

---

**Modulbezeichnung:** **Hardware-Software-Co-Design (HSCD-VU)** **5 ECTS**  
(Hardware-Software-Co-Design)

Modulverantwortliche/r: Jürgen Teich  
Lehrende: Jürgen Teich

---

Startsemester: SS 2022	Dauer: 1 Semester	Turnus: jährlich (SS)
Präsenzzeit: 60 Std.	Eigenstudium: 90 Std.	Sprache: Deutsch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Hardware-Software-Co-Design (SS 2022, Vorlesung, 2 SWS, Jürgen Teich)  
Übungen zu Hardware-Software-Co-Design (SS 2022, Übung, 2 SWS, Tobias Hahn et al.)

---

**Inhalt:**

Zahlreiche Realisierungen eingebetteter Systeme (z.B. Mobiltelefone, Faxgeräte, Industriesteuerungen) zeichnen sich durch kooperierende Hardware- und Softwarekomponenten aus. Die Popularität solcher Realisierungsformen lässt sich begründen durch 1) die steigende Vielfalt und Komplexität heterogener Systeme, 2) die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken und 3) Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Entwurfsmethoden). Zum Beispiel bieten Halbleiterhersteller kostengünstige ASICs an, die einen Mikrocontroller und benutzerspezifische Peripherie und Datenpfade auf einem Chip integrieren.

Die Synthese solcher Systeme wirft jedoch eine Reihe neuartiger Entwurfsprobleme auf, insbesondere 1) die Frage der Auswahl von Hardware- und Softwarekomponenten, 2) die Partitionierung einer Spezifikation in Hard- und Software, 3) die automatische Synthese von Interface- und Kommunikationsstrukturen und 4) die Verifikation und Cosimulation.

1. Überblick und Vergleich von Architekturen und Komponenten in Hardware/Software-Systemen.
2. Aufbau eines Compilers und Codeoptimierungsverfahren für Hardware und Software
3. Hardware/Software-Partitionierung (Partitionierung komplexer Systeme, Schätzungsverfahren, Performanzanalyse, Codegenerierung)
4. Interfacesynthese (Kommunikationsarten, Synchronisation, Synthese)
5. Verifikation und Cosimulation
6. Tafelübungen

**Lernziele und Kompetenzen:**

*Fachkompetenz*

*Wissen*

- Die Studierenden erhalten Einblick in ein aktuelles Forschungsgebiet.

*Verstehen*

- Die Studierenden verstehen Grundlagen des modernen Systementwurfs.
- Die Studierenden erklären Implementierungsalternativen für digitale Hardware/Software-Systeme.

*Anwenden*

- Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an, zur Analyse und Optimierung von Hardware/Software-Systemen.

**Literatur:**

empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:

- Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6
  - Gajski, D. et al.: "Specification and Design of Embedded Systems", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994, ISBN: 978-0131507319
- 

**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 | Hardware-Software-Co-Design)

- [2] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2007 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science) | alte Prüfungsordnungen | Gesamtkonto | Technische Wahlmodule | Hardware-Software-Co-Design)
- [3] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science) | alte Prüfungsordnungen | Gesamtkonto | Technische Wahlmodule | Hardware-Software-Co-Design)
- [4] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2010 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Technische Wahlmodule | Hardware-Software-Co-Design)
- [5] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2008 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Informatik | Hardware-Software-Co-Design)
- [6] **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 | Hardware-Software-Co-Design)
- [7] **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 | Hardware-Software-Co-Design)
- [8] **Informatik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2009s | TechFak | Informatik (Bachelor of Science) | Wahlpflichtbereich (5. und 6. Semester) | Wahlpflichtmodule | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Hardware-Software-Co-Design)
- [9] **Informatik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2009w | TechFak | Informatik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich (5. und 6. Semester) | Wahlpflichtmodule | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Hardware-Software-Co-Design)
- [10] **Informatik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2022w | TechFak | Informatik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich (Wahlpflichtmodule aus mind. 2 Vertiefungsrichtungen) | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Hardware-Software-Co-Design)
- [11] **Informatik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2010 | TechFak | Informatik (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich | Säule der systemorientierten Vertiefungsrichtungen | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Hardware-Software-Co-Design)
- [12] **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 | Hardware-Software-Co-Design)
- [13] **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 Media Processing Systems | Wahlpflichtmodul aus INF im Schwerpunkt Media Processing Systems | Hardware-Software-Co-Design)
- [14] **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 | Hardware-Software-Co-Design)
- [15] **Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2010 | TechFak | Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science) | Gesamtkonto | Schwerpunkte im Masterstudium | Schwerpunkt Eingebettete Systeme | Pflichtmodule | Hardware-Software-Co-Design)
- [16] **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 | Pflichtmodule | Hardware-Software-Co-Design)
- [17] **Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2016s | TechFak | Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science) | Gesamtkonto | Schwerpunkte im Masterstudium | Schwerpunkt Eingebettete Systeme | Pflichtmodule | Hardware-Software-Co-Design)

