

|   |                        |  |
|---|------------------------|--|
| <b>Modulbezeichnung:</b>  | <b>Smart Factory</b>   |  |
| <b>Modulnummer:</b><br>DLBINGSF   | <b>Semester:</b><br>-- | <b>Dauer:</b><br>Minimaldauer 1 Semester   |
| <b>Modultyp:</b><br>Pflicht, Wahlpflicht<br><br>Zu Details beachte bitte das Curriculum des jeweiligen Studiengangs   |                        | <b>Regulär angeboten im:</b><br>WS, SS   |
| <b>Workload:</b> 300 h  |                        | <b>ECTS Punkte:</b> 10   |
| <b>Zugangsvoraussetzungen:</b><br>keine   |                        | <b>Unterrichtssprache:</b><br>Deutsch  |
| <b>Kurse im Modul:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Smart Factory I (DLBINGSF01)</li> <li>• Smart Factory II (DLBINGSF02)</li> </ul>  |                        | <b>Workload:</b><br>Selbststudium: 210 h<br>Selbstüberprüfung: 30 h<br>Tutorien: 60 h  |
| <b>Kurskoordinatoren/Tutoren::</b><br>Siehe aktuelle Liste der Tutoren im Learning Management System  |                        | <b>Modulverantwortliche(r):</b><br>Dr. Mario Boßlau  |
| <b>Bezüge zu anderen Programmen:</b><br>keine   |                        | <b>Bezüge zu anderen Modulen im Programm:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das Internet of Things</li> <li>• Data Analytics und Big Data</li> <li>• Automatisierung und Robotics</li> <li>• Fertigungsverfahren 4.0</li> </ul> |
| <b>Qualifikations- und Lernziele des Moduls:</b><br><br>Nach der Teilnahme an diesem Kurs sollen die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Begriff Smart Factory kennen und in den Kontext Industrie 4.0 einsortieren können.</li> <li>• die Entwicklung der Automatisierung bis zur vollautonomen, dezentral organisierten Produktionsanlage nachvollziehen können.</li> <li>• die grundlegenden Technologien und Standards kennen, die für den Entwurf und Betrieb einer Smart Factory eingesetzt werden.</li> <li>• die wesentlichen Konzepte einer Smart Factory kennen.</li> <li>• die einzelnen Elemente einer Smart Factory anhand verschiedener Referenzarchitekturen identifizieren und voneinander abgrenzen können.</li> <li>• die besonderen Engineering-Herausforderungen im Smart Energy-Kontext kennen.</li> <li>• die speziellen sicherheitstechnischen Risiken digitalisierter und vernetzter Produktionsanlagen kennen und Ihnen jeweils konkrete Handlungsempfehlungen zuordnen können.</li> </ul> |                        |  |
| <b>Lehrinhalt des Moduls:</b>   |                        |  |

- Motivation und Begriffsabgrenzung
- Entwicklung der Automatisierung
- Technologische Grundlagen und Standards
- Grundkonzepte einer Smart Factory
- Referenzarchitekturen
- Smart Factory Engineering
- Sicherheit

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Lehrmethoden:</b>   | Siehe Kursbeschreibungen                                 |   |
| <b>Literatur:</b>  | Siehe Literaturliste der vorliegenden Kursbeschreibungen |   |
| <b>Anteil der Modulnote an der Gesamtabchlussnote des Programms:</b><br><br>-- | <b>Prüfungszulassungsvoraussetzung:</b>                  | <b>Abschlussprüfungen:</b>  |
|  | Siehe Kursbeschreibungen                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• DLBINGSF01: Klausur, 90 Min. (50 %)</li> <li>• DLBINGSF02: Schriftliche Ausarbeitung: Projektbericht (50 %)</li> </ul> |

