

# Echtzeitsysteme

## Peter Ulbrich

Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Betriebssysteme

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

<https://www4.cs.fau.de>

Wintersemester 2016/17



# Echtzeitsysteme

## Lehrveranstaltungs-konzept & Organisation

## Peter Ulbrich

Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Betriebssysteme

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

<https://www4.cs.fau.de>

21. Oktober 2016



## Vorwort

*Die Lehrveranstaltung ist grundsätzlich für alle Studiengänge offen. Sie verlangt allerdings gewisse Vorkenntnisse. Diese müssen nicht durch Teilnahme an den Lehrveranstaltungen von 14 erworben worden sein.*



## Echtzeitsysteme – Eine Begriffsdefinition



Echtzeit ist ein strapazierter Begriff



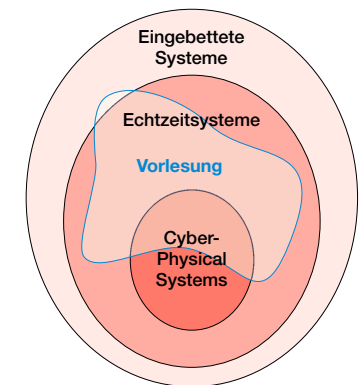
Es geht nicht um **Geschwindigkeit** sondern um **Rechtzeitigkeit!**

- **Echtzeitsysteme**, eine (strikte) Definition und Einordnung:

- **Eingebettet** in die Umwelt und abhängig von der Hardware
- An die **Realzeit** gekoppelt
- Steuerung und Regelung von **physikalischen Prozessen**



Entwicklung erfolgt typischerweise **interdisziplinär!**



## Gliederung

### 1 Vorwort

### 2 Die Veranstaltung

- Lernziele und Voraussetzungen
- Einordnung

### 3 Organisatorisches

- Die Beteiligten
- Vorlesung und Übung
- Leistungsnachweise
- Literaturempfehlungen

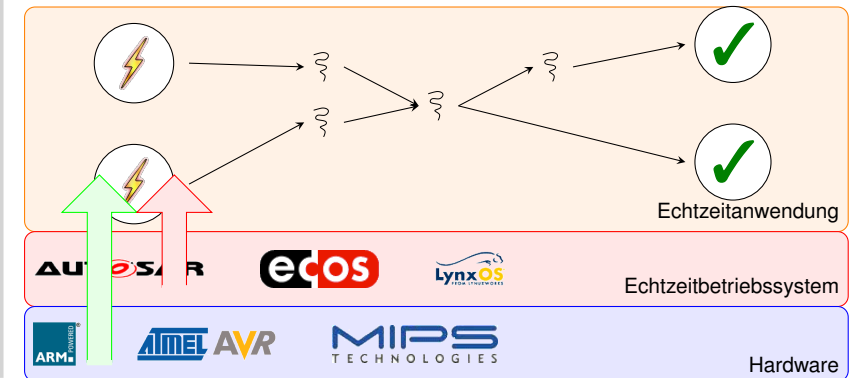


## Echtzeitsysteme – Die Veranstaltung

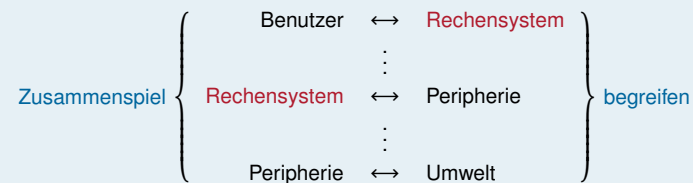


### Querschneidender Einblick in die Welt der Echtzeitsysteme

- Ausgehend von den Eigenschaften der **Hardware**
- Über das **Echtzeitbetriebssystem** und seine Implementierung
- bis zum strukturellen Aufbau von **Echtzeitanwendungen**



## Lernziele



### ■ Echtzeitsysteme als Ganzes **verstehen**:

- Grad der **Echtzeitfähigkeit** eines Systems **erkennen**
- Einfluss der **Hard-/Softwareplattform bewerten**
- **Temporale Aspekte** physikalischer Prozesse **erfassen**

### ■ Echtzeitsysteme **entwickeln**:

- Anwendungen **analysieren** und Werkzeuge einsetzen (Oszilloskop, aiT, ...)
- **Systeme** praktisch und (betriebs-)systemnah **bauen** (eCos, C/C++, ...)

