

**htw**

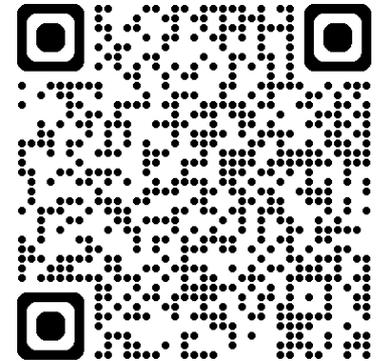
Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences

# Computer Engineering – Master

HTW Berlin

Stand 12/2024



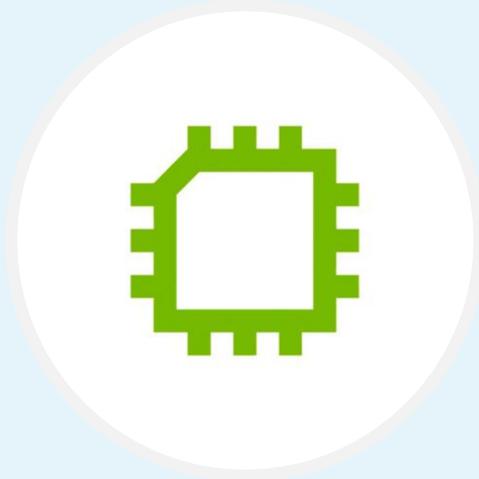
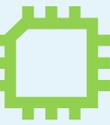
## CHE-Ranking 2024/25: Sehr gute Noten für den Master Computer Engineering



**11. Dezember 2024 – Das neue Masterranking des CHE Centrum für Hochschulentwicklung ist ab sofort verfügbar auf HeyStadium, dem Portal zur Studienorientierung von DIE ZEIT. Der Master-Studiengang Computer Engineering der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW Berlin) erhält im diesjährigen Ranking erneut Bestnoten von den Studierenden.**

Das Ranking erscheint in Auszügen in der aktuellen Ausgabe von ZEIT Campus und ist unter <https://www.heystadium.de/masterranking> kostenlos abrufbar.

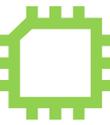
# Überblick Computer Engineering – Master



## Die Fakten

- Beginn: jedes Semester (April, Oktober)
- Dauer: 4 Semester
- Plätze: 20
- Abschluss: Master of Engineering (M.Eng.)
- Bachelor of Engineering im Studiengang Computer Engineering oder vergleichbar ist eine Zulassungsvoraussetzung

# Was sind vergleichbare Bachelorabschlüsse?



max.

a) Computer Engineering sowie inhaltlich vergleichbare Studiengänge mit den Schwerpunkten Softwareentwicklung und Hardwareentwicklung für eingebettete Systeme

b) inhaltlich vergleichbare ingenieurwissenschaftliche Studiengänge oder Informatikstudiengänge mit einem der Schwerpunkte Softwareentwicklung oder Hardwareentwicklung für eingebettete Systeme

c) inhaltlich vergleichbare ingenieurwissenschaftliche Studiengänge oder Informatikstudiengänge mit einem der Schwerpunkte Softwareentwicklung oder Hardwareentwicklung

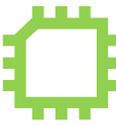
min.

d) andere inhaltlich vergleichbare ingenieurwissenschaftliche Studiengänge oder Informatikstudiengänge

Immer:

mindestens 2/3 der Leistungspunkte stimmen in ihren Lernergebnissen mit dem Computer-Engineering Bachelor Curriculum überein.

# Organisation Computer Engineering – Master



Pflichtmodule für alle.  
Diese Module werden  
in jedem Semester  
angeboten.

Diese Module werden  
nur einmal im Jahr  
angeboten.

Die Reihenfolge der  
Absolvierung hängt  
vom Zeitpunkt der  
Immatrikulation  
(WS oder SS) ab.

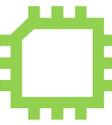
	Basismodule		Projekt- module	Vertiefungsrichtung Embedded Control Systems (ECS)		Vertiefungsrichtung Safety Critical Systems (SCS)		AWE- Module
1. FS	<b>M1</b> Computer Vision		<b>M2</b> Project Engineering	<b>M3</b> Embedded Linux		<b>M4</b> Verification Validation		<b>M6 und M14</b> Supple- mentary Module 1 und 2
SoSe	<b>M7</b> Electronic System Level Design	<b>M8</b> Applied Mathe- matics	<b>M9</b> CE Project 1 bzw. <b>M16</b> CE Project 2	<b>2 WP-Module</b> ECS im Umfang von 10 ECTS-LP		<b>2 WP-Module</b> SCS im Umfang von 10 ECTS-LP		
WiSe	<b>M12</b> Distributed Systems	<b>M13</b> Model Based Systems	<b>M9</b> CE Project 1 bzw. <b>M16</b> CE Project 2	<b>WP-Modul</b> ECS im Umfang von 5 ECTS-LP	<b>M100</b> Selected Topics in ECS	<b>WP-Modul</b> SCS im Umfang von 5 ECTS-LP	<b>M200</b> Selected Topics in SCS	
4. FS	<b>M17</b> Master's Thesis <b>M18</b> Final Oral Examination with Master's Thesis Seminar							

Die Spezialisierung in  
einer Vertiefungsrichtung  
ist sinnvoll aber nicht  
verbindlich.