|  |                                     |   |
|--|-------------------------------------|---|
| <b>Kursnummer:</b><br>DLBINGSF01   | <b>Kursname:</b><br>Smart Factory I | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 h<br><br><b>ECTS Punkte:</b><br>5 ECTS |
| <b>Kurstyp:</b> Pflicht, Wahlpflicht<br>Zu Details beachte bitte das Curriculum des jeweiligen Studiengangs<br><br><b>Kursangebot:</b><br><b>Kursdauer:</b> Minimaldauer 1 Semester  |                                     | <b>Zugangsvoraussetzungen:</b><br>keine                             |
| <b>Kurskoordinator(en) / Dozenten / Lektoren:</b><br>Siehe aktuelle Liste der Tutoren im Learning Management System  |                                     | <b>Bezüge zu anderen Modulen:</b><br>Siehe Modulbeschreibung        |
| <b>Beschreibung des Kurses:</b><br><br>In diesem Kurs sollen die Studierenden einen vertieften Einblick in die Vernetzung und Digitalisierung von Produktionsanlagen im Sinne einer Smart Factory erhalten. Hierzu werden sie mit den grundlegenden Zielen einer Smart Factory im Kontext des Forschungskomplexes Industrie 4.0 vertraut gemacht. Nach einer kurzen Einführung in die Geschichte der Automatisierung werden den Studierenden die technischen Grundlagen und Standards vermittelt, die für den Entwurf und den Betrieb einer Smart Factory erforderlich sind. Darauf aufbauend wird gezeigt, wie diese einzelnen Technologien eingesetzt werden, um die zentralen Konzepte einer Smart Factory zu realisieren. Um zu verstehen, aus welchen Bestandteilen eine Smart Factory besteht, werden verschiedene Referenzarchitekturen vor- und gegenübergestellt. Der Kurs schließt mit den besonderen Engineering-Herausforderungen einer autonom handelnden und dezentral organisierten Produktionsanlage. Dazu zählt vor allem der Aspekt der IT-Sicherheit, der durch die digitale Vernetzung der Produktionsanlagen und Produkte besonders relevant ist.<br><br><b>Kursziele:</b><br>Nach der Teilnahme an diesem Kurs sollen die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Begriff Smart Factory kennen und in den Kontext Industrie 4.0 einsortieren können.</li> <li>• die Entwicklung der Automatisierung bis zur vollautonomen, dezentral organisierten Produktionsanlage nachvollziehen können.</li> <li>• die grundlegenden Technologien und Standards kennen, die für den Entwurf und Betrieb einer Smart Factory eingesetzt werden.</li> <li>• die wesentlichen Konzepte einer Smart Factory kennen.</li> <li>• die einzelnen Elemente einer Smart Factory anhand verschiedener Referenzarchitekturen identifizieren und voneinander abgrenzen können.</li> <li>• die besonderen Engineering-Herausforderungen im Smart Energy-Kontext kennen.</li> <li>• die speziellen sicherheitstechnischen Risiken digitalisierter und vernetzter Produktionsanlagen kennen und Ihnen jeweils konkrete Handlungsempfehlungen zuordnen können.</li> </ul><br><b>Lehrmethoden:</b><br>Die Lehrmaterialien enthalten einen kursabhängigen Mix aus Skripten, Video-Vorlesungen, Übungen, Podcasts, (Online-)Tutorien, Fallstudien. Sie sind so strukturiert, dass Studierende sie in freier Ortswahl und zeitlich unabhängig bearbeiten können.<br><br><b>Inhalte des Kurses:</b><br><b>1 Motivation und Begriffsabgrenzung</b><br>1.1 Ziele von Smart Factory |                                     |   |

- 1.2 Internet of Things
- 1.3 Cyber-physische Systeme
- 1.4 Cyber-physische Produktionssysteme
- 1.5 Smart Factory als Cyber-physisches (Produktions-)System

## **2 Entwicklung der Automatisierung**

- 2.1 Automatisierungspyramide
- 2.2 Vernetzte, dezentrale Organisation der Produktion
- 2.3 Zukünftige Herausforderungen

## **3 Technologische Grundlagen und Standards**

- 3.1 Identifizierung physikalischer Objekte
- 3.2 Formale Beschreibungssprachen und Ontologien
- 3.3 Digitales Objektgedächtnis
- 3.4 Physikalische Situationserkennung
- 3.5 (Teil-)autonomes Handeln und Kooperieren
- 3.6 Mensch-Maschine-Interaktion
- 3.7 Maschine-Maschine-Kommunikation

## **4 Grundkonzepte einer Smart Factory**

- 4.1 Auftragsgesteuerte Produktion
- 4.2 Bündelung von Maschinen- und Produktionsdaten
- 4.3 Unterstützung des Menschen in der Produktion
- 4.4 Intelligente Produkte und Betriebsmittel
- 4.5 Smart Services

## **5 Referenzarchitekturen**

- 5.1 Zweck und Eigenschaften von Referenzarchitekturen
- 5.2 Überblick über Normungsinitiativen
- 5.3 CyProS-Referenzarchitektur
- 5.4 RAMI 4.0 (DIN SPEC 91345)

## **5 Smart Factory Engineering**

- 5.1 Klassifikation verschiedener Engineering-Werkzeuge
- 5.2 Virtual Engineering
- 5.3 User-Centered Design
- 5.4 Requirements Engineering
- 5.5 Modellierung
- 5.6 Integration klassischer und smarterer Komponenten

## **6 Sicherheit**

- 6.1 Sicherheitsrisiken in einer Smart Factory
- 6.2 Handlungsvorschläge des BMWi
- 6.3 VDMA-Handlungsleitfaden
- 6.4 Requirements Engineering
- 6.5 Modellierung
- 6.6 Integration klassischer und smarterer Komponenten

