Modulbezeichnung:	**Eingebettete Systeme (ES-VU)** (Embedded Systems)	**5 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Jürgen Teich	
Lehrende:	Jürgen Teich	

Startsemester: WS 2022/2023	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch oder Englisch

Lehrveranstaltungen:

Eingebettete Systeme (WS 2022/2023, Vorlesung, 2 SWS, Jürgen Teich et al.)
Übung zu Eingebettete Systeme (WS 2022/2023, Übung, 2 SWS, Khalil Esper et al.)

Inhalt:

Schwerpunkt des Moduls ist der Entwurf und die Implementierung eingebetteter Systeme unter Einsatz formaler Methoden und rechnergestützter Entwurfsverfahren.
Unter eingebetteten Systemen versteht man Rechensysteme, die auf einen Anwendungsbereich zugeschnitten (z.B. mobile Kommunikationsgeräte, Chipkartensysteme, Industriesteuerungen, Unterhaltungselektronik, Medizintechnik) und in einen technischen Kontext eingebunden sind. Das große Interesse am systematischen Entwurf von heterogenen eingebetteten Systemen ist verursacht durch die steigende Vielfalt und Komplexität von Anwendungen für eingebettete Systeme, die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken sowie durch Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Methoden).
Content:
The focus of this module is the design and implementation of embedded systems using formal methods and computer-aided design techniques.
Embedded systems are computing systems tailored for a particular application (e.g., mobile communication devices, smart card systems, industrial control, consumer electronics, medical technology) and integrated into a technical context. The keen interest in the systematic design of heterogeneous embedded systems is driven by the increasing diversity and complexity of embedded system applications, the need to reduce design and test costs, and advances in key technologies (microelectronics, formal methods).

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Wissen

- Die Studierenden setzen sich mit einem aktuellen Forschungsgebiet auseinander. / *The students deal with a current field of research.*

Verstehen

- Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte des Entwurfs eingebetteter Systeme. / *The students become familiar with the fundamental concepts of designing of embedded systems.*

Anwenden

- Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an zur Analyse und Optimierung von Hardware-Architekturen und Echtzeit-Softwaresystemen. / *The students apply basic algorithms to analyze and optimize hardware architectures and real-time software systems.*
- Die Studierenden erfassen den Hardware/Software-Entwurf von Systemen mit harten Beschränkungen. / *The students understand the hardware/software design of hard-constrained systems.*

Literatur:

empfohlenes Buch zur Begleitung und Vertiefung:

- Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **123#67#H**
(Po-Vers. 2008 | TechFak | Computational Engineering (Master of Science with Honours) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Informatik | Eingebettete Systeme)

[2] **Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)**
(Po-Vers. 2016w | TechFak | Communications Engineering (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule | Technical Mandatory Electives | Eingebettete Systeme)

[3] **Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)**
(Po-Vers. 2020w | TechFak | Communications Engineering (Master of Science) | Gesamtkonto | Technical Mandatory Electives | Eingebettete Systeme)

[4] **Advanced Signal Processing & Communications Engineering (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021w | TechFak | Communications Engineering (Master of Science) | Gesamtkonto | Technical Mandatory Electives | Eingebettete Systeme)

[5] **Artificial Intelligence (Master of Science)**
(Po-Vers. 2021s | TechFak | Artificial Intelligence (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodulbereich | AI Systems and Applications | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[6] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science) | alte Prüfungsordnungen | Gesamtkonto | Technische Wahlmodule | Eingebettete Systeme)

[7] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2010 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Technische Wahlmodule | Eingebettete Systeme)

[8] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)**
(Po-Vers. 2008 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Informatik | Eingebettete Systeme)