Die Wahlpflichtmodule  
können aus einer  
Vertiefungsrichtung  
genommen werden oder  
auch gemischt werden.

Pro Semester sind von  
den 4 WP-Angeboten  
2 zu absolvieren.

# Wahlpflichtangebote CE – Master



Vertiefungsrichtung: Embedded Control Systems (ECS)

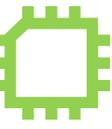
Angebot nur im	Nr.	Modulbezeichnung	Form	SWS	LP	NSt	NV	EV
WiSe	M100	Selected Topics in ECS	PÜ	3	5	2a	-	M3, M4
WiSe	M101	Hardware/Software Co-Design	PÜ	4	5	2a	-	M3, M4
SoSe	M102	Realtime Systems	PÜ	4	5	2a	-	M3, M4
SoSe	M103	Advanced Signal Processing	PÜ	4	5	2a	-	M3, M4

Vertiefungsrichtung: Safety Critical Systems (SCS)

Angebot nur im	Nr.	Modulbezeichnung	Form	SWS	LP	NSt	NV	EV
WiSe	M200	Selected Topics in SCS	PÜ	3	5	2a	-	M3, M4
WiSe	M201	Applied Logic	PÜ	4	5	2a	-	M3, M4
SoSe	M202	Dependable Systems	PÜ	4	5	2a	-	M3, M4
SoSe	M203	Domain Specific Languages	PÜ	4	5	2a	-	M3, M4

Studierende können (auf Antrag) Wahlpflichtmodule im Umfang von zehn ECTS-LP in **anderen ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen und/oder Informatikstudiengängen** der HTW Berlin absolvieren.

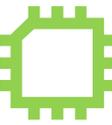
# Kurzvorstellung der Module



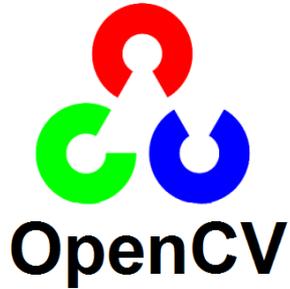
# 1. Fachsemester

	Basismodule		Projektmodule	Vertiefungsrichtung Embedded Control Systems (ECS)		Vertiefungsrichtung Safety Critical Systems (SCS)		AWE-Module
1. FS	<b>M1</b> Computer Vision		<b>M2</b> Project Engineering	<b>M3</b> Embedded Linux		<b>M4</b> Verification Validation		<b>M6 und M14</b> Supplementary Module 1 und 2
SoSe	<b>M7</b> Electronic System Level Design	<b>M8</b> Applied Mathematics	<b>M9</b> CE Project 1 bzw. <b>M16</b> CE Project 2	<b>2 WP-Module</b> ECS im Umfang von 10 ECTS-LP		<b>2 WP-Module</b> SCS im Umfang von 10 ECTS-LP		
WiSe	<b>M12</b> Distributed Systems	<b>M13</b> Model Based Systems	<b>M9</b> CE Project 1 bzw. <b>M16</b> CE Project 2	<b>WP-Modul</b> ECS im Umfang von 5 ECTS-LP	<b>M100</b> Selected Topics in ECS	<b>WP-Modul</b> SCS im Umfang von 5 ECTS-LP	<b>M200</b> Selected Topics in SCS	
4. FS	<b>M17</b> Master's Thesis <b>M18</b> Final Oral Examination with Master's Thesis Seminar							

# M1 Computer Vision



Kameraparameter und -kalibrierung,  
Kameramodelle und Abbildung  
Orientierung in einer Szene  
mit und ohne Markern  
Feature Detection, -tracking und -  
matching

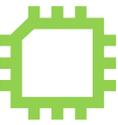


Neuronale Netze  
Klassifizierung, Objekterkennung,  
Bildsegmentierung

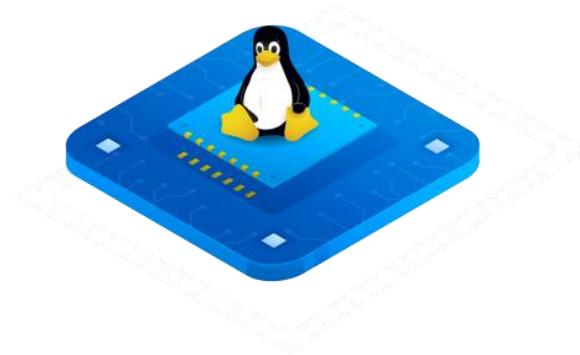
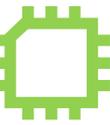
# M2 Project Engineering

## Die Studierenden

- wissen um die Startphase eines Projekts,
- kennen die notwendigen Planungsschritte von der Spezifikation über das Lastenheft bis zum Pflichtenheft und führen diese projektspezifisch durch,
- recherchieren, vergleichen Lösungsmöglichkeiten und entscheiden sich für die zu realisierende Variante,
- wählen notwendige Komponenten aus und entwerfen erste prototypische Lösungsansätze,
- realisieren die Aufgabenplanung, Dokumentation, Versionsverwaltung und Kommunikation über einen Projektmanagementserver.



