, Testabdeckung)</li> <li>c) Messen von SoftwareQualität (Metriken)</li> <li>d) SoftwareIntegration</li> <li>e) Klassifizierung und Qualifizierung von Software Tools</li> </ul> <p>Wenn Sie sich die genannten Kompetenzen vorab erarbeiten möchten, kontaktieren Sie bitte den Modulverantwortlichen des Moduls <i>Software-Qualitätsmanagement</i> im Bachelor-Studiengang Sicherheitstechnik.</p>						
<b>6</b>	<b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine						
<b>7</b>	<b>Prüfungsformen</b> Schriftliche Klausurarbeit (120 min.) (100%)      Prüfungssprache: Deutsch						
<b>8</b>	<b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulprüfung						
<b>9</b>	<b>Verwendung des Moduls in:</b>  <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; width: 60%;">Studiengang</th> <th style="text-align: left;">Status</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Funktionale Sicherheit_MPO2022</td> <td>Pflichtmodul</td> </tr> <tr> <td>Systemtechnik_MPO 2017</td> <td>Wahlmodul</td> </tr> </tbody> </table>	Studiengang	Status	Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul	Systemtechnik_MPO 2017	Wahlmodul
Studiengang	Status						
Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul						
Systemtechnik_MPO 2017	Wahlmodul						
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Die Gewichtung ergibt sich aus dem Anteil der Credits des Moduls an der Gesamtzahl der notenrelevanten Credits						
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen / Literatur</b> IEC 61508 und EN 62061, ergänzende Literaturhinweise werden mit den Vorlesungsdokumenten zur Verfügung gestellt.						

## Funktionale Sicherheit künstlicher Intelligenzen

<b>Modulname</b>		Funktionale Sicherheit künstlicher Intelligenzen			
<b>Modulname englisch</b>		Functional Safety of Artificial Intelligence			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		hrw\stephan.possberg			
<b>Dozent/in</b>		Prof. Dr.-Ing. Stephan Poßberg			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch, Englisch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-FAI	180 h	6	2. Semester	jährlich zum Wintersemester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>  Seminar: 2 SWS Praktikum: 2 SWS	<b>Kontaktzeit</b>  4 SWS (= 60 h)	<b>Selbststudium</b>  Gesamt: 120 h	<b>geplante Gruppengröße</b>  Seminar 15 Praktikum max. 15	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden <ol style="list-style-type: none"> <li>1. kennen die Studierenden Konzepte für die Entwicklung von KI-Systemen unter Berücksichtigung der Anforderungen der funktionalen Sicherheit,</li> <li>2. kennen die Grundlagen der relevanten Normen, die sie bei der Entwicklung berücksichtigen müssen,</li> <li>3. können – aufbauend auf den Grundlagen des maschinellen Lernens, die im Rahmen dieses Moduls wiederholt und vertieft werden – die wichtigsten Methoden und Modelle der Künstlichen Intelligenz, die über die Grundlagen hinausgehen (z. B. Künstliche Neuronale Netze, Support Vector Machines, Boosting- und Bagging-Verfahren), verstehen und anwenden,</li> <li>4. haben ein Verständnis darüber entwickelt, wie autonome Systeme und Assistenzsysteme mithilfe von KI aufgewertet werden können,</li> <li>5. sind für potenzielle Schwächen der verwendeten Technologien sensibilisiert und kennen geeignete Methoden zum Abstellen dieser Schwachstellen,</li> <li>6. haben gelernt, mit der KNIME Analytics Platform und gegebenenfalls Python selbstständig KI-Systeme für Use Cases im Bereich der funktionalen Sicherheit zu entwickeln,</li> <li>7. sind vorbereitet auf die KNIME Zertifizierungsprüfung L2, die die Firma KNIME für Studierende der HRW kostenlos anbietet,</li> <li>8. können die selbst trainierten Modelle hinsichtlich der Robustheit überprüfen und sind in der Lage, mögliche, gegebenenfalls böswillige Szenarien der Manipulierbarkeit zu erkennen und mit geeigneten Methoden abzustellen,</li> <li>9. kennen die Studierenden die Grundlagen der Erklärbarkeit von Künstlicher Intelligenz.</li> </ol>				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> A – Data Science, Machine Learning und Künstliche Intelligenz <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiederholung der Grundlagen für die Bereiche Data Science, Machine Learning und Künstliche Intelligenz</li> <li>2. Relevanz von Künstlicher Intelligenz für die funktionale Sicherheit</li> <li>3. Autonome Systeme und Assistenzsysteme im Umfeld der funktionalen Sicherheit</li> </ol> B – Entwicklung von KI-Systemen für die funktionale Sicherheit <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Self-Service Analytics mit KNIME Analytics Platform &amp; Python</li> </ol>				