[9] **Elektromobilität-ACES (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2022w | Gesamtkonto | Vertiefungsbereich AI and autonomous driving | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[10] **Elektromobilität-ACES (Master of Science)**
(Po-Vers. 2022w | Gesamtkonto | Vertiefungsbereich AI and autonomous driving | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[11] **Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))**
(Po-Vers. 2010 | TechFak | Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer)) | Vertiefung Informatik I und II | Vertiefungsmodul Hardware-Software-Co-Design | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[12] **Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))**
(Po-Vers. 2013 | TechFak | Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer)) | Vertiefung Informatik I und II | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[13] **Informatik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2009s | TechFak | Informatik (Bachelor of Science) | Wahlpflichtbereich (5. und 6. Semester) | Wahlpflichtmodule | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[14] **Informatik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2009w | TechFak | Informatik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich (5. und 6. Semester) | Wahlpflichtmodule | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[15] **Informatik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2022w | TechFak | Informatik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich (Wahlpflichtmodule aus mind. 2 Vertiefungsrichtungen) | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[16] **Informatik (Master of Science)**
(Po-Vers. 2010 | TechFak | Informatik (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich | Säule der systemorientierten Vertiefungsrichtungen | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[17] **Informatik (Master of Science)**
(Po-Vers. 2010 | TechFak | Informatik (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich | Säule der systemorientierten Vertiefungsrichtungen | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design (im Studienschwerpunkt

Informatik in der Fahrzeugtechnik) | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[18] **Information and Communication Technology (Master of Science)**
(Po-Vers. 2019s | TechFak | Information and Communication Technology (Master of Science) | Gesamtkonto | Pflicht- und Wahlpflichtmodule der Studienschwerpunkte | Schwerpunkt Embedded Systems | Pflichtmodule | Embedded Systems)

[19] **Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule, Wahlmodule, Seminar, Praktika, Bachelorarbeit | Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK | Eingebettete Systeme)

[20] **Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)**
(Po-Vers. 2010 | TechFak | Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science) | Gesamtkonto | Schwerpunkte im Masterstudium | Schwerpunkt Eingebettete Systeme | Pflichtmodule | Eingebettete Systeme)

[21] **Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)**
(Po-Vers. 2010 | TechFak | Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science) | Gesamtkonto | Schwerpunkte im Masterstudium | Schwerpunkt Realisierung von Informations- und Kommunikationssystemen | Wahlpflichtmodule | Wahlpflichtmodul aus INF im Schwerpunkt Realisierung von Informations- und Kommunikationssystemen | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[22] **Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)**
(Po-Vers. 2016s | TechFak | Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science) | Gesamtkonto | Schwerpunkte im Masterstudium | Schwerpunkt Eingebettete Systeme | Pflichtmodule | Eingebettete Systeme)

[23] **Mathematik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. | NatFak | Mathematik (Bachelor of Science) | Module des Nebenfachs | Nebenfach Informatik | Vertiefungsmodule | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[24] **Mathematik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2015w | NatFak | Mathematik (Bachelor of Science) | Module des Nebenfachs | Nebenfach Informations- und Kommunikationtechnik | Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK | Eingebettete Systeme)

[25] **Mathematik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2019w | NatFak | Mathematik (Bachelor of Science) | weitere Module der Bachelorprüfung | Module des Nebenfachs | Nebenfach Informatik | Vertiefungsmodule | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[26] **Mathematik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2019w | NatFak | Mathematik (Bachelor of Science) | weitere Module der Bachelorprüfung | Module des Nebenfachs | Nebenfach Informations- und Kommunikationtechnik | Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK | Eingebettete Systeme)

[27] **Mechatronik (Bachelor of Science): 5. Semester**
(Po-Vers. 2007 | TechFak | Mechatronik (Bachelor of Science) | Mechatronik (Studienbeginn bis 30.09.2020) | Gesamtkonto | weitere Pflichtmodule | Eingebettete Systeme)

[28] **Mechatronik (Bachelor of Science): 5. Semester**
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Mechatronik (Bachelor of Science) | Mechatronik (Studienbeginn bis 30.09.2020) | Gesamtkonto | weitere Pflichtmodule | Eingebettete Systeme)

[29] **Mechatronik (Bachelor of Science): 5. Semester**
(Po-Vers. 2020w | TechFak | Mechatronik (Bachelor of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2020) | Gesamtkonto | weitere Pflichtmodule | Eingebettete Systeme)

[30] **Mechatronik (Bachelor of Science): 5. Semester**
(Po-Vers. 2021w | TechFak | Mechatronik (Bachelor of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2021) | Gesamtkonto | Eingebettete Systeme)

[31] **Medizintechnik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Medizintechnik (Bachelor of Science) | alte Prüfungsordnungen | Gesamtkonto | Modulgruppen B5 und B8.1 - Kompetenzfeld Bildgebende Verfahren | Modulgruppe B8.1 - Vertiefungsmodule ET/INF | Eingebettete Systeme)