## **7 Sicherheit**

7.1 Sicherheitsrisiken in einer Smart Factory

7.2 Handlungsvorschläge des BMWi

7.3 VDMA-Handlungsleitfaden

### **Literatur:**

- Bangemann, T. et al. (2016): Integration of Classical Components into Industrial Cyber-Physical Systems. In: Proceedings of the IEEE, 104. Jg., Heft 5, S. 947-959. DOI: 10.1109/JPROC.2015.2510981.
- Bauernhansl, T./Hompe, M. ten/Vogel-Heuser, B. (Hrsg.) (2014): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Springer, Berlin. ISBN-13: 978-3658046811.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2016): IT-Sicherheit für die Industrie 4.0. Produktion, Produkte, Dienste von morgen im Zeichen globalisierter Wertschöpfungsketten. Berlin.
- Geisberger, E./Broy, M. (Hrsg.) (2012): agendaCPS. Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems. Springer, Berlin/Heidelberg. ISBN-13: 978-3642290985.
- Harrison, R./Vera, D.; Ahmad, B. (2016): Engineering Methods and Tools for Cyber-Physical Automation Systems. In: Proceedings of the IEEE, 104. Jg., Heft 5, S. 973-985. DOI: 10.1109/JPROC.2015.2510665.
- Hauptert, J. (2013): DOMEMan: Repräsentation, Verwaltung und Nutzung von digitalen Objektgedächtnissen. Akademische Verlagsgesellschaft AKA, Berlin. ISBN-13: 978-3898383394.
- VDMA & Partner (2016): Leitfaden Industrie 4.0 Security. Handlungsempfehlungen für den Mittelstand. VDMA Verlag, Frankfurt a. M. ISBN-13: 978-3816306894.

### **Prüfungsleistung:**

Klausur, 90 Min.

### **Zeitaufwand Studierenden (in Std.): 150**

Selbststudium (in Std.): 90

Selbstüberprüfung (in Std.): 30

Tutorien (in Std.): 30

|  |                                      |   |
|--|--------------------------------------|---|
| <b>Kursnummer:</b><br>DLBINGSF02   | <b>Kursname:</b><br>Smart Factory II | <b>Gesamtstunden:</b><br>150 h<br><br><b>ECTS Punkte:</b><br>5 ECTS |
| <b>Kurstyp:</b> Pflicht, Wahlpflicht<br>Zu Details beachte bitte das Curriculum des jeweiligen Studiengangs<br><br><b>Kursangebot:</b><br><b>Kursdauer:</b> Minimaldauer 1 Semester  |                                      | <b>Zugangsvoraussetzungen:</b><br>DLBINGSF01                        |
| <b>Kurskoordinator(en) / Dozenten / Lektoren:</b><br>Siehe aktuelle Liste der Tutoren im Learning Management System  |                                      | <b>Bezüge zu anderen Modulen:</b><br>Siehe Modulbeschreibung        |
| <b>Beschreibung des Kurses:</b><br><br>In diesem Kurs wählen die Studierenden in Abstimmung mit dem Seminarleiter eine konkrete Aufgabenstellung aus dem bereitgestellten Themenkatalog aus. Sie bearbeiten die Aufgabe mithilfe einer Prototyping-Umgebung, die zum Gegenstand der Aufgabenstellung passt. Bei den Umgebungen kann es sich sowohl um Hardware (z. B. Prototyping-Boards) als auch um Software (z. B. technologiespezifische Entwicklungsumgebungen) handeln. Zur Bearbeitung der Aufgabe wenden die Studierenden die im Kurs Smart Factory I vermittelten Konzepte, Methoden und Werkzeuge an. Sie dokumentieren ihr Ergebnis mit einem Projektbericht.<br><br><b>Kursziele:</b><br>Nach der Teilnahme an diesem Kurs sollen die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein inhaltlich vertieftes Verständnis der Technologien und Standards im Kontext Smart Factory besitzen.</li> <li>• Technologien im Kontext Smart Factory an einem einfachen Praxisbeispiel anwenden können.</li> <li>• zu einer ausgewählten Aufgabenstellung einen Hardware- oder Software-Prototypen entwerfen können.</li> <li>• Entwurfs- und Entwicklungstätigkeiten in Form eines Projektberichts dokumentieren können.</li> </ul> <b>Lehrmethoden:</b><br>Die Lehrmaterialien enthalten einen kursabhängigen Mix aus Skripten, Video-Vorlesungen, Übungen, Podcasts, (Online-)Tutorien, Fallstudien. Sie sind so strukturiert, dass Studierende sie in freier Ortswahl und zeitlich unabhängig bearbeiten können.<br><br><b>Inhalte des Kurses:</b><br>Ein Katalog mit den jeweils aktuell bereitgestellten Aufgabenstellungen wird auf der Online-Plattform des Moduls bereitgestellt. Er bietet die inhaltliche Basis des Moduls und kann vom Seminarleiter ergänzt bzw. aktualisiert werden. |                                      |   |
| <b>Literatur:</b><br><br>keine   |                                      |   |

**Prüfungsleistung:**

Schriftliche Ausarbeitung: Projektbericht

**Zeitaufwand Studierenden (in Std.): 150**

Selbststudium (in Std.): 120

Selbstüberprüfung (in Std.): -

Tutorien (in Std.): 30