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Algorithmen für die Entwicklung von KI-Systemen (Regression, Klassifikation, Clustering, Reinforcement Learning, Künstliche Neuronale Netze)</li> <li>3. Anwendung der Algorithmen für Use Cases der funktionalen Sicherheit unter Berücksichtigung der relevanten Normen</li> <li>4. Manipulierbarkeit von Künstlicher Intelligenz</li> <li>5. Erklärbare Künstliche Intelligenz und deren Anwendung in der Praxis</li> </ol> <p>C – Fallbeispiele im Praktikum für KI in der funktionalen Sicherheit</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fallbeispiele C2X und Autonomes Fahren</li> <li>2. Fallbeispiel Medizintechnik (Computer Vision)</li> </ol>				
<b>4</b>	<p><b>Lehrformen</b></p> <p>Seminar mit begleitenden Übungen und Labor-Veranstaltungen</p>				
<b>5</b>	<p><b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Kenntnisse der Inhalte aus dem Modul <i>Grundlagen der Künstlichen Intelligenz für die Sicherheitstechnik</i> des BSG Sicherheitstechnik sind von Vorteil.</p>				
<b>6</b>	<p><b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>				
<b>7</b>	<p><b>Prüfungsformen</b></p> <p>Schriftliche Klausurarbeit (60 min.) (100%)      Prüfungssprache: Deutsch Semesterbegleitende Programmieraufgaben</p>				
<b>8</b>	<p><b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b></p> <p>Bestanden Modulprüfung</p>				
<b>9</b>	<p><b>Verwendung des Moduls in:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><b>Studiengang</b></th> <th style="text-align: left;"><b>Status</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Funktionale Sicherheit_MPO2022</td> <td>Pflichtmodul</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>	Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul
<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>				
Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul				
<b>10</b>	<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b></p> <p>Die Gewichtung ergibt sich aus dem Anteil der Credits des Moduls an der Gesamtzahl der notenrelevanten Credits</p>				
<b>11</b>	<p><b>Sonstige Informationen / Literatur</b></p> <p>Referenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminarfolien und Seminaraufgaben (stehen jeweils eine Woche vor dem Seminar- bzw. Praktikumstermin für das vorbereitende Selbststudium zur Verfügung)</li> <li>• Norm IEC 61511, „Funktionale Sicherheit für die Prozessindustrie“</li> <li>• Norm IEC 62061, „Sicherheit von Maschinen“</li> <li>• Papp et al.; Handbuch Data Science und KI – Mit Machine Learning und Datenanalyse Wert aus Daten generieren; 2. Auflage; Hanser Verlag; 2022; München; ISBN: 978-3-446-46947-1</li> <li>• Laura Igual, Santi Seguí; Introduction Data Science – A Python Approach to Concepts, Techniques and Applications; Springer; 2017; Cham, Schweiz; ISBN 978-3-319-50016-4</li> <li>• Charu C. Aggarwal; Neural Networks and Deep Learning; Springer Verlag; Cham, Switzerland; ISBN 978-3-319-94462-3</li> <li>• Wolfgang Ertel; Grundkurs Künstliche Intelligenz – eine praxisorientierte Einführung, 5.</li> </ul>				

Auflage; Springer Vieweg; Wiesbaden; 2021; ISBN 978-3-658-32074-4

- Peter Buxmann, Holger Schmidt; Künstliche Intelligenz – Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg; Springer Gabler; Berlin; 2019; ISBN 978-3-662-57567-3
- Phil Wennker; Künstliche Intelligenz in der Praxis – Anwendung in Unternehmen und Branchen: KI wettbewerbs- und zukunftsorientiert einsetzen; Springer Gabler Verlag; Wiesbaden; 2020; ISBN 978-3-658-30479-9
- Wojciech Samek, Gregoire Montavon, Andrea Vedaldi, Lars Kai Hansen; Explainable AI: Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning; Springer; Cham, Switzerland; 2019; ISBN 978-3-030-28953-9
- Cramer, Kamps; Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik – Ein Skript für Studierende der Informatik, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften; Springer; 2007; Berlin, Heidelberg; ISBN 978-3-540-36342-2
- Rosaria Silipo, Satoru Hayasaka; KNIME Beginner's Luck – A Guide to KNIME Analytics Platform for Beginners; KNIME Press; 2022; Zurich, Switzerland; von Rosaria Silipo (Autor), Satoru Hayasaka (Autor)

## Haftungs- und Gewährleistungs-Management

<b>Modulname</b>		Haftungs- und Gewährleistungs-Management			
<b>Modulname englisch</b>		Liability and Warranty Management			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		hrw\andreas.braasch			
<b>Dozent/in</b>		Prof. Dr.-Ing. Andreas Braasch			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-HGM	180 h	6	ab dem 2. Semester	jährlich zum Wintersemester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>  Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS	<b>Kontaktzeit</b>  4 SWS (= 60 h)	<b>Selbststudium</b>  Gesamt: 120 h	<b>geplante Gruppengröße</b>  Vorlesung max. 150 bzw. 120 Übung max. 30	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden <ol style="list-style-type: none"> <li>erlernen die rechtliche Tragweite der Themen Sicherheit und Zuverlässigkeit von technischen Produkten im späteren Feldeinsatz,</li> <li>schärfen ihr Bewusstsein, dass ein ganzheitlicher Ansatz von der Projektidee bis zur Verschrottung des Produktes gewählt werden muss,</li> <li>lernen anhand von Praxisbeispielen das Zusammenspiel zwischen organisatorischen, technischen und juristischen Einflüssen auf Haftungs- und Gewährleistungsfragen,</li> <li>und gestalten eigene Gutachten auf Basis anonymisierter Beispiele aus dem Feldeinsatz.</li> </ol>				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> A – Haftungs- und Gewährleistungsmanagement Grundlagen <ol style="list-style-type: none"> <li>Aktuelle und zukünftige Herausforderungen</li> <li>Prominente Beispiele in der Diskussion</li> <li>Rechtliche Grundlagen (Produkthaftung, Sachmängelhaftung, Vertragswesen)</li> </ol> B – Zusammenspiel prozessualer Ansätze (Branchenstandards und ausgewählte Konzernnormen) <ol style="list-style-type: none"> <li>ISO 9001:2015 und IATF 16949:2016</li> <li>VDA SAF, CQI 14, GS 95004</li> <li>Abläufe im Regel- und Sonderregress</li> <li>Rückrufmanagement inkl. Erstellung von RAPEX Bewertungen</li> </ol> C – Methoden der Feldüberwachung <ol style="list-style-type: none"> <li>Pareto, Schichtlinien, Beanstandungsverläufe, Weibull-Prognosen</li> </ol> D – Bearbeitung von Fallbeispielen <ol style="list-style-type: none"> <li>Serienschaden</li> <li>Jahresendgeldabrechnungen</li> </ol> E – Rückruf in der Praxis				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b>				

