

# Orientierungseinheit Informatik



## Lehrgebiet **Eingebettete Systeme und Robotik**

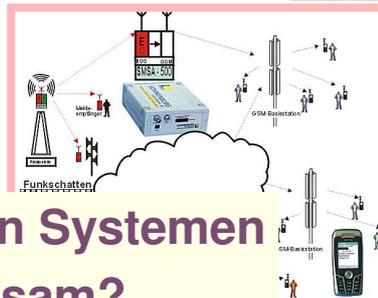


**Bernd Schürmann**  
Lehrgebietsberater

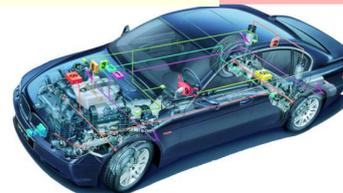
15.10.2015  
(1)



# Eingebettete Systeme



**Was ist diesen Systemen  
gemeinsam?**



15.10  
(2)



# Eingebettete Systeme



- **in technische Systeme integriert / vor dem Anwender versteckt**
- **auf eine Anwendung zugeschnitten**
- **breiter Anwendungsbereich:**
  - industrielle Automation, Werkzeugmaschinen, Robotik
  - Kraftwerkssteuerung, -kontrolle
  - Gebäudeautomation
  - Automobilindustrie (Motorkontrolle, ABS, ...)
  - Telekommunikation
  - Consumer Electronics (Mikrowelle, Kameras, CD-Spieler, ...)
- **starke Variationsbreite der Systemimplementierung:**
  - von reiner HW-Lösung
  - bis zu reiner SW-Lösung

15.10.2015  
(3)



# Eingebettete Systeme



## Funktion +

- **Echtzeit**  
*(Programm muss schnell genug reagieren)*
- **Speicherbedarf**  
*(Steuerrechner 1.000-mal kleiner als PCs)*
- **Zuverlässigkeit**
- **Sicherheit**

**Aufgabe der Informatik:**  
**Nachweis, dass Anforderungen erfüllt werden.**  
*(Verständnis für Anwendungsbereich)*

15.10.2015  
(4)



## Dozenten des Lehrgebiets



### ▪ Prof. Dr. Karsten Berns AG Robotersysteme



Berns  
Grimm  
Schneider  
Schürmann  
Trapp

- Realisierung komplexer autonomer Roboter
  - radgetriebene Indoor- und Outdoor-Fahrzeuge
  - Kletterroboter
- Humanoide Roboter
  - Roboterkopf zur Erforschung von Mensch-Maschine-Interaktion
- Steuerungsarchitektur, intelligente Verhaltenssteuerung

15.10.2015  
(5)



## Dozenten des Lehrgebiets



### ▪ Prof. Dr. Christoph Grimm AG Design of Cyber-Physical Systems



Berns  
Grimm  
Schneider  
Schürmann  
Trapp

- Entwicklung von Wireless Sensor Networks
  - Intelligente, vernetzte Anwendungen für Energy Management
  - Ultra-Low Power ASICs für energieautonome Systeme
- Modellierungssprachen
  - Hardware- und Modellierungssprachen für verteilte und heterogene Systeme (SystemC, SystemC AMS)
- Entwurfsmethodik und Verifikation

15.10.2015  
(6)



## Dozenten des Lehrgebiets



### ▪ Prof. Dr. Klaus Schneider AG Eingebettete Systeme

- Synchrone Sprachen zur Modellierung reaktiver Systeme
- Formale Verifikation
- Controller-Synthese
- Ausführungszeitanalyse
- Theorembeweisen in higher order logic



Berns  
Grimm  
Schneider  
Schürmann  
Trapp

15.10.2015  
(7)



## Dozenten des Lehrgebiets



### ▪ PD Dr. Bernd Schürmann Geschäftsführer

- Rechnersysteme



### ▪ Dr. Mario Trapp IESE

- Automotive SW Engineering



Berns  
Grimm  
Schneider  
Schürmann  
Trapp

15.10.2015  
(8)



# Kernvorlesung / Kernmodul



INF + AI

## ▪ Grundlagen Eingebetteter Systeme

4V + 2Ü, 8 ECTS-LP, SoSe (INF-60-03-V-3)

- Grundlagen der Elektronik
- Transistorgrundschaltungen, OPs, A/D-Wandler
- Grundlegende Systemtheorie (u.a. Laplace-Transformation, Faltung, Filter)
- Steuerung und Regelung
- Digitale Signalverarbeitung
- Sensoren und Aktuatoren
- Hardwareplattformen für eingebettete Systeme

