

---

**Modulbezeichnung:** Eingebettete Systeme mit erweiterter Übung (ES-VEU) 7.5 ECTS  
 (Embedded Systems with Extended Exercises)

Modulverantwortliche/r: Jürgen Teich

Lehrende: Frank Hannig, Jürgen Teich

---

Startsemester: WS 2022/2023	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 90 Std.	Eigenstudium: 135 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.)

Erweiterte Übungen zu Eingebettete Systeme (WS 2022/2023, Übung, 2 SWS, Dominik Walter et al.)

---

**Inhalt:**

Das Modul, Eingebettete Systeme mit erweiterter Übung, thematisiert den 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).

*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.*
- In den erweiterten Übungen lernen die Studierenden aktuelle Entwurfswerkzeuge für die Architektursynthese (Hardware) und Softwaresynthese vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls kennen. / *In the extended exercises, the students learn about current design tools for architecture synthesis (hardware) and software synthesis on-site at the chair's computer workstations.*

*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.*
- Die Studierenden wenden aktuelle Entwurfswerkzeuge, die auf den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls installiert sind, an, um damit die Aufgaben der erweiterten Übungen unter Anlei-

zung zu lösen. / *The students apply current design tools installed on the chair's computer workstations to solve the tasks of the extended exercises with the help of instructions.*

#### Sozialkompetenz

- Die Studierenden lernen aktuelle Entwurfswerkzeuge für die Architektursynthese (Hardware) und Softwaresynthese kennen bei der kooperativen Bearbeitung der erweiterten Übung in Gruppen. / *The students learn about current design tools for architecture synthesis (hardware) and software synthesis by processing the extended exercises in groups cooperatively.*

#### 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] Artificial Intelligence (Master of Science)

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

##### [2] 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 (Vorlesung mit erweiterten Übungen))

##### [3] Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)

(Po-Vers. 2010 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Technische Wahlmodule | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen))

##### [4] 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 erweiterten Übungen))

##### [5] 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 erweiterten Übungen))

##### [6] 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 erweiterten Übungen))

##### [7] 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 erweiterten Übungen))

##### [8] 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 erweiterten Übungen))

##### [9] 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 erweiterten Übungen))

##### [10] 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 erweiterten Übungen))

##### [11] Information and Communication Technology (Master of Science)

(Po-Vers. 2019s | TechFak | Information and Communication Technology (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlmodule | Wahlmodule aus dem Angebot von EEI und Informatik | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit

erweiterten Übungen))

- [12] **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 erweiterten Übungen))
- [13] **Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2016s | TechFak | Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlbereiche, Praktika, Seminar, Masterarbeit | Wahlmodule aus dem Angebot von EEI und Informatik | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen))
- [14] **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 erweiterten Übungen))
- [15] **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 erweiterten Übungen))
- [16] **Mechatronik (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2012 | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn bis 30.09.2020) | Gesamtkonto | M3 Technische Wahlmodule | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen))
- [17] **Mechatronik (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2020w | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2020) | Gesamtkonto | M3 Technische Wahlmodule | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen))
- [18] **Mechatronik (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2021w | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2021) | Gesamtkonto | M3 Technische Wahlmodule | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen))
- [19] **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 erweiterten Übungen))
- [20] **Medizintechnik (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2013 | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen))
- [21] **Medizintechnik (Master of Science)**  
 (Po-Vers. 2018w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) | Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen))
- [22] **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 (Vorlesung mit erweiterten Übungen))

---

### Studien-/Prüfungsleistungen:

Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (Prüfungsnummer: 773774)

(diese Prüfung gilt nur im Kontext der Studienfächer/Vertiefungsrichtungen [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19])

Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Klausur (90 min) und erfolgreicher Bearbeitung aller Übungsaufgaben in den erweiterten Übungen (verpflichtend, vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls).

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.

Erstablingung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023

1. Prüfer: Jürgen Teich

Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (Prüfungsnummer: 209679)

(diese Prüfung gilt nur im Kontext der Studienfächer/Vertiefungsrichtungen [20], [21], [22])

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Klausur (90 min) und erfolgreicher Bearbeitung aller Übungsaufgaben in den erweiterten Übungen (verpflichtend, vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls).

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.

Erstablingung: WS 2022/2023, 1. Wdh.: SS 2023

1. Prüfer: Jürgen Teich

---

### Organisatorisches:

Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Eingebettete Systeme“ aus.