	Vorlesung mit begleitenden Übungen in Kleingruppen								
<b>5</b>	<b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine								
<b>6</b>	<b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine								
<b>7</b>	<b>Prüfungsformen</b> Schriftliche Ausarbeitung (15 Seiten) (70%)      Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch Vortrag (20 min.) (30%)                              Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch								
<b>8</b>	<b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulprüfungen								
<b>9</b>	<b>Verwendung des Moduls in:</b>  <table border="0"> <thead> <tr> <th><b>Studiengang</b></th> <th><b>Status</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Funktionale Sicherheit_MPO2022</td> <td>Pflichtmodul</td> </tr> <tr> <td>Systemtechnik_MPO 2017</td> <td>Wahlmodul</td> </tr> <tr> <td>Zukunftssemester</td> <td>Wahlpflichtmodul</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>	Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul	Systemtechnik_MPO 2017	Wahlmodul	Zukunftssemester	Wahlpflichtmodul
<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>								
Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul								
Systemtechnik_MPO 2017	Wahlmodul								
Zukunftssemester	Wahlpflichtmodul								
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Die Gewichtung ergibt sich aus dem Anteil der Credits des Moduls an der Gesamtzahl der notenrelevanten Credits								
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen / Literatur</b>								

# Pflichtmodule 3. Semester

## Master-Arbeit

<b>Modulname</b>		Master-Arbeit			
<b>Modulname englisch</b>		Master Thesis			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Uwe Kay Rakowsky			
<b>Dozent/in</b>		Durchführende Lehrende			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch, Englisch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-MA	810 h	27	3. Semester	jedes Semester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>geplante Gruppengröße</b>	
			Gesamt: 810 h		
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b>				
	Die Studierenden sind in der Lage, eine wissenschaftliche Fragestellung aus dem Bereich der funktionalen Sicherheit und angrenzender Disziplinen mit den entsprechenden wissenschaftlichen Methoden umfassend und erfolgreich in einer vorgegebenen Zeit umzusetzen und adäquat zu dokumentieren.				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b>				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ingenieurwissenschaftliche Themen im Rahmen der funktionalen Sicherheit und angrenzender Disziplinen.</li> <li>Die Inhalte sind durch das jeweilige Projekt vorgegeben.</li> </ol>				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b>				
	Eigenständige Bearbeitung der Aufgabenstellung mit minimaler Anleitung durch die Lehrenden				
<b>5</b>	<b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b>				
	Keine				
<b>6</b>	<b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b>				
	Die formalen Teilnahmevoraussetzungen sind in der Master-Prüfungsordnung vorgegeben.				
<b>7</b>	<b>Prüfungsformen</b>				
	Master-Arbeit				
<b>8</b>	<b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b>				
	Bestandene Modulprüfung				
<b>9</b>	<b>Verwendung des Moduls in:</b>				
	<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>			
	Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>				

	Die Gewichtung ergibt sich aus dem Anteil der Credits des Moduls an der Gesamtzahl der notenrelevanten Credits
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen / Literatur</b> Weitere verbindliche Informationen finden Sie in der gültigen Master-Prüfungsordnung.

## Master-Kolloquium

<b>Modulname</b>		Master-Kolloquium			
<b>Modulname englisch</b>		Colloquium			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Uwe Kay Rakowsky			
<b>Dozent/in</b>		Durchführende Lehrende			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch, Englisch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-MAK	90 h	3	3. Semester	jedes Semester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>		<b>geplante Gruppengröße</b>
			Gesamt: 90 h		
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b>				
	Die Studierenden können				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. die Methodik und die Ergebnisse der Master-Arbeit anschaulich präsentieren,</li> <li>2. die Master-Arbeit in einer wissenschaftlichen Diskussion vertreten.</li> </ol>				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b>				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Darstellung der Methodik, der Konzepte und der Ergebnisse der Master-Arbeit</li> <li>2. Präsentation der wissenschaftlichen Relevanz der Ergebnisse der Master-Arbeit</li> <li>3. Führen einer wissenschaftlichen Diskussion</li> </ol>				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b>				
	Keine				
<b>5</b>	<b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b>				
	Keine				
<b>6</b>	<b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b>				
	Die formalen Teilnahmevoraussetzungen sind in der Master-Prüfungsordnung vorgegeben.				
<b>7</b>	<b>Prüfungsformen</b>				
	Die Prüfungsform ist in der Master-Prüfungsordnung vorgegeben.				
<b>8</b>	<b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b>				
	Bestandene Modulprüfung				
<b>9</b>	<b>Verwendung des Moduls in:</b>				
	<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>			
	Funktionale Sicherheit_MPO2022	Pflichtmodul			
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>				

	Die Gewichtung ergibt sich aus dem Anteil der Credits des Moduls an der Gesamtzahl der notenrelevanten Credits
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen / Literatur</b> Weitere verbindliche Informationen finden Sie in der gültigen Master-Prüfungsordnung.

