Echtzeitsysteme

Peter Wägemann

Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Betriebssysteme

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

`https://sys.cs.fau.de/lehre/ss22/ezs/`

Sommersemester 2022

Echtzeitsysteme

Lehrveranstaltungskonzept & Organisation

Peter Wägemann

Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Betriebssysteme

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

`https://sys.cs.fau.de/lehre/ss22/ezs/`

26. April 2022

Vorwort

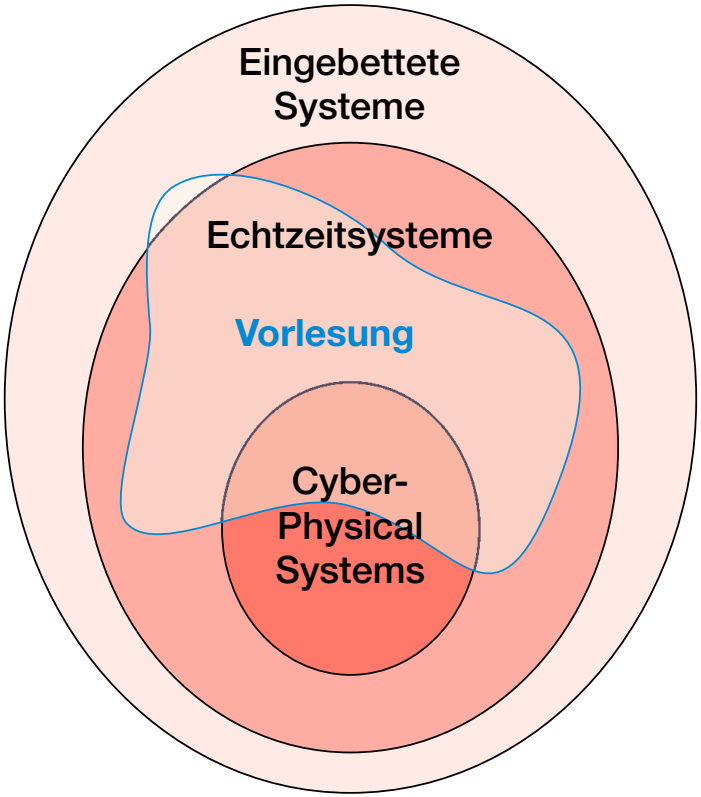
Die Lehrveranstaltung ist grundsätzlich für alle Studiengänge offen. Sie verlangt allerdings gewisse Vorkenntnisse. Diese müssen nicht durch Teilnahme an den Lehrveranstaltungen von I4 erworben worden sein.

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

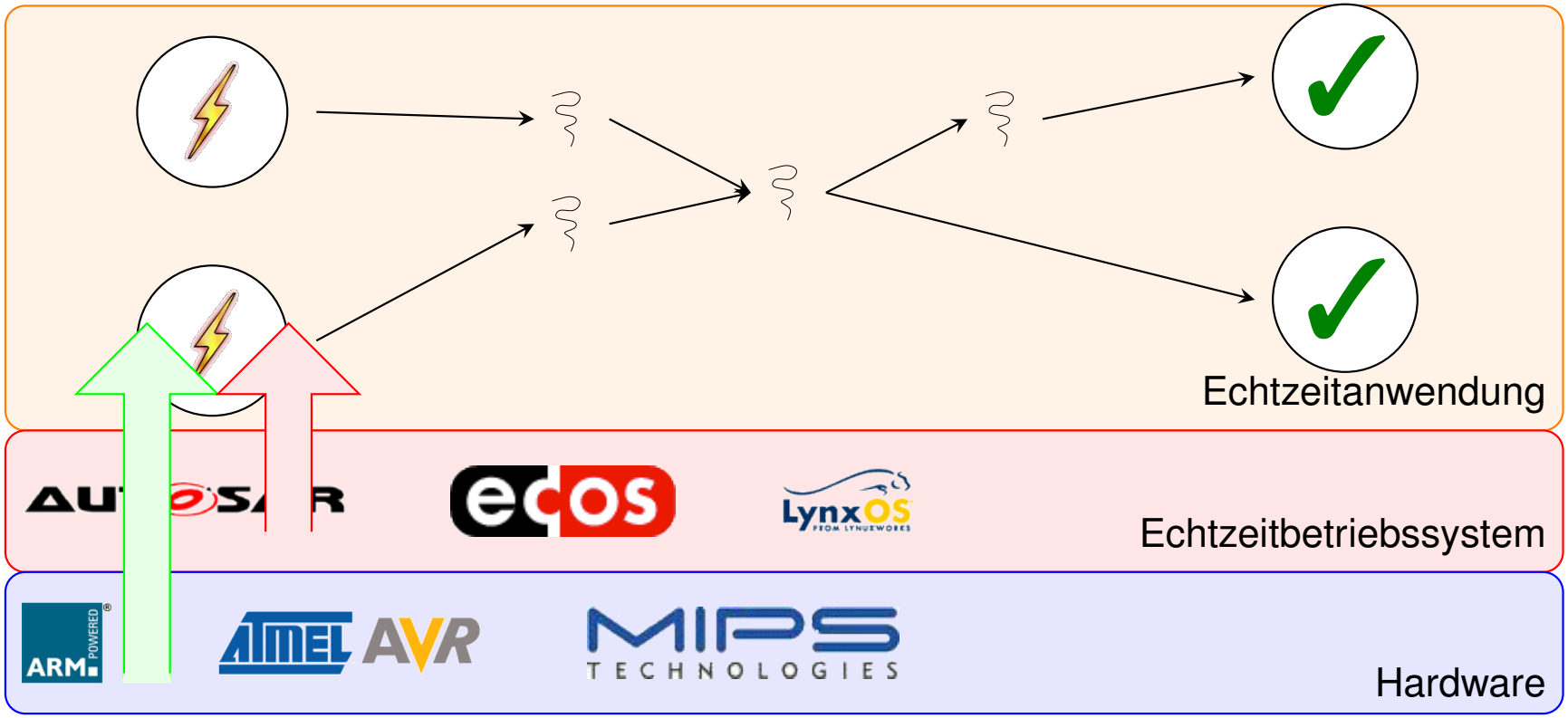
2 Die Veranstaltung
- Lernziele und Vorraussetzungen
- Einordnung