- [18] **Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2016s | TechFak | Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science) | Gesamtkonto | Schwerpunkte im Masterstudium | Schwerpunkt Multimediasysteme | Wahlpflichtmodule | Wahlpflichtmodul aus INF im Schwerpunkt Multimediasysteme | Hardware-Software-Co-Design)
- [19] **Mathematik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. | NatFak | Mathematik (Bachelor of Science) | Module des Nebenfachs | Nebenfach Informatik | Vertiefungsmodule | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Hardware-Software-Co-Design)
- [20] **Mathematik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2015w | NatFak | Mathematik (Bachelor of Science) | Module des Nebenfachs | Nebenfach Informations- und Kommunikationstechnik | Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK | Hardware-Software-Co-Design)
- [21] **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 | Hardware-Software-Co-Design)
- [22] **Mathematik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2019w | NatFak | Mathematik (Bachelor of Science) | weitere Module der Bachelorprüfung | Module des Nebenfachs | Nebenfach Informations- und Kommunikationstechnik | Wahlpflichtmodule aus Katalog für IuK | Hardware-Software-Co-Design)
- [23] **Mechatronik (Bachelor of Science): 5-6. Semester**  
(Po-Vers. 2007 | TechFak | Mechatronik (Bachelor of Science) | Mechatronik (Studienbeginn bis 30.09.2020) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule (aus Katalog) | Hardware-Software-Co-Design)
- [24] **Mechatronik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Mechatronik (Bachelor of Science) | Mechatronik (Studienbeginn bis 30.09.2020) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | Hardware-Software-Co-Design)
- [25] **Mechatronik (Bachelor of Science): 5-6. Semester**  
(Po-Vers. 2009 | TechFak | Mechatronik (Bachelor of Science) | Mechatronik (Studienbeginn bis 30.09.2020) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | Hardware-Software-Co-Design)
- [26] **Mechatronik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2020w | TechFak | Mechatronik (Bachelor of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2020) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | Hardware-Software-Co-Design)
- [27] **Mechatronik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2020w | TechFak | Mechatronik (Bachelor of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2020) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | Hardware-Software-Co-Design)
- [28] **Mechatronik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2021w | TechFak | Mechatronik (Bachelor of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2021) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule | 6 Informatik / Eingebettete Systeme | Hardware-Software-Co-Design)
- [29] **Mechatronik (Bachelor of Science)**  
(Po-Vers. 2021w | TechFak | Mechatronik (Bachelor of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2021) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule | 6 Informatik / Eingebettete Systeme | Hardware-Software-Co-Design)
- [30] **Mechatronik (Master of Science): 1-3. Semester**  
(Po-Vers. 2010 | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule | Katalog | Hardware-Software-Co-Design)
- [31] **Mechatronik (Master of Science): 1-3. Semester**  
(Po-Vers. 2010 | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Gesamtkonto | Vertiefungsrichtungen | Verteilte eingebettete Systeme | Hardware-Software-Co-Design)
- [32] **Mechatronik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2012 | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn bis 30.09.2020) | Gesamtkonto | M3 Technische Wahlmodule | Hardware-Software-Co-Design)
- [33] **Mechatronik (Master of Science)**  
(Po-Vers. 2012 | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn bis 30.09.2020) | Gesamtkonto | M3 Technische Wahlmodule | Hardware-Software-Co-Design)
- [34] **Mechatronik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2012 | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn bis 30.09.2020) | Gesamtkonto | M1-M2 Vertiefungsrichtungen | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | Hardware-Software-Co-Design)