# Wahlmodule

## Incident and Accident Investigation

<b>Modulname</b>		Incident and Accident Investigation				
<b>Modulname englisch</b>		Incident and Accident Investigation				
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Clemens Dietl				
<b>Dozent/in</b>		Prof. Dr.-Ing. Clemens Dietl				
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch				
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>	
S-IAI	180 h	6	2. Semester	jährlich zum Wintersemester	1 Semester	
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>  Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS	<b>Kontaktzeit</b>  4 SWS (= 60 h)	<b>Selbststudium</b>  Gesamt: 120 h		<b>geplante Gruppengröße</b>  Vorlesung max. 150 bzw. 120 Übung max. 30	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b>  Die Studierenden können  1. Ereignis- und Unfalluntersuchungen anwenden, 2. mit verschiedenen Methoden und Modellen Ereignisse und Unfällen analysieren, 3. Methoden zur Informations- und Datenermittlung und zur Bewertung und Beurteilung anwenden, 4. Interviews zur Informationssammlung nach Unfällen durchführen, 5. in den Interviews argumentieren und kritisieren, 6. Workshops planen, entwickeln und durchführen.					
<b>3</b>	<b>Inhalte</b>  Es werden folgende methodische Verfahren vorgestellt, in Workshops ausgeführt und in Rollenspielen geübt:  1. Informations.- und Datenermittlung in Bezug auf Ereignisse und Unfälle 2. Loss Causation Model 3. Bestimmung von Schlüsselereignissen (Key Events), Barrieren Auswirkungen (Consequences) 4. Aufstellen von Hypothesen und Bewertung dieser 5. Ansatz zur Bow-Tie Analyse hinsichtlich unwirksamer Barrieren 6. Facilitation von Workshops zur Unfallermittlung: allgemeine Vorbereitung, Dokumente vorbereiten, Auswahl der Teilnehmenden, Moderation, Erstellung des Berichts					
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b>  Die Vorlesungen werden durch Übungen in Form von Workshops unterstützt.					
<b>5</b>	<b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b>  Keine					
<b>6</b>	<b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b>  Keine					

<b>7</b>	<b>Prüfungsformen</b> Mündliche Prüfung (20 min.) (100%) Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch				
<b>8</b>	<b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Prüfung				
<b>9</b>	<b>Verwendung des Moduls in:</b>  <table> <thead> <tr> <th><b>Studiengang</b></th> <th><b>Status</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Funktionale Sicherheit_MPO2022</td> <td>Wahlmodul</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>	Funktionale Sicherheit_MPO2022	Wahlmodul
<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>				
Funktionale Sicherheit_MPO2022	Wahlmodul				
<b>10</b>	<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Die Gewichtung ergibt sich aus dem Anteil der Credits des Moduls an der Gesamtzahl der notenrelevanten Credits				
<b>11</b>	<b>Sonstige Informationen / Literatur</b> Die Veranstaltung wird deutschsprachig angeboten. Präsentationen und Dokumente sind jedoch in Englisch verfasst.				

## Labor Künstliche Intelligenz 1 – Anwendungen im Engineering

<b>Modulname</b>		Labor Künstliche Intelligenz 1 – Anwendungen im Engineering			
<b>Modulname englisch</b>		Artificial Intelligence Lab – Engineering Applications			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		hrw\stephan.possberg			
<b>Dozent/in</b>		Prof. Dr.-Ing. Stephan Poßberg			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-LAB-A1	180 h	6	ab dem 1. Semester	jährlich zum Wintersemester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>geplante Gruppengröße</b>	
	Seminar: 2 SWS Praktikum: 2 SWS	4 SWS (= 60 h)	Gesamt: 120 h	Seminar 15 Praktikum max. 15	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b>				
	<p>A – Die Lehrveranstaltung</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>vermittelt das Verständnis und die Anwendung von KI-Methoden in Engineering-Projekten und befähigt zur Entwicklung und Implementierung von KI-Lösungen für reale Probleme im Engineering,</li> <li>befähigt zur kritischen Analyse und Bewertung von KI-Anwendungen im Hinblick auf die funktionale Sicherheit.</li> </ol> <p>B – Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>reflektieren und bewerten ihre eigenen Lernfortschritte und den Projektverlauf zur kontinuierlichen Verbesserung ihrer Fachkompetenz,</li> <li>präsentieren und verteidigen entwickelte Lösungen selbstständig, um ihre kommunikativen Fähigkeiten zu stärken.</li> <li>Die Studierenden dokumentieren ihre eigenen Entwicklungen wissenschaftlich korrekt und üben kritische Selbstreflexion zur Verbesserung ihrer analytischen Fähigkeiten.</li> <li>Die Studierenden entwickeln wichtige Soft Skills, darunter Zeitmanagement und Teamarbeit, die in interdisziplinären und internationalen Umfeldern unerlässlich sind.</li> <li>Die Studierenden erlangen ein Verständnis für die ethischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Auswirkungen der KI-Technologien im Engineering-Bereich.</li> </ol>				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b>				
	<p>A – Grundlagen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Schlüsselkonzepte der Künstlichen Intelligenz mit Fokus auf Engineering</li> <li>Methoden der Datenerfassung, -analyse und -interpretation</li> <li>Integration von Künstlicher Intelligenz in bestehende Systeme</li> <li>Projektmanagement- und agile Entwicklungsmethoden, insbesondere SCRUM, zur effektiven Teamarbeit und Projektumsetzung.</li> </ol> <p>B – Vertiefung Künstliche Intelligenz im Engineering</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Vertiefte Behandlung fortgeschrittener KI-Techniken, speziell für ihre Anwendung in der Robotik und Automatisierung.</li> <li>Analyse spezifischer KI-Anwendungen in industriellen Prozessen, inklusive Fallbeispielen für</li> </ol>				