15.10.2015  
(9)



# Schwerpunktmodul (12 LP)



INF

eine mündliche Prüfung über zwei Vorlesungen

## ▪ Grundlagen Eingebetteter Systeme

4V + 2Ü, 8 LP, SoSe



- **Prozessorarchitektur**  
Schneider, 2V + 1Ü, 4 LP, WiSe, D
- **Grundlagen der Robotik**  
Berns, 2V + 1Ü, 4 LP, WiSe, D
- **Virtual Prototyping & HW/SW\_Codesign**  
Grimm, 2V + 3Ü, 6 LP, WiSe, D/E

15.10.2015  
(10)



# Schwerpunktvorlesung



AI: nur allg.  
Wahlpflicht

## Gebiet Eingebettete Systeme / Rechnerarchitektur

### ▪ Prozessorarchitektur

Schneider, 2V + 1Ü, D/E, WiSe (INF-62-01-V-6)

- Prozessoren mit dynamischem Scheduling (Superskalarität)
- Prozessoren mit statischem Scheduling (VLIW/DSP)
- Vektorrechner und Multimedia-Befehlssatzerweiterungen
- Multiprozessorsysteme und Multicore-Prozessoren

15.10.2015  
(11)



# Schwerpunktvorlesung



AI: nur allg.  
Wahlpflicht

## Gebiet Robotik

### ▪ Grundlagen der Robotik

Berns, 2V + 1Ü, D, WiSe, nur BSc (INF-60-02-V-4)

- Modellierung von Robotersystemen  
(Kinematik und Dynamik)
- Bahnplanung
- Steuerungsarchitekturen für Robotersysteme
- Planung
- Grundlagen der Roboterprogrammierung

15.10.2015  
(12)



# Schwerpunktvorlesung



AI: nur allg.  
Wahlpflicht

## Gebiet Cyber-Physical Systems

### ▪ Virtual Prototyping und HW/SW-Codesign

Grimm, 2V + 3Ü, D/E, (INF-65-52-V-6)

- Entwurfsmethodik
- Ausführbare Spezifikation, Architekturevaluation, Systemintegration, Verifikation
- Berechnungsmodelle: Kahn-Prozess Netzwerke, synchroner/zeitbehafteter Datenfluss, StateCharts
- Transaction Level Modelling von Multi-Prozessor-Systemen
- Synthese von HW/SW Systemen
- SystemC (AMS, TLM)

15.10.2015  
(13)



# Projektmodul



INF + AI

## Gebiet Eingebettete Systeme / Rechnerarchitektur

### ▪ Hardwarenahe Programmierung (neu)

Schneider, 4P, D, SoSe, nur BSc

- Assemblierung eines eingebetteten Systems
- Reaktions-/Interruptgesteuerte Programmierung
- Mikrocontroller-Programmierung
- Assembler-Programmierung
- optional: Verifikation von Sicherheitseigenschaften

15.10.2015  
(14)



# Projektmodul



INF + AI

## Gebiet Robotik

### ▪ Mobile Roboter

Berns, 4P, D, WiSe, nur BSc (INF-61-15-L-4)

- Einarbeitung in die modulare Steuerungsarchitektur (MCA)
- Versuch zur Regelungstechnik
- Versuch zur Sensorverarbeitung und -fusion
- Aufbau eines autonomen Gabelstablers zur Durchführung von Transportaufgaben
- Konkurrierende Kleingruppen im Wettbewerb

15.10.2015  
(15)



# Projektmodul



INF + AI

## Gebiet Cyber-Physical Systems

### ▪ Entwicklung von Smart Appliances (neu)

Grimm, 4P, D, WiSe, nur BSc

- Smart Appliances, z.B. E-Bike, ZigBee-Lichtsznarien steuern, usw.
- Integration von Mikrocontrollern in Geräte
- Szenarienerkennung
- Vernetzung von Eingebetteten Systemen, M2M
- Smart Grid, Energiemanagement
- PCB-Design

15.10.2015  
(16)



## Nebenfach EIT (16 ECTS-LP)



INF

### Auswahl aus drei Gebieten

#### ▪ Automatisierung

- Grundlagen der Elektrotechnik I (EIT-DSV-101-V-2, 6 LP)
- Grundlagen der Automatisierung (EIT-AUT-457-V-4, 6 LP)
- **Lineare Regelungen** (EIT-LRS-504-V-3, 6 LP)