# M3 Embedded Linux

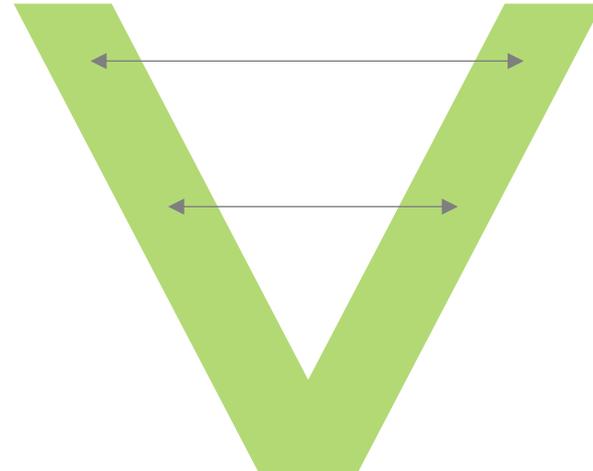


- Aufbau und Funktionsweise von (Embedded) Linux Systemen am Beispiel des STM32MP157f-DK2 Boards
- Zusammenspiel: *Bootloader, Kernel, Filesystem, Device Tree...*
- Blick in User- und Kernelspace, Boot-Prozess
- Verwendung von Buildsystemen (buildroot, yocto, petalinux)..
- ..aber auch „händisches Zusammenbauen“ aller notwendigen Komponenten bis zur bootfähigen SD-Karte
- Kernaltreiber für eigene Hardware schreiben (M101 bzw. M7)
- Sicherheit in Linux Systemen / Secure Boot



# M4 Verification & Validation

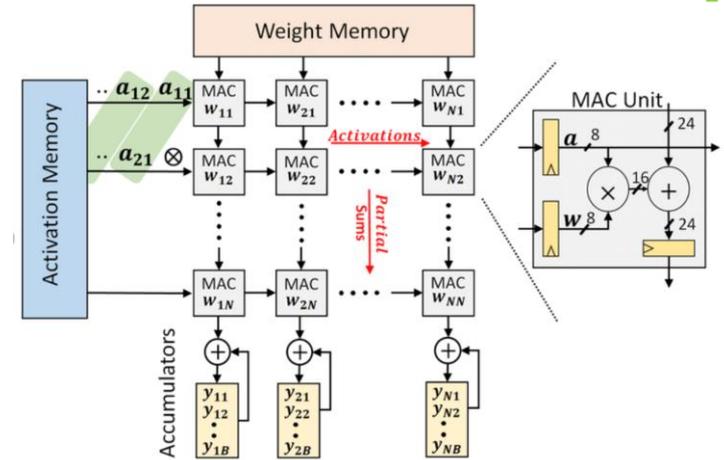
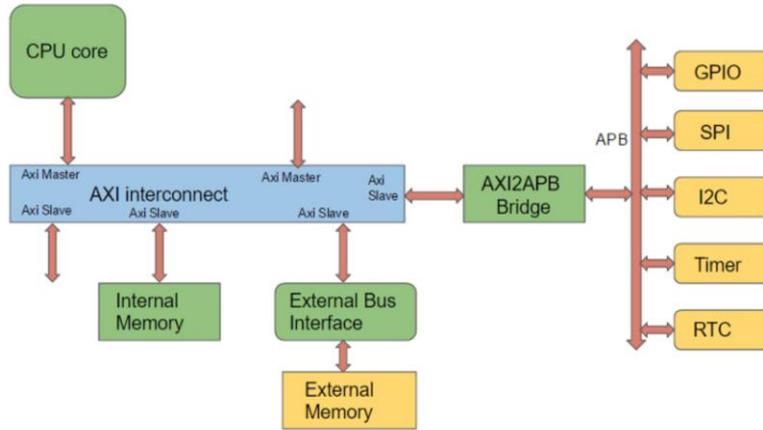
- **Validierung** → Bauen wir das richtige System? Ist es das System, das die Nutzer brauchen?
  - Anforderungsermittlung, Spezifikation, Nachweisführung
- **Verifikation** → Bauen wir das System richtig? Erfüllt es die Spezifikation?
  - Statische SW-Analysen, dynamische SW-Tests
  - Unit Tests, Integrationstests, Tests des Gesamtsystems
  - SW-in-the-loop Tests, Model-in-the-loop Tests, Hardware-in-the-loop Tests
  - Tools zur Codeanalyse, Testwerkzeuge, Testautomatisierung