	<p>die erfolgreiche KI-Integration.</p> <p>3. Erörterung der Entwicklung und Implementierung von benutzerorientierten KI-Systemen, einschließlich der Interaktion zwischen Menschen und Maschine.</p> <p>C – KI-Anwendung im Engineering</p> <p>1. KI-Anwendungen in verschiedenen Engineering-Bereichen wie Automotive, Luft- und Raumfahrt sowie der Prozessindustrie.</p> <p>2. KI-Systeme für die Diagnose und Prognose von Fehlern in technischen Anlagen, einschließlich Entscheidungsunterstützungssystemen.</p>				
<b>4</b>	<p><b>Lehrformen</b></p> <p>1. Wechsel zwischen theoretischen Vorlesungen und praktischen Übungen in einem wöchentlichen Rhythmus, angereichert durch den Einsatz von Fallstudien und realen Projektszenarien.</p> <p>2. Gruppenarbeiten und Projekte, die unter Anwendung der SCRUM-Methodik durchgeführt werden.</p>				
<b>5</b>	<p><b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Grundlagen aus dem Modul <i>Funktionale Sicherheit Künstlicher Intelligenzen</i> des MSG <i>Funktionale Sicherheit</i> sind von Vorteil. In diesem Modul werden folgende weiteren Kompetenzen erwartet:</p> <p>1. Grundkenntnisse in der Programmierung und Datenanalyse.</p> <p>2. Eigeninitiative und Motivation zur Auseinandersetzung mit komplexen Problemstellungen.</p> <p>3. Bereitschaft zur Teamarbeit und Projektarbeit mit agilen Methoden.</p>				
<b>6</b>	<p><b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>				
<b>7</b>	<p><b>Prüfungsformen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektarbeit in Form einer semesterbegleitenden Portfolioprüfung inkl. einer Präsentation der Ergebnisse am Semesterende.</li> <li>• Die Prüfungsdetails werden jeweils in der ersten Veranstaltung am Semesteranfang mitgeteilt.</li> </ul>				
<b>8</b>	<p><b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b></p> <p>Bestandene Modulprüfung</p>				
<b>9</b>	<p><b>Verwendung des Moduls in:</b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><b>Studiengang</b></th> <th style="text-align: left;"><b>Status</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Funktionale Sicherheit_MPO2022</td> <td>Wahlmodul</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>	Funktionale Sicherheit_MPO2022	Wahlmodul
<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>				
Funktionale Sicherheit_MPO2022	Wahlmodul				
<b>10</b>	<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b></p> <p>Die Gewichtung ergibt sich aus dem Anteil der Credits des Moduls an der Gesamtzahl der notenrelevanten Credits</p>				
<b>11</b>	<p><b>Sonstige Informationen / Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminarfolien und Praktikumsaufgaben, diese stehen jeweils eine Woche vor dem Seminar- bzw. Praktikumstermin für das vorbereitende Selbststudium zur Verfügung.</li> <li>• Empfohlene Literatur wird in Abhängigkeit der gewählten Use Cases im Rahmen der</li> </ul>				

Veranstaltung zur Verfügung gestellt.

## Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz in industriellen Anwendungen

<b>Modulname</b>		Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz in industriellen Anwendungen			
<b>Modulname englisch</b>		Machine Learning and Artificial Intelligence in Industrial Applications			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		hrw\stephan.possberg			
<b>Dozent/in</b>		Prof. Dr.-Ing. Stephan Poßberg			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-MLI	180 h	6	ab dem 1. Semester	jährlich zum Sommersemester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>geplante Gruppengröße</b>	
	Seminar: 2 SWS Praktikum: 2 SWS	4 SWS (= 60 h)	Gesamt: 120 h	Seminar 15 Praktikum max. 15	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b>				
	<p>A – Die Lehrveranstaltung</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>behandelt die Entwicklung von Applikationen mithilfe des Maschinellen Lernens im industriellen Kontext,</li> <li>vertieft die Methoden für die Entwicklung von KI-Systemen mithilfe unterschiedlicher Bibliotheken der Programmiersprache Python.</li> </ol> <p>B – Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>wiederholen und vertiefen die mathematischen und numerischen Grundlagen, die für das Maschinelle Lernen erforderlich sind,</li> <li>wenden die typischen Phasen eines Data Science Projektes im Rahmen von Mini-Tutorials und kleinen Use Cases an,</li> <li>lernen verschiedene Python-Bibliotheken (z.B. sklearn, keras, tensorflow etc.) kennen, mit denen sie Modelle für unterschiedliche Use Cases im industriellen Kontext entwickeln können,</li> <li>entwickeln in einer interaktiven Entwicklungsumgebung (Jupyter – Notebooks) Applikationen mit maschinellen Lernverfahren,</li> <li>entwickeln wartbaren, effizienten Programmcode mit Python für KI-Applikationen im industriellen Kontext.</li> </ol>				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b>				
	<p>A – Grundlagen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mathematische und numerische Grundlagen für das Maschinelle Lernen</li> <li>Einführung in die Entwicklung mit Python</li> <li>Die interaktive Entwicklungsumgebung Jupyter</li> <li>Bibliotheken für das Maschinelle Lernen mit Python</li> </ol> <p>B – Maschinelles Lernen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Datenvorverarbeitungsmethoden (Korrelation, Dekorrelation, Clustern, Dimensionsreduktion)</li> <li>Methoden des Maschinellen Lernens (z. B. XGBoost, Support Vector Machines, Künstliche Neuronale Netze etc.)</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellevaluation, Diagnostik und Regularisierung</li> <li>• Parameteroptimierung</li> </ul> <p>C – Anwendung des Maschinellen Lernens für industrielle Use Cases</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clean Code Development</li> <li>2. Trainings- und Testplanung</li> <li>3. Interaktive Bearbeitung der typischen Phasen eines Data Science Projektes am Beispiel ausgewählter Use Cases</li> <li>4. Dokumentation</li> </ol>						
<b>4</b>	<p><b>Lehrformen</b></p> <p>In der Lehrveranstaltung erfolgt ein kontinuierlicher Wechsel zwischen Vorlesungen und interaktiven Projektlernphasen im Workshop-Stil.</p> <p>Die Wissensvermittlung erfolgt am Beispiel interaktiver Mini-Tutorials (Kennenlernen der unterschiedlichen Python Bibliotheken mithilfe von Jupyter Notebooks) und Use Cases (Anwenden der Bibliotheken an konkreten Aufgabenstellungen durch die Studierenden).</p> <p>Ein Großteil der Dokumente wird in Englisch zur Verfügung gestellt, um die Studierenden auf das Vokabular vorzubereiten, das sie auch im Berufsalltag wiederfinden werden.</p>						
<b>5</b>	<p><b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Grundlagen aus dem Modul <i>Grundlagen der Künstlichen Intelligenz für die Sicherheitstechnik</i> des BSG Sicherheitstechnik sind von Vorteil.</p>						
<b>6</b>	<p><b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>						
<b>7</b>	<p><b>Prüfungsformen</b></p> <p>Projektarbeit in Form einer semesterbegleitenden Portfolioprüfung inklusive einer Präsentation der Ergebnisse am Semesterende.</p> <p>Die Prüfungsdetails werden jeweils in der ersten Veranstaltung am Semesteranfang mitgeteilt.</p>						
<b>8</b>	<p><b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b></p> <p>Bestandene Modulprüfung</p>						
<b>9</b>	<p><b>Verwendung des Moduls in:</b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><b>Studiengang</b></th> <th style="text-align: left;"><b>Status</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Funktionale Sicherheit_MPO2022</td> <td>Wahlmodul</td> </tr> <tr> <td>Neustart</td> <td>Wahlmodul</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>	Funktionale Sicherheit_MPO2022	Wahlmodul	Neustart	Wahlmodul
<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>						
Funktionale Sicherheit_MPO2022	Wahlmodul						
Neustart	Wahlmodul						
<b>10</b>	<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b></p> <p>Die Gewichtung ergibt sich aus dem Anteil der Credits des Moduls an der Gesamtzahl der notenrelevanten Credits</p>						
<b>11</b>	<p><b>Sonstige Informationen / Literatur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminarfolien und Praktikumsaufgaben (stehen jeweils eine Woche vor dem Seminar- bzw. Praktikumstermin für das vorbereitende Selbststudium zur Verfügung)</li> <li>• Mini-Tutorials und Use Cases im Jupyter Notebook Format (stehen jeweils eine Woche vor dem Seminar- bzw. Praktikumstermin für das vorbereitende Selbststudium zur Verfügung)</li> </ul>						