#### ▪ Kommunikation

- Grundlagen der Elektrotechnik I (EIT-DSV-101-V-2, 6 LP)
- Elektronik I (EIT-ISE-701-V-2, 8 LP)
- Einführung in Signale und Systeme (EIT-NAT-315-V-2, 4 LP)

#### ▪ Mikroelektronik

- Grundlagen der Elektrotechnik I (EIT-DSV-101-V-2, 6 LP)
- Elektronik I (EIT-ISE-701-V-2, 8 LP)
- Mikroelektronik für Nichtvertiefer (EIT-EMS-708-V-4, 4 LP)

15.10.2015  
(17)



## Nebenfach Maschbau (16 ECTS-LP)



INF

### Keine Auswahl

#### ▪ Grundlagen des Maschinenbaus

- Elemente der Technischen Mechanik I (MV-TM-86020-V-4, 6 LP)
- Einführung in die Fertigungstechnik (MV-FBK-86511-V-4, 4 LP)
- Maschinenelemente für Hörer anderer Fachrichtungen (MV-MEGT-86209-V-4, 6 LP)

15.10.2015  
(18)



# Anwendung Informationstechnik



AI

- **Pflichtbereich**
  - Grundlagen der Elektrotechnik I + II
  - Grundlagen der Automatisierung
  - Einführung in Signale und Systeme
  - Mikroelektronik für Nichtvertiefer
  - Rechnersysteme 2
  - HM: Vektoranalysis und Differentialgleichungen
- **Wahlpflichtbereiche**
  - Automatisierungstechnik (*inkl. Regelungstechnik*)
  - Eingebettete Systeme
  - Kommunikationstechnik
- **Anwendungsbereiche im Master**
  - Ambiente Systeme
  - Eingebettete Systeme
  - Kommunikationssysteme

15.10.2015  
(19)



# Anwendung Informationstechnik



AI

## Vertiefung der Anwendung (Wahlpflichtmodule) 17 ECTS-LP aus

- **Automatisierungstechnik**
  - **Lineare Regelungen** (EIT-LRS-504-V-3, 6 LP)
  - **Optimale Regelungen** (EIT-LRS-437-V-4, 3 LP)
  - **Prozessautomatisierung** (EIT-AUT-452-V-4, 3 LP)
  - **Digitale Signalverarbeitung** (EIT-DSV-531-V-4, 5 LP)
- **Eingebettete Systeme**
  - **Synthese und Optimierung mikroelektron. Systeme I** (EIT-EMS-657-V-7, 4 LP)
  - **Synthese und Optimierung mikroelektron. Systeme II** (EIT-EMS-660-V-7, 3 LP)
  - **Digitale Signalverarbeitung** (EIT-DSV-531-V-4, 5 LP)

15.10.2015  
(20)



# Anwendung Informationstechnik



AI

## Vertiefung der Anwendung (Wahlpflichtmodule) 17 ECTS-LP aus

### ▪ Kommunikationstechnik

- Übertragung digitaler Signale (EIT-NAT-303-V-4, 4 LP)
- Nachrichtentheorie (EIT-NAT-302-V-4, 6 LP)
- Digitale Signalverarbeitung (EIT-DSV-531-V-4, 5 LP)
- Digitale Filter (EIT-DSV-532-V-4, 3 LP)
- Synthese und Optimierung mikroelektron. Systeme I (EIT-EMS-657-V-7, 4 LP)
- Synthese und Optimierung mikroelektron. Systeme II (EIT-EMS-660-V-7, 3 LP)

15.10.2015  
(21)



# Anwendung Produktions- u. Fahrzeugtechnik



AI

**Produktion**

### ▪ Pflichtbereich

- Elemente der Technischen Mechanik I + II
- Integrierte Konstruktionsausbildung
- Einführung in die Fertigungstechnik
- Maschinenelemente für Hörer anderer Fachrichtungen
- **Informationssysteme** bzw. Rechnersysteme 2
- HM: Vektoranalysis und Differentialgleichungen

### ▪ Wahlpflichtbereiche

- **Vorlesungen aus Produktions- und Konstruktion**
- Vorlesungen aus KFZ-Bereich

### ▪ Anwendungsbereiche im Master

- **Produktion und Konstruktion**
- Fahrzeugtechnik

15.10.2015  
(22)



# Anwendung Produktions- u. Fahrzeugtechnik



AI

## KFZ- Technik

- **Pflichtbereich**
  - Elemente der Technischen Mechanik I + II
  - Integrierte Konstruktionsausbildung
  - Elektrotechnik für Maschinenbauer
  - Maschinenelemente für Hörer anderer Fachrichtungen
  - Informationssysteme bzw. **Rechnersysteme 2**
  - HM: Vektoranalysis und Differentialgleichungen
- **Wahlpflichtbereiche**
  - Vorlesungen aus Produktions- und Konstruktion
  - **Vorlesungen aus KFZ-Bereich**
- **Anwendungsbereiche im Master**
  - Produktion und Konstruktion
  - **Fahrzeugtechnik**