# Basismodule im 2. und 3. Fachsemester für alle

	Basismodule		Projekt- module	Vertiefungsrichtung Embedded Control Systems (ECS)		Vertiefungsrichtung Safety Critical Systems (SCS)		AWE- Module
1. FS	<b>M1</b> Computer Vision		<b>M2</b> Project Engineering	<b>M3</b> Embedded Linux		<b>M4</b> Verification Validation		<b>M6 und M14</b> Supple- mentary Module 1 und 2
SoSe	<b>M7</b> Electronic System Level Design	<b>M8</b> Applied Mathe- matics	<b>M9</b> CE Project 1 bzw. <b>M16</b> CE Project 2	<b>2 WP-Module</b> ECS im Umfang von 10 ECTS-LP		<b>2 WP-Module</b> SCS im Umfang von 10 ECTS-LP		
WiSe	<b>M12</b> Distributed Systems	<b>M13</b> Model Based Systems	<b>M9</b> CE Project 1 bzw. <b>M16</b> CE Project 2	<b>WP-Modul</b> ECS im Umfang von 5 ECTS-LP	<b>M100</b> Selected Topics in ECS	<b>WP-Modul</b> SCS im Umfang von 5 ECTS-LP	<b>M200</b> Selected Topics in SCS	
4. FS	<b>M17</b> Master's Thesis							
	<b>M18</b> Final Oral Examination with Master's Thesis Seminar							

# M7 System Level Design



- Prinzipien und Konzepte von SoC Systemen
- ARM AXI Bus, Memory Mapped IO, DMA, Streaming
- Anbindung eigener Peripherie an einen ARM Core
- Fließbandkonstruktion und -optimierung
  - Retiming, Synchronisationstechniken
- Entwicklung und Test einer einfachen Vektor GPU in Fließbandtechnik auf dem ZedBoard

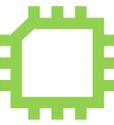
# M8 Applied Mathematics



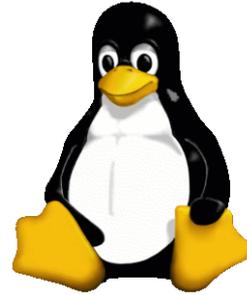
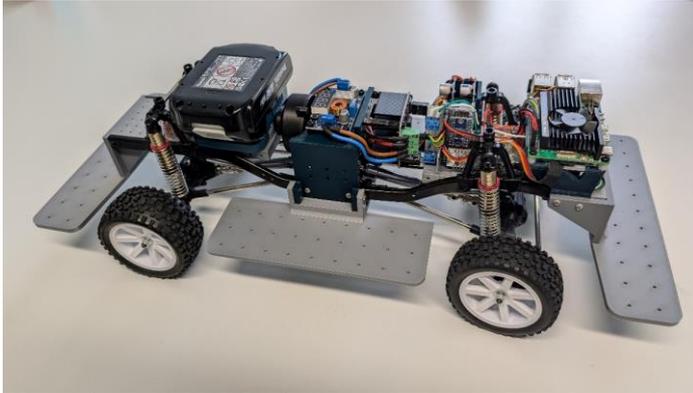
Die Studierenden

- beherrschen die mathematischen Grundlagen zur Beschreibung Digitaler Signale,
- lösen mit mathematischen Mitteln ausgewählte Aufgaben aus dem Bereich der Systemtheorie,
- können folgende mathematische Themen sicher anwenden:
  - Diskrete Fourier-Transformation (DFT/FFT), Diskrete Korrelation,
  - Laplace-Transformation,
  - Z - Transformation.

# M9 + M16 CE Projekt



## CE2024 FormulaE



ROS

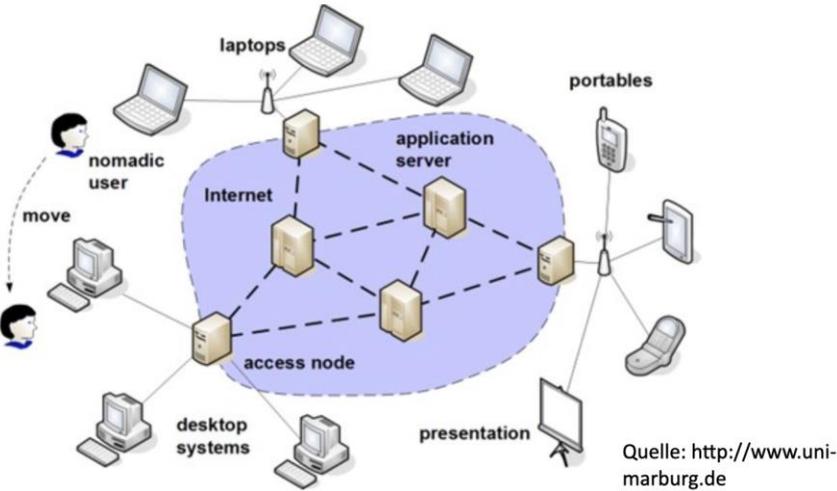
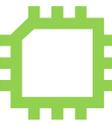