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

$$\text{Zusammenspiel}\left\{\begin{array}{ccc} \text{Benutzer} & \longleftrightarrow & \text{Rechensystem} \\ & \vdots & \\ \text{Rechensystem} & \longleftrightarrow & \text{Peripherie} \\ & \vdots & \\ \text{Peripherie} & \longleftrightarrow & \text{Umwelt} \end{array}\right\}\text{begreifen}$$

- 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 einsetzten (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 einsetzten

Bedeutung von Tafel- und Rechnerübungen

- Tafelübungen $\rightsquigarrow$ „*learning by exploring*“
  - Besprechung der Übungsaufgaben, Skizzierung von Lösungswegen
  - Vertiefung des Vorlesungsstoffes, Klärung offener Fragen

- Rechnerarbeit $\rightsquigarrow$ „*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

$\rightarrow$ Bereitet euch vor! Wir erwarten konkrete Fragen!

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

Voraussetzungen

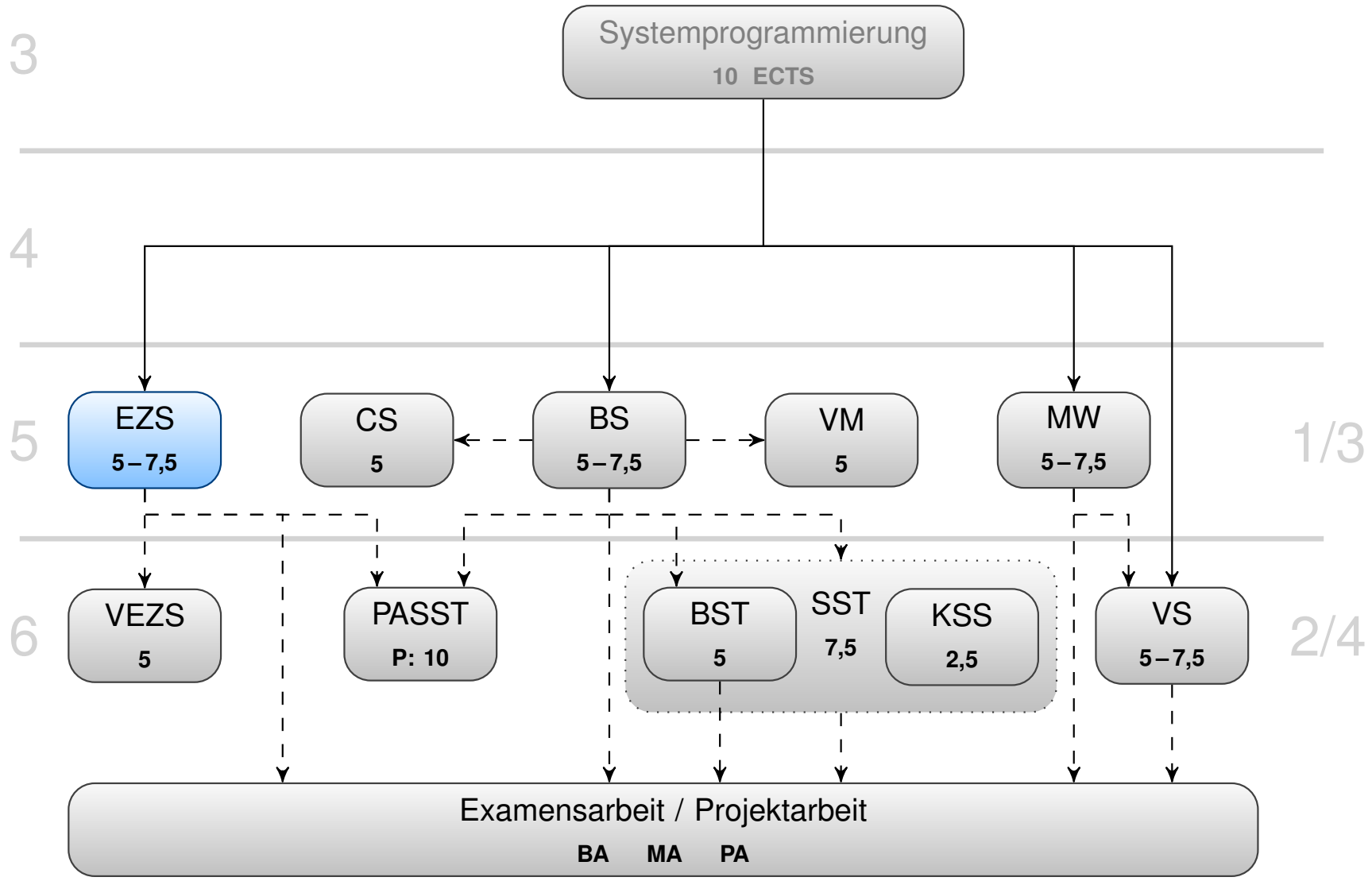
- **Systemprogrammierung**, Grundlagen der Informatik
- **C** / C++, Java
- Ein gewisses Maß an **Durchhaltevermögen**
- Freude an systemnaher und **praktischer Programmierung**