### ■ **Vertiefen** des Wissens über Echtzeitbetriebssysteme

- Ablaufplanung und Betriebsmittelverwaltung
- Mehrkern-Rechensysteme



## Lehrinhalte

### ■ **Vorlesung**: Vorstellung und detaillierte Behandlung des Stoffs

- Grundlagen von Echtzeitsystemen
  - Zeit- und ereignisgesteuerte Systeme
  - Periodische und sporadische Aufgaben (engl. *tasks*)
  - Einplanung und Koordination
- Anwendung dieser Konzepte innerhalb von Echtzeitanwendungen
  - Wie beeinflussen diese Konzepte das Ablaufverhalten?
  - Wie implementieren Echtzeitbetriebssysteme diese Konzepte?

### ■ **Übung**: Vertiefung und praktische Anwendung

- Anwendungs- und Systemprogrammierung (Software-Oszilloskop)
- Ablaufverhalten durch das EZ-Betriebssystem beeinflussen
- Werkzeuge aus dem industriellen Umfeld einsetzen



## Bedeutung von Tafel- und Rechnerübungen

- **Tafelübungen**  $\leadsto$  „*learning by exploring*“
    - Besprechung der Übungsaufgaben, Skizzierung von Lösungswegen
    - Vertiefung des Vorlesungsstoffes, Klärung offener Fragen
  - **Rechnerarbeit**  $\leadsto$  „*learning by doing*“
    - Selbstständiges Bearbeiten der Übungsaufgaben am Rechner
      - Abgabe der bearbeiteten Übungsaufgaben
      - Klärung von Unklarheiten/Problemen bei/mit den Übungsaufgaben
    - Rechner ist allerdings **kein Tafelersatz**
- Bereitet euch vor! Wir erwarten konkrete Fragen!

Der, die, das.  
Wer, wie, was?  
Wieso, weshalb, warum?  
Wer nicht fragt, bleibt dumm!



## Voraussetzungen

- **Systemprogrammierung**, Grundlagen der Informatik
- **C / C++**, Java
- Ein gewisses Maß an **Durchhaltevermögen**
- Freude an systemnaher und **praktischer Programmierung**

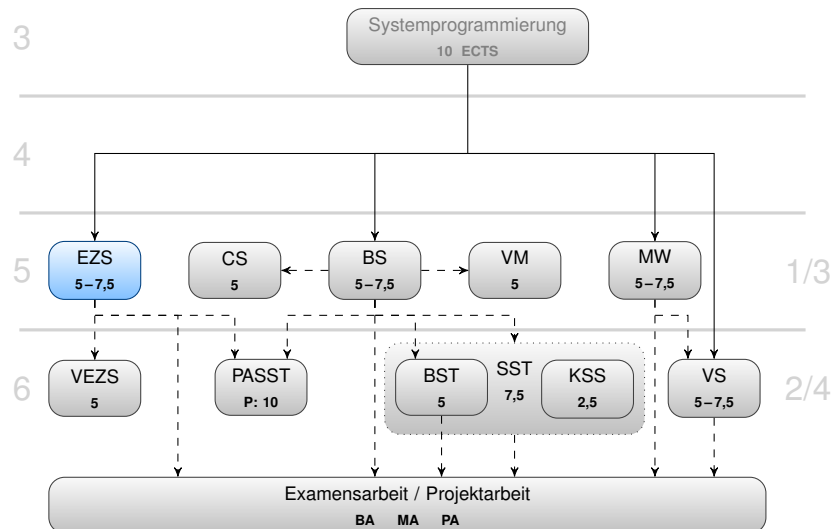
Wir arbeiten mit eingebetteten Systemen!

Die meisten sind überrascht, wie viel Spaß das macht :-)

NEU: Testet Eure Programmierkenntnisse (→ Webseite)



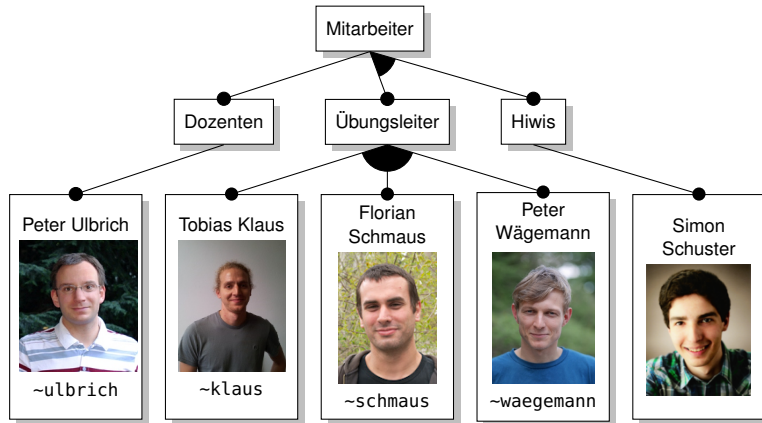
## Einpassung in den Studienplan



## Gliederung

- 1 Vorwort
- 2 Die Veranstaltung
  - Lernziele und Voraussetzungen
  - Einordnung
- 3 Organisatorisches
  - Die Beteiligten
  - Vorlesung und Übung
  - Leistungsnachweise
  - Literaturempfehlungen





Vorlesung: Zeit und Ort

- Freitag, 10:15 – 11:45, H16

Planmäßige Ausfälle

- 02.12. und 23.12.