## CE2024 TurtleQ

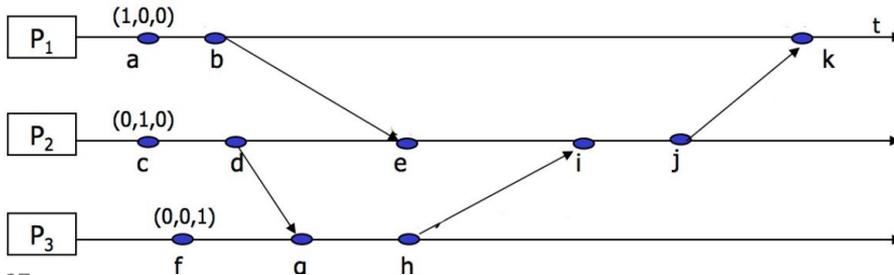
**TURTLEBOT3** Waffle Pi



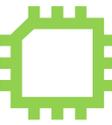
# M12 Distributed Systems



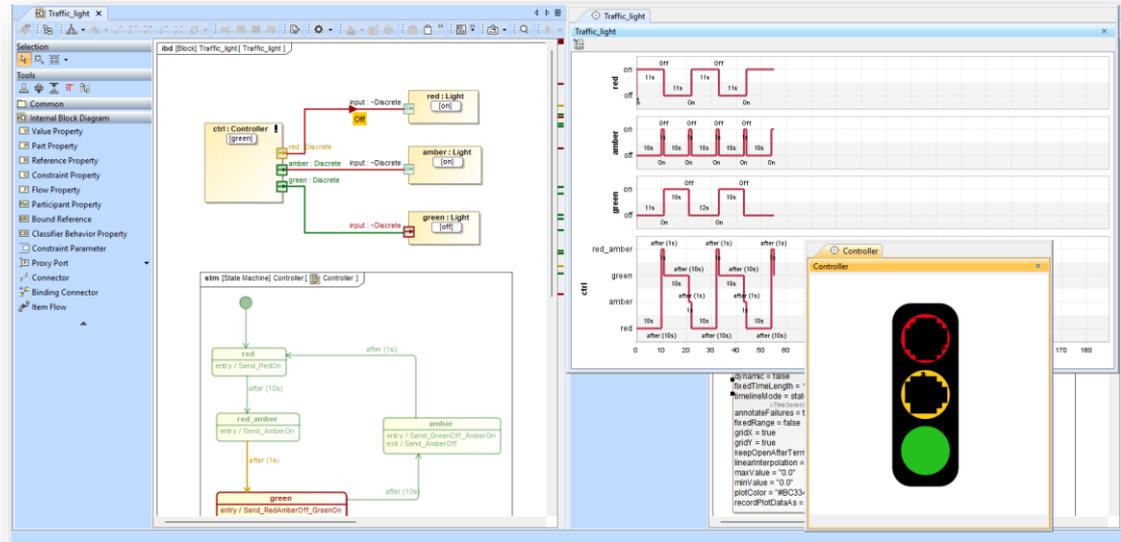
- Client-/Server-Architekturen
- Paralleles- und verteiltes Rechnen
- Synchronisation, Zeit
- Voting, Ausfallsicherheit/Redundanz
- IoT, drahtlose Netze
- Sicherheit in Verteilten Systemen
- MPI, Remote Procedure Calls



# M13 Model-Based Systems



- **Modellbasierte Systementwicklung**
  - Grafische Spezifikation von computergestützten Systemen
  - Simulation und Analyse
  - Automatische Code-Generierung



# Vertiefung Embedded Control Systems (ECS)

	Basismodule		Projekt- module	Vertiefungsrichtung Embedded Control Systems (ECS)		Vertiefungsrichtung Safety Critical Systems (SCS)		AWE- Module
1. FS	<b>M1</b> Computer Vision		<b>M2</b> Project Engineering	<b>M3</b> Embedded Linux		<b>M4</b> Verification Validation		<b>M6 und M14</b> Supple- mentary Module 1 und 2
SoSe	<b>M7</b> Electronic System Level Design	<b>M8</b> Applied Mathe- matics	<b>M9</b> CE Project 1 bzw. <b>M16</b> CE Project 2	<b>2 WP-Module</b> ECS im Umfang von 10 ECTS-LP		<b>2 WP-Module</b> SCS im Umfang von 10 ECTS-LP		
WiSe	<b>M12</b> Distributed Systems	<b>M13</b> Model Based Systems	<b>M9</b> CE Project 1 bzw. <b>M16</b> CE Project 2	<b>WP-Modul</b> ECS im Umfang von 5 ECTS-LP	<b>M100</b> Selected Topics in ECS	<b>WP-Modul</b> SCS im Umfang von 5 ECTS-LP	<b>M200</b> Selected Topics in SCS	
4. FS	<b>M17</b> Master's Thesis							
	<b>M18</b> Final Oral Examination with Master's Thesis Seminar							