- Weiterführende Literatur wird in Abhängigkeit der gewählten Use Cases im Rahmen der Veranstaltung zur Verfügung gestellt.

## Projektarbeit Funktionale Sicherheit B

<b>Modulname</b>		Projektarbeit Funktionale Sicherheit B			
<b>Modulname englisch</b>		Functional Safety Project Study B			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Uwe Kay Rakowsky			
<b>Dozent/in</b>		Lehrende und Lehrbeauftragte der Sicherheitstechnik			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch, Englisch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-PA-B	180 h	6	1. Semester	jedes Semester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>		<b>geplante Gruppengröße</b>
	Seminar: 1 SWS	1 SWS (= 15 h)	Gesamt: 165 h		Seminar 15
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b>				
	Die Studierenden sind in der Lage				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ein wissenschaftliches Projekt zu entwickeln und durchzuführen,</li> <li>2. wissenschaftliche Methoden auf einen spezifischen Kontext anzuwenden,</li> <li>3. Problemlösungen auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse zu gestalten,</li> <li>4. Problemlösungen zu evaluieren und</li> <li>5. einen Bericht in Form einer wissenschaftlichen Publikation zu verfassen.</li> </ol>				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b>				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eigenständiges Bearbeiten aktueller Forschungsthemen im Bereich der funktionalen Sicherheit und angrenzender Disziplinen.</li> <li>2. Die Themenauswahl erfolgt in Absprache mit den oben genannten Dozent:innen.</li> <li>3. Die Themen werden individuell oder in Teams vergeben.</li> <li>4. Es werden kleine wissenschaftliche Projekte definiert, die einzeln oder im Team erarbeitet werden.</li> <li>5. Die weiteren Inhalte sind durch das jeweilige Projekt vorgegeben.</li> </ol>				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b>				
	Eigenständige Bearbeitung der Aufgabenstellung mit Anleitung durch die Lehrenden				
<b>5</b>	<b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b>				
	Keine				
<b>6</b>	<b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b>				
	Keine				
<b>7</b>	<b>Prüfungsformen</b>				
	Schriftliche Ausarbeitung (24 Seiten) (100%)      Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch				
<b>8</b>	<b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b>				
	Bestandene Modulprüfung				
<b>9</b>	<b>Verwendung des Moduls in:</b>				



## Projektarbeit Funktionale Sicherheit C

<b>Modulname</b>		Projektarbeit Funktionale Sicherheit C			
<b>Modulname englisch</b>		Functional Safety Project Study C			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Uwe Kay Rakowsky			
<b>Dozent/in</b>		Lehrende und Lehrbeauftragte der Sicherheitstechnik			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-PA-C	180 h	6	1. Semester	jedes Semester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>  Seminar: 1 SWS	<b>Kontaktzeit</b>  1 SWS (= 15 h)	<b>Selbststudium</b>  Gesamt: 165 h	<b>geplante Gruppengröße</b>  Seminar 15	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden sind in der Lage <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ein wissenschaftliches Projekt zu entwickeln und durchzuführen,</li> <li>2. wissenschaftliche Methoden auf einen spezifischen Kontext anzuwenden,</li> <li>3. Problemlösungen auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse zu gestalten,</li> <li>4. Problemlösungen zu evaluieren und</li> <li>5. einen Bericht in Form einer wissenschaftlichen Publikation zu verfassen.</li> </ol>				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eigenständiges Bearbeiten aktueller Forschungsthemen im Bereich der funktionalen Sicherheit und angrenzender Disziplinen.</li> <li>2. Die Themenauswahl erfolgt in Absprache mit den oben genannten Dozent:innen.</li> <li>3. Die Themen werden individuell oder in Teams vergeben.</li> <li>4. Es werden kleine wissenschaftliche Projekte definiert, die einzeln oder im Team erarbeitet werden.</li> <li>5. Die weiteren Inhalte sind durch das jeweilige Projekt vorgegeben.</li> </ol>				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b> Eigenständige Bearbeitung der Aufgabenstellung mit Anleitung durch die Lehrenden				
<b>5</b>	<b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine				
<b>6</b>	<b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b> Keine				
<b>7</b>	<b>Prüfungsformen</b> Schriftliche Ausarbeitung (24 Seiten) (100%)      Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch				
<b>8</b>	<b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulprüfung				
<b>9</b>	<b>Verwendung des Moduls in:</b>				