15.10.2015  
(23)



# Ausblick: Master-Studiengang



INF

## Vertiefung Eingebettete Systeme

### ▪ Vertiefungsmodule (34 ECTS-LP), Auszug

- Verifikation reaktiver Systeme (form. Grdl., 8 ECTS-LP)
  - Applied Automata Theory (form. Grdl., 8 ECTS-LP)
  - Autonome Mobile Roboter (AMR) (je 4 ECTS-LP)
  - Parallel Computing (4 ECTS-LP)
  - HW/SW-Systeme (8 ECTS-LP)
  - Power-Aware Embedded Systems (4 ECTS-LP)
  - Echtzeitsysteme (4 ECTS-LP, EIT)
  - Automotive SW Engineering (4 ECTS-LP)  
(Entwicklung eingebetteter Systeme)
  - Sicherheit und Zuverlässigkeit eing. Systeme (4 ECTS-LP)
  - Qualitätsmanagement von SW und Systemen (4 ECTS-LP)
  - Product Line Engineering (4 ECTS-LP)
  - Spezifikation vernetzter Systeme (4 ECTS-LP)
  - **Angeleitete Forschung** (12 ECTS-LP)
- Themengebiet Architektur* {
- Themengebiet Verlässlichkeit* {
- Themengebiet SW-Engineering* {

15.10.2015  
(24)



# Ausblick: Master-Studiengang



INF

## Vertiefung Eingebettete Systeme

### ▪ Projektmodule

- Service Roboter und Assistenzsysteme
- HW-SW-Synthese
- Modellbasierte Entwicklung Eingebetteter Systeme
- Software Engineering (Master)

### ▪ Nebenfach EIT (Empfehlung)

- Automatisierung
- Kommunikation
- Mikroelektronik
- Signalverarbeitung

15.10.2015  
(25)



# Ausblick: Master-Studiengang



INF

## Vertiefung Robotik

### ▪ Vertiefungsmodule (34 ECTS-LP)

- Algorithmische Geometrie (Theorie, 8 ECTS-LP, Pflicht)
- Autonome mobile Roboter (8 ECTS-LP, Pflicht)
- Biologisch motivierte Roboter (8 ECTS-LP, Pflicht)
- Thema „Eingebettete Systeme“ (8 ECTS-LP, Pflicht)
  - HW/SW-Systeme, Parallel Computing, Sicherheit und Zuverlässigkeit v. ES, Automotive SW Engineering
- Thema „Graphik“
  - Scientific Visualization, 3D Comp. Vision, Computer Animation
- Thema „Intelligente Systeme“
  - Collaborative Intelligence, Neuronal Systems and Self Organization, Anwendungen der KI, Effizientes Lernen
- Thema „Softwaresysteme“
  - Softwarearchitektur verteilter Systeme,
  - Fortgeschrittene Aspekte objektorientierter Programmierung
- Thema „Kommunikationssysteme“
  - Protocol Engineering, Betriebssysteme
- **Angeleitete Forschung** (12 ECTS-LP)

15.10.2015  
(26)



# Ausblick: Master-Studiengang



INF

## Vertiefung Robotik

### ▪ Projektmodule

- Service Roboter und Assistenzsysteme

### ▪ Nebenfachmodule (16 ECTS-LP)

- Elektrotechnik
  - Automatisierung (Empfehlung)
  - Kommunikation
  - Mikroelektronik
- Maschinenbau (Empfehlung)

15.10.2015  
(27)



# Anwendungsbereiche im Master



AI

## Voraus- setzungen

### ▪ Ambiente Systeme

- Anwendung Informationstechnik im Bachelor
- Vernetzte Systeme und Quantitative Aspekte vert. Syst.

### ▪ Eingebettete Systeme

- Anwendung Informationstechnik im Bachelor

### ▪ Fahrzeugtechnik

- Anwendung Fahrzeugtechnik im Bachelor

### ▪ Kommunikationssysteme

- Anwendung Informationstechnik im Bachelor
- Vernetzte Systeme und Quantitative Aspekte vert. Syst.

### ▪ Produktion und Konstruktion

- Anwendung Produktion und Konstruktion im Bachelor

15.10.2015  
(28)