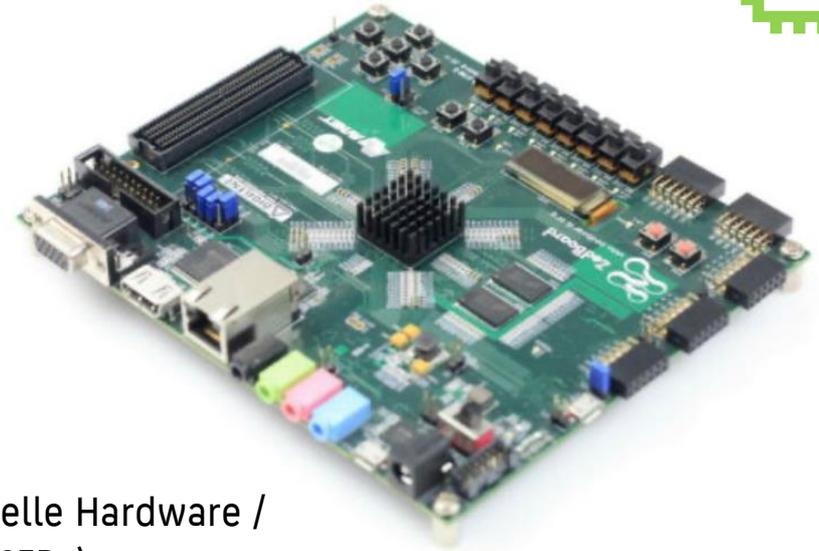
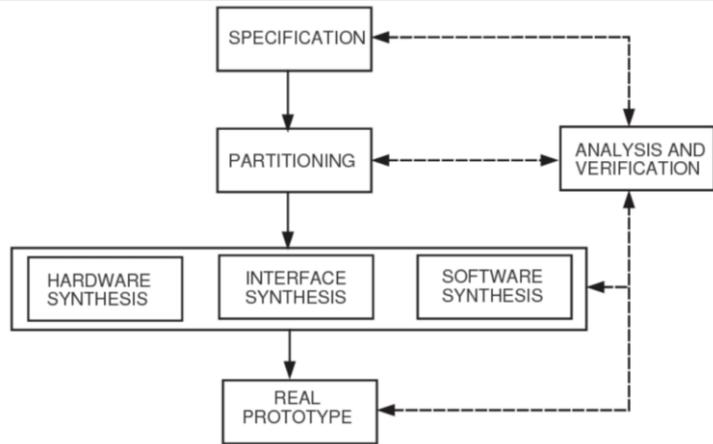
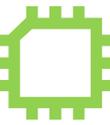
# M100 Selected Topics in ECS



Die Studierenden

- vertiefen sich erfolgreich in ein wechselndes, aktuelles Gebiet aus dem Themenspektrum des Computer Engineering mit Schwerpunkt Embedded Control Systems,
- erweitern dabei sowohl ihre praktischen als auch theoretischen Fachkenntnisse gegenüber dem Stand der Technik,
- können themengebunden zu speziellen Problemstellungen des Vertiefungsbereiches Embedded Control Systems praktische Lösungen erarbeiten und die Ergebnisse bewerten.

# M101 HW-/SW-Co-Design



- Beschleunigung von Algorithmen durch spezielle Hardware / anwendungsspezifische Prozessoren (ASPs/ASIPs)
- Erkennen und Ausnutzen von Parallelität in Programmen
- AMD/Xilinx Zynq: ARM Prozessor und prog. Logik (FPGA)
- Tradeoff-Analyse, Profiling / Hot-Spot-Analyse
- Typ. Anwendungen: (Video-) Signalverarbeitung, Kommunikation, Kryptographie (“BitCoins”) etc.