## Projektarbeit Funktionale Sicherheit D

<b>Modulname</b>		Projektarbeit Funktionale Sicherheit D			
<b>Modulname englisch</b>		Functional Safety Project Study D			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Uwe Kay Rakowsky			
<b>Dozent/in</b>		Lehrende und Lehrbeauftragte der Sicherheitstechnik			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-PA-D	360 h	12	ab dem 1. Semester	jedes Semester	2 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>geplante Gruppengröße</b>	
	Seminar: 2 SWS	2 SWS (= 30 h)	Gesamt: 330 h	Seminar 15	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b>				
	Die Studierenden sind in der Lage				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ein größeres wissenschaftliches Projekt zu entwickeln und durchzuführen,</li> <li>2. wissenschaftliche Methoden auf einen spezifischen Kontext anzuwenden,</li> <li>3. Problemlösungen auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse zu gestalten,</li> <li>4. Problemlösungen zu evaluieren und</li> <li>5. einen Bericht in Form einer wissenschaftlichen Publikation zu verfassen.</li> </ol>				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b>				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eigenständiges Bearbeiten aktueller Forschungsthemen im Bereich der funktionalen Sicherheit und angrenzender Disziplinen.</li> <li>2. Die Themenauswahl erfolgt in Absprache mit den oben genannten Dozent:innen.</li> <li>3. Die Themen werden individuell oder in Teams vergeben.</li> <li>4. Es werden kleine wissenschaftliche Projekte definiert, die einzeln oder im Team erarbeitet werden.</li> <li>5. Die weiteren Inhalte sind durch das jeweilige Projekt vorgegeben.</li> </ol>				
<b>4</b>	<b>Lehrformen</b>				
	Eigenständige Bearbeitung der Aufgabenstellung mit Anleitung durch die Lehrenden				
<b>5</b>	<b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b>				
	Keine				
<b>6</b>	<b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b>				
	Keine				
<b>7</b>	<b>Prüfungsformen</b>				
	Schriftliche Ausarbeitung (42 Seiten) (100%)      Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch				
<b>8</b>	<b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b>				
	Bestandene Modulprüfung				
<b>9</b>	<b>Verwendung des Moduls in:</b>				



## Sicherheit in der Prozesstechnik

<b>Modulname</b>		Sicherheit in der Prozesstechnik			
<b>Modulname englisch</b>		Process Engineering Safety			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		hrw\clemens.dietl			
<b>Dozent/in</b>		Prof. Dr.-Ing. Clemens Dietl			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-PRT	180 h	6	1. Semester	jährlich zum Sommersemester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>  Vorlesung: 2 SWS Übung: 2 SWS	<b>Kontaktzeit</b>  4 SWS (= 60 h)	<b>Selbststudium</b>  Gesamt: 120 h	<b>geplante Gruppengröße</b>  Vorlesung max. 150 bzw. 120 Übung max. 30	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b> Die Studierenden <ol style="list-style-type: none"> <li>kennen die Zusammenhänge zwischen den Normen IEC 61508 und IEC 61511 und sind in der Lage die Zusammenhänge zu bewerten, zu vergleichen und zu argumentieren,</li> <li>verfügen über Kenntnisse zur Terminologie der funktionalen Sicherheit nach IEC 61511 und können diese Kenntnisse eigenständig anwenden und in der Prozessindustrie argumentieren,</li> <li>verfügen über Kenntnisse ausgewählter Methoden zur Analyse von Sicherheitseinrichtungen der Prozessleittechnik in der Prozessindustrie,</li> <li>verfügen über Kenntnisse zur Bewertung und Beurteilung des Risikos eines Systems und zur Ermittlung des Integritätslevels,</li> <li>sind in der Lage Sicherheitsfunktionen unter Berücksichtigung der Anforderungen von IEC 61508 und IEC 61511 zu definieren, auszulegen und zu bewerten, um Risiken mittels sicherheitsgerichteter Steuerungssysteme zu minimieren,</li> <li>können für sicherheitsrelevante Steuerungssysteme die Kenngrößen PFD (Probability of dangerous Failure on Demand nach IEC 61508) und PFH (Probability of dangerous Failure per Hour nach IEC 61508 und EN 62061) berechnen sowie die Ergebnisse bewerten,</li> <li>sind in der Lage die erlernten Methoden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit für unterschiedliche Sicherheitssysteme zu beurteilen</li> <li>und haben gelernt, in einer wissenschaftlichen Diskussion mit kritischen Fragen umzugehen und erarbeitete Ergebnisse eines von ihnen vorgestellten Fallbeispiels zu vertreten.</li> </ol>				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b> A – Anwendung der IEC 61511 in der Prozessindustrie <ol style="list-style-type: none"> <li>Terminologie</li> <li>Anforderungen an Systeme, Hardware und Anwendungsprogrammierung</li> <li>Bestimmung der erforderlichen Sicherheits-Integritätslevel</li> <li>Anwendung der Methoden nach IEC 61511 Teil 3 <ol style="list-style-type: none"> <li>Teilqualitative Methode – Ereignisbaumanalyse (ETA)</li> <li>Matrixmethode für die Sicherheitsebenen</li> <li>Risikograph als Qualitative Methode</li> <li>Analyse der Schutzebenen (LOPA)</li> <li>Qualitativer Ansatz für Risikoeinschätzung und Zuordnung der Sicherheitsintegritätslevel</li> <li>Konzept für ALARP und tolerierbares Risiko (ALARP: Prinzip der Verhältnismäßigkeit)</li> </ol> </li> </ol>				