[32] **Medizintechnik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2013 | TechFak | Medizintechnik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Vertiefungsmodule ET/INF | Vertiefungsmodule aus der Studienrichtung Bildgebende Verfahren | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[33] **Medizintechnik (Bachelor of Science)**

(Po-Vers. 2018w | TechFak | Medizintechnik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Pflicht- und Wahlpflichtmodule der Studienrichtung Medizinelektronik, medizinische Bild- und Datenverarbeitung (Modulgruppen B5 und B8) | B8 Wahlpflichtmodule der Studienrichtung Medizinelektronik, medizinische Bild- und Datenverarbeitung | Vertiefungsmodule ET/INF | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen))

[34] **Medizintechnik (Master of Science)**
(Po-Vers. 2011 | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | alte Prüfungsordnungen | Modulgruppen M2 - M8 | Fachrichtung 'Medizinische Bild- und Datenverarbeitung' | M2 Ingenieurswissenschaftliche Kernfächer I | Eingebettete Systeme)

[35] **Medizintechnik (Master of Science)**
(Po-Vers. 2011 | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | alte Prüfungsordnungen | Modulgruppen M2 - M8 | Fachrichtung 'Medizinelektronik' | M7 Vertiefungsfächer der Medizintechnik I | M7.5 Auswahl: Vertiefungsfächer der Medizintechnik I | Eingebettete Systeme)

[36] **Medizintechnik (Master of Science)**
(Po-Vers. 2013 | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) | Eingebettete Systeme)

[37] **Medizintechnik (Master of Science)**
(Po-Vers. 2018w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) | Eingebettete Systeme)

[38] **Medizintechnik (Master of Science)**
(Po-Vers. 2019w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Modulgruppen M1, M2, M3, M5, M7 nach Studienrichtungen | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) | Eingebettete Systeme)

[39] **Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2010 | ReWiFak | Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science) | Vertiefungsbereich und Schlüsselqualifikationen | Wahlbereich | Eingebettete Systeme)

[40] **Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2015w | ReWiFak | Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Schlüsselqualifikationen | Wahlbereich | Eingebettete Systeme)

[41] **Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2017w | ReWiFak | Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Vertiefungsbereich | Eingebettete Systeme)

[42] **Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science)**
(Po-Vers. 2018w | ReWiFak | Wirtschaftsinformatik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Vertiefungsbereich | Eingebettete Systeme)

Studien-/Prüfungsleistungen:

Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen) (Prüfungsnummer: 604896)
(diese Prüfung gilt nur im Kontext der Studienfächer/Vertiefungsrichtungen [5], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [21], [23], [25], [32], [33])

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.

- Unterrichtssprache: Die Vorlesung wird auf Deutsch gehalten. Zusätzlich werden englische Vorlesungsaufzeichnungen zur Verfügung gestellt.
- Prüfungssprache: Die Sprache der Klausur ist abhängig von der Wahl der Studierenden entweder Deutsch oder Englisch.

Erstablegung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023
1. Prüfer: Jürgen Teich

Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen) (Prüfungsnummer: 30301)
(diese Prüfung gilt nur im Kontext der Studienfächer/Vertiefungsrichtungen [1], [6], [7], [8], [27], [28], [29], [30], [31], [34], [35], [39], [40], [41], [42])

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.
- Unterrichtssprache: Die Vorlesung wird auf Deutsch gehalten. Zusätzlich werden englische Vorlesungsaufzeichnungen zur Verfügung gestellt.
- Prüfungssprache: Die Sprache der Klausur ist abhängig von der Wahl der Studierenden entweder Deutsch oder Englisch.

Erstablegung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023
1. Prüfer: Jürgen Teich

Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen) (Prüfungsnummer: 44101)
(diese Prüfung gilt nur im Kontext der Studienfächer/Vertiefungsrichtungen [2], [3], [4], [18], [19], [20], [22], [24], [26], [36], [37], [38])
Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90
Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%
weitere Erläuterungen:
Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.
- Unterrichtssprache: Die Vorlesung wird auf Deutsch gehalten. Zusätzlich werden englische Vorlesungsaufzeichnungen zur Verfügung gestellt.
- Prüfungssprache: Die Sprache der Klausur ist abhängig von der Wahl der Studierenden entweder Deutsch oder Englisch.

Erstablegung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023
1. Prüfer: Jürgen Teich

Organisatorisches:
Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Eingebettete Systeme mit erweiterter Übung“ aus.