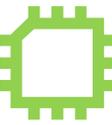
# M102 Realtime Systems



Die Studierenden

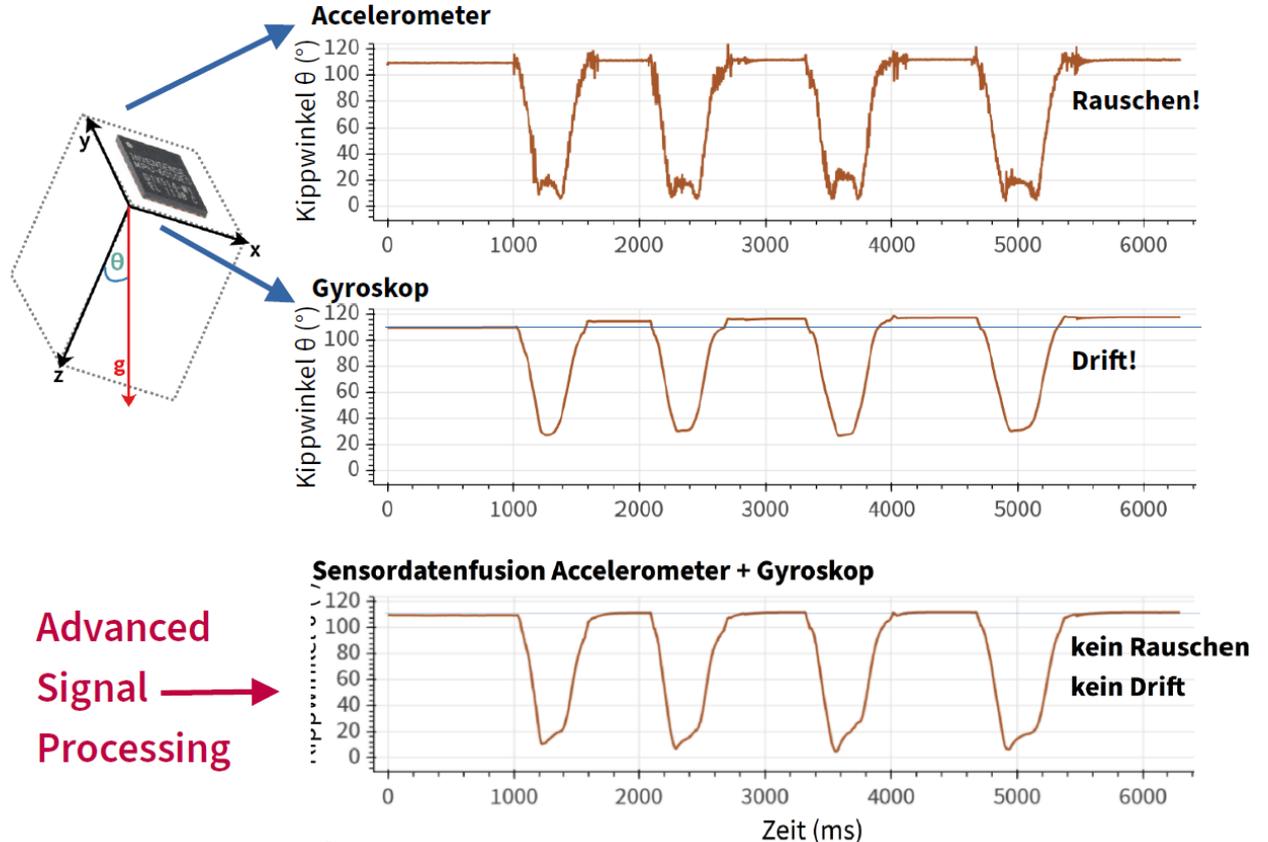
- kennen den Begriff der Echtzeit, die Merkmale des Grundmodells von Echtzeitsystemen und den Unterschied zwischen harten und weichen Echtzeitanforderungen.
- vertiefen ihre Kenntnisse über den Begriff des Prozesses um für Echtzeitsystemen relevante Konzepte. Sie kennen verschiedene Planungsverfahren wie die Planung nach Fristen und Prioritäten und können diese bewerten,
- wissen um die damit bei der Synchronisation entstehenden verbundenen Probleme wie Prioritätsumkehr sowohl auf Einzel- als auch Mehrkernprozessorsystemen,
- wissen, wie Echtzeitbetriebssysteme wie FreeRTOS, RTEMS, Embedded-Linux bei der Erfüllung der Echtzeitkriterien helfen und entwickeln einfache Systeme zum Beispiel in Kontext der Regelungstechnik.

# M103 Advanced Signal Processing



## Inhalte (II)

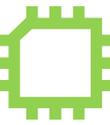
- Sensordatenfusion mit Kalman-Filter und PCA



# Vertiefung Safety Critical Systems (ECS)

	Basismodule		Projekt- module	Vertiefungsrichtung Embedded Control Systems (ECS)		Vertiefungsrichtung Safety Critical Systems (SCS)		AWE- Module
1. FS	<b>M1</b> Computer Vision		<b>M2</b> Project Engineering	<b>M3</b> Embedded Linux		<b>M4</b> Verification Validation		<b>M6 und M14</b> Supple- mentary Module 1 und 2
SoSe	<b>M7</b> Electronic System Level Design	<b>M8</b> Applied Mathe- matics	<b>M9</b> CE Project 1 bzw. <b>M16</b> CE Project 2	<b>2 WP-Module</b> ECS im Umfang von 10 ECTS-LP		<b>2 WP-Module</b> SCS im Umfang von 10 ECTS-LP		
WiSe	<b>M12</b> Distributed Systems	<b>M13</b> Model Based Systems	<b>M9</b> CE Project 1 bzw. <b>M16</b> CE Project 2	<b>WP-Modul</b> ECS im Umfang von 5 ECTS-LP	<b>M100</b> Selected Topics in ECS	<b>WP-Modul</b> SCS im Umfang von 5 ECTS-LP	<b>M200</b> Selected Topics in SCS	
4. FS	<b>M17</b> Master's Thesis <b>M18</b> Final Oral Examination with Master's Thesis Seminar							