	<p>B – Fallstudien</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explosion der Raffinerie in <i>Texas City</i></li> <li>2. Brand der Bohrplattform <i>Deepwater Horizon</i></li> <li>3. Weitere ausgewählte Schadenfälle aus der Prozessindustrie</li> </ol>				
<b>4</b>	<p><b>Lehrformen</b></p> <p>Die Vorlesungen werden durch Übungen in Form von Workshops unterstützt.</p>				
<b>5</b>	<p><b>inhaltliche Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>				
<b>6</b>	<p><b>formale Teilnahmevoraussetzungen</b></p> <p>Keine</p>				
<b>7</b>	<p><b>Prüfungsformen</b></p> <p>Schriftliche Ausarbeitung (6 Seiten) (70%)      Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch  Vortrag (15 min.) (30%)                              Prüfungssprachen: Deutsch, Englisch</p>				
<b>8</b>	<p><b>Voraussetzung für die Vergabe von Credits</b></p> <p>Bestandene Prüfungen</p>				
<b>9</b>	<p><b>Verwendung des Moduls in:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><b>Studiengang</b></th> <th style="text-align: left;"><b>Status</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Funktionale Sicherheit_MPO2022</td> <td>Wahlmodul</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>	Funktionale Sicherheit_MPO2022	Wahlmodul
<b>Studiengang</b>	<b>Status</b>				
Funktionale Sicherheit_MPO2022	Wahlmodul				
<b>10</b>	<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b></p> <p>Die Gewichtung ergibt sich aus dem Anteil der Credits des Moduls an der Gesamtzahl der notenrelevanten Credits</p>				
<b>11</b>	<p><b>Sonstige Informationen / Literatur</b></p> <p>Die Veranstaltung wird deutschsprachig angeboten. Präsentationen und Dokumente sind jedoch in Englisch verfasst.</p>				

## Wissenschaft als Beruf

<b>Modulname</b>		Wissenschaft als Beruf			
<b>Modulname englisch</b>		Science as a Profession			
<b>Modulverantwortliche/r</b>		Juliane Rytz			
<b>Dozent/in</b>		Steffen Goldbecker, M. A. (ZfK)			
<b>Veranstaltungssprache/n</b>		Deutsch			
<b>Kennnummer</b>	<b>Workload</b>	<b>Credits</b>	<b>Studiensemester</b>	<b>Häufigkeit des Angebots</b>	<b>Dauer</b>
S-WAB	180 h	6	ab dem 1. Semester	jährlich zum Sommersemester	1 Semester
<b>1</b>	<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>geplante Gruppengröße</b>	
	Seminar: 4 SWS	4 SWS (= 60 h)	Gesamt: 120 h	Seminar 15	
<b>2</b>	<b>Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen</b>				
	<p>Die Studierenden</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>haben einen Überblick über Möglichkeiten einer wissenschaftlichen Karriere und kennen die Anforderungen auf verschiedenen Ebenen (inhaltlich, zeitlich, finanziell etc.),</li> <li>haben ein Bewusstsein für die eigenen Interessenschwerpunkte und kennen Forschende, Forschungsprojekte an Hochschulen und Universitäten, national oder international und außerhalb des Hochschul-Kontexts,</li> <li>haben innerhalb Ihres Interessenschwerpunktes einen konkreten Themenbereich benannt und dafür eine erste Forschungsskizze erstellt,</li> <li>kennen die Chancen und Risiken einer wissenschaftlichen Laufbahn und können diese mit ihren eigenen Lebensentwürfen, Fähigkeiten und Ressourcen abgleichen,</li> <li>können das Projekt einer Promotion realistisch einschätzen und haben eine erste provisorische Projektplanung erstellt,</li> <li>kennen die für Ihr jeweiliges Fachgebiet wichtigen Netzwerke und Kommunikationsmedien und verfügen über erste Kontakte innerhalb dieser Netzwerke,</li> <li>haben eine konkrete Zielvorstellung für Ihre eigene Karriere in der Wissenschaft und konkrete nächste Handlungsschritte für die ersten und nächsten Schritte formuliert.</li> </ol>				
<b>3</b>	<b>Inhalte</b>				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Karrierewege und Karriereziele in der Wissenschaft <ol style="list-style-type: none"> <li>Wissenschaft an Hochschulen</li> <li>Wissenschaft in Forschungseinrichtungen</li> </ol> </li> <li>Rahmenbedingungen <ol style="list-style-type: none"> <li>Persönlichkeit und soziales Umfeld</li> <li>Formelle und informelle Kriterien</li> </ol> </li> <li>Dissertation und Promotion <ol style="list-style-type: none"> <li>Motivation</li> <li>Themenfindung</li> <li>Projektplanung</li> <li>Textsorte und Schreibaufgabe</li> <li>Dissertation</li> <li>Finanzierung</li> <li>Publikation</li> </ol> </li> <li>Wissenschafts-Community <ol style="list-style-type: none"> <li>Konferenzen</li> </ol> </li> </ol>				