⚠ **Änderungen und Hinweise:** siehe Webseite bzw. Mailingliste

■ **Handzettel** (engl. *handout*) sind verfügbar wie folgt:

- [https://www4.cs.fau.de/Lehre/WS16/V\\_EZS/](https://www4.cs.fau.de/Lehre/WS16/V_EZS/)
- Folienkopien werden vor der Vorlesung ausgegeben

■ **Wosch's Glossar** :

- Relevante Begriff der Informatik außerhalb des Vorlesungskerns
- Als Wiederholung (Inf) beziehungsweise zum Einstieg (–Inf)
- Wird im Lauf der Vorlesung auf EZS angepasst

■ **Literaturempfehlungen** siehe Folie 19



**Fachbegriffe** der Informatik (Deutsch ↔ Englisch)

- [www.aktionlebendigesdeutsch.de](http://www.aktionlebendigesdeutsch.de)



Übungsbetrieb

Tafelübung: Zeit und Ort

- Montag, 10:15 – 11:45
- Mittwoch, 10:15 – 11:45 jeweils 0.031-113
- **Optional** weitere Termine

Rechnerübung: Zeit und Ort

- Dienstag, 14:15 – 15:45
- Dienstag, 16:15 – 17:45 jeweils im 02.151-113 (CIP2)
- **Optional** weitere Termine

■ **Übung**

- Übungsaufgaben sind bevorzugt in Gruppen zu bearbeiten
- Tafel- und Rechnerübung
- **Rechnerarbeit:** größtenteils in Eigenverantwortung



**Anmeldung** ab 21.10.16, 15:00 Uhr

- Über **waffel**<sup>1</sup> (URL siehe Webseite von EZS)
- Automatisch: Labor-Login (CIP-Import) und Mailingliste

<sup>1</sup>Abk. für Webanmeldefrickelformular Enterprise Logic



Studien- und Prüfungsleistungen (1)

VL – Vorlesung

2,5

Vorstellung und detaillierte Behandlung des Lehrstoffs

+

Ü – Übung

2,5

- Praktische Übungen
- 7 Übungsaufgaben
- Abnahme alle 14 Tage

oder

EÜ – Erweiterte Übung

5

- Übung (Ü)
- + erweiterte Aufgaben
- + vertiefende Abfrage

+

RÜ – Rechnerübung

0

- **Betreutes** Arbeiten am Rechner
- Hilfe zu eCos, Oszilloskop, aiT, ...



## Studien- und Prüfungsleistungen (2)

- **Wahlpflichtmodul** (Bachelor/Master) der Vertiefungsrichtung  
**Verteilte Systeme und Betriebssysteme**
  - eigenständig (nur EZS) VL + Ü oder VL + EÜ
  - mit weiteren Veranstaltungen siehe Modulhandbuch
- Studien- und Prüfungsleistungen
  - Bachelor Prüfungsleistung
  - Master Prüfungsleistungerworben durch
  - erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
  - erfolgreiche Bearbeitung aller Übungsaufgaben
  - 30 min. (bzw. 20 min) mündliche Prüfung
- Berechnung der Modulnote
  - Note der mündlichen Prüfung + “Übungsbonus” in Zweifelsfällen



## Forschung und Lehre funktioniert nur mit Studenten!



**Wanted:**

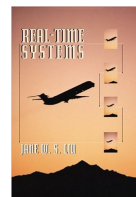
- Bachelor- und Masterarbeiten
- Bachelor-Praktikum und Master-Projekte
- studentische Hilfwissenschaftler (Hiwis)



## Literaturempfehlungen

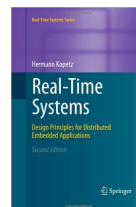
[2] Eine hervorragende Begleiterin der Veranstaltung:

J. W. S. Liu. *Real-Time Systems*.  
Prentice Hall PTR, Englewood Cliffs, NJ, USA, 2000



[1] Der „Klassiker“ für zeitgesteuerte EZS:

H. Kopetz. *Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications*.  
Kluwer Academic Publishers, 1997



## Fragen...

42