Wir arbeiten mit eingebetteten Systemen!

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

NEU: Testet Eure Programmierkenntnisse (→ Webseite)

Einpassung in den Studienplan



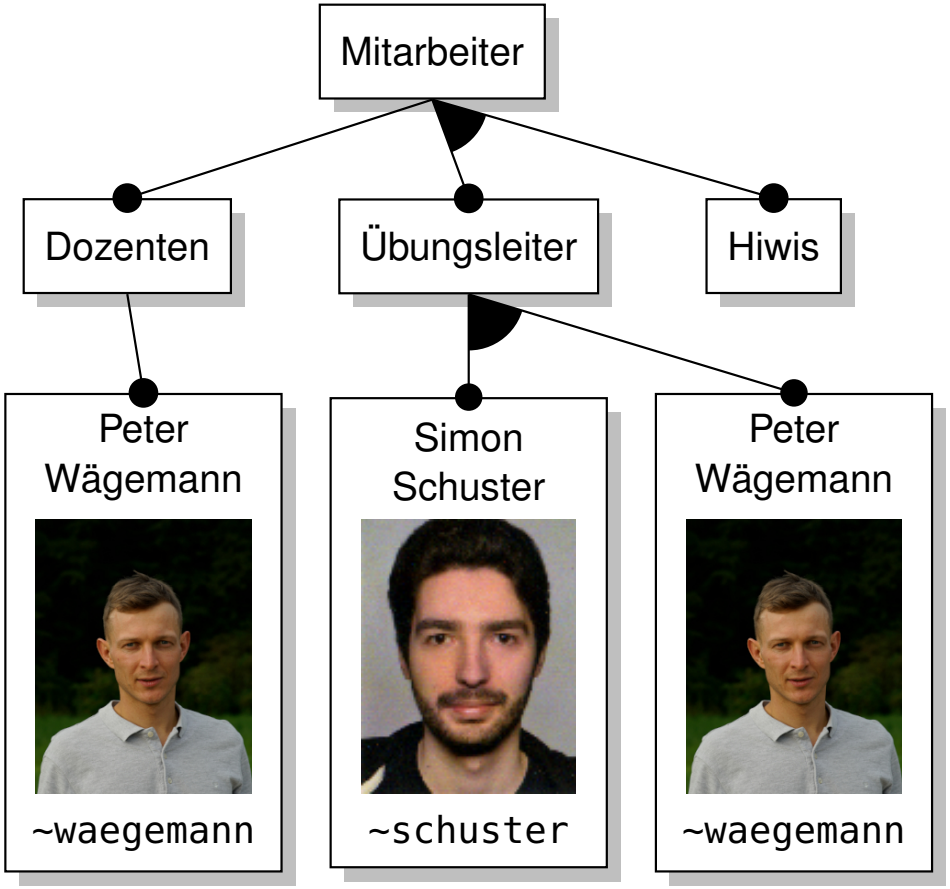
Gliederung

1 Vorwort

2 Die Veranstaltung
- Lernziele und Vorraussetzungen