# M200 Selected Topics in SCS



Zum Beispiel Prof. Kerdels:

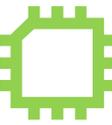
## Programmierung von sicherheitskritischen eingebetteten Systemen

Ziele des Moduls:

- Die Studierenden können sicherheitskritische Systeme **erkennen** und **analysieren**.
- Sie kennen verschiedene Herangehensweisen für die **Entwicklung** sicherheitskritischer Systeme.
- Sie erlernen **konkrete Programmiertechniken** für die sichere Programmierung in C++.



# M 201 Applied Logic



Ziele:

- Technische Systeme mit verschiedenen Notationen (Modellierungs-, Spezifikations-, Implementierungssprachen) formal zu beschreiben
- Techniken und Werkzeuge kennenlernen, um bestimmte Eigenschaften des Systems nachzuweisen:

Beispiele für nachgewiesene Eigenschaften:

- Memory-Safety von C Programmen
- Property-Invarianten von Zustandsdiagrammen
- Funktionale Korrektheit von Funktionsimplementierungen

Werkzeuge:

- KeY-Prover, VeriFast, nuSMV

Techniken:

- Model Checking, Theorem Proving, Symbolic Execution

The screenshot shows the KeY Prover interface. On the left, a proof tree is visible with nodes numbered 1 through 28. The right pane shows a Java code snippet with a highlighted section in green, representing a proof goal or a specific code block being analyzed. The code includes a method call `self.<created> = TRUE;` and a `try` block with a `catch` clause for `java.lang.Throw`.

# M202 Dependable Systems

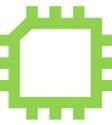


- Viele computergestützte Systeme müssen **verlässlich** (= dependable) sein (z.B. im Flugzeug : Triebwerkskontrolle, Fahrwerksteuerung, Druckregelung, Heizung und Lüftung, Entertainment ...)



- Was bedeutet Verlässlichkeit? Wie berechnet man Verlässlichkeit? Wie beeinflusst man die Verlässlichkeit technischer Systeme? Wie verhindert man Ausfälle und Unfälle?

# M 203 Domain Specific Languages



Ziele:

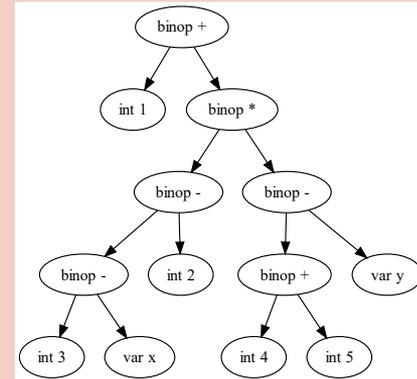
- Realisierung einer textuellen Domänenspezifischen Sprache (Modellierungs-, Spezifikations-, oder Implementierungssprache)
- Entwicklung eines Parsers mittels einer Grammatik
- Realisierung von Analysen/Metriken für geparste Modelle
- Code-Generierung auf Grundlage von geparsten Modellen

Beispiele:

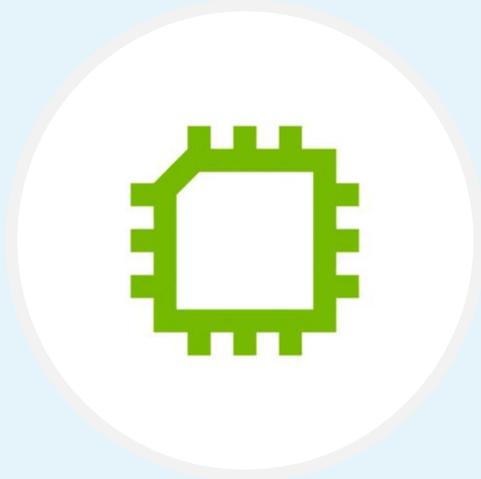
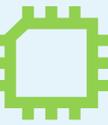
- selbst-definierte Programmiersprachen
- Visualisierung von Datenstrukturen in JSON
- Interaktiver Sudoku-Solver

Werkzeuge:

- Xtext, Langium, TypeScript



# Mehr zum Studiengang



- <https://ce-master.htw-berlin.de/>
- [Studien- und Prüfungsordnung](#)
- [Zugangs- und Zulassungsordnung](#)
- [Hochschulordnung](#)
  
- Studienfachberater:  
Prof. Dr. Frank Bauernöppel