**[35] Mechatronik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2012 | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn bis 30.09.2020) | Gesamtkonto | M1-M2 Vertiefungsrichtungen | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | Hardware-Software-Co-Design)

**[36] Mechatronik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2020w | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2020) | Gesamtkonto | M1-M2 Vertiefungsrichtungen | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | Hardware-Software-Co-Design)

**[37] Mechatronik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2020w | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2020) | Gesamtkonto | M1-M2 Vertiefungsrichtungen | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | Hardware-Software-Co-Design)

**[38] Mechatronik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2020w | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2020) | Gesamtkonto | M3 Technische Wahlmodule | Hardware-Software-Co-Design)

**[39] Mechatronik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2020w | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2020) | Gesamtkonto | M3 Technische Wahlmodule | Hardware-Software-Co-Design)

**[40] Mechatronik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021w | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2021) | Gesamtkonto | M1-M2 Vertiefungsrichtungen | 6 Eingebettete Systeme | Hardware-Software-Co-Design)

**[41] Mechatronik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021w | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2021) | Gesamtkonto | M1-M2 Vertiefungsrichtungen | 6 Eingebettete Systeme | Hardware-Software-Co-Design)

**[42] Mechatronik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021w | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2021) | Gesamtkonto | M3 Technische Wahlmodule | Hardware-Software-Co-Design)

**[43] Mechatronik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2021w | TechFak | Mechatronik (Master of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2021) | Gesamtkonto | M3 Technische Wahlmodule | Hardware-Software-Co-Design)

**[44] Medizintechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2011 | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | alte Prüfungsordnungen | Modulgruppen M2 - M8 | Fachrichtung 'Medizinische Bild- und Datenverarbeitung' | M3 Ingenieurwissenschaftliche Kernfächer II | Hardware-Software-Co-Design)

**[45] Medizintechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2013 | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) | Hardware-Software-Co-Design)

**[46] Medizintechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2018w | TechFak | Medizintechnik (Master of Science) | Studienrichtung Medizinische Bild- und Datenverarbeitung | M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) | Hardware-Software-Co-Design)

**[47] 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) | Hardware-Software-Co-Design)

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Hardware-Software-Co-Design (Prüfungsnummer: 502509)

(englische Bezeichnung: Hardware-Software-Co-Design)

(diese Prüfung gilt nur im Kontext der Studienfächer/Vertiefungsrichtungen [6], [7], [8], [9], [10], [11], [13], [18], [19], [21], [24], [26], [28], [32], [34], [36], [38], [40], [42])

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote. Die Sprache der Klausur ist abhängig von der Wahl der Studierenden.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

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

1. Prüfer: Jürgen Teich

Hardware-Software-Co-Design (Prüfungsnummer: 34901)

(englische Bezeichnung: Hardware-Software-Co-Design)

(diese Prüfung gilt nur im Kontext der Studienfächer/Vertiefungsrichtungen [1], [2], [3], [4], [5], [12], [14], [15], [16], [17], [20], [22], [23], [25], [27], [29], [30], [31], [33], [35], [37], [39], [41], [43], [44], [45], [46], [47])

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote. Die Sprache der Klausur ist abhängig von der Wahl der Studierenden.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

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

1. Prüfer: Jürgen Teich

---

### Organisatorisches:

Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Hardware-Software-Co-Design mit erweiterter Übung (HSCD-VEU)“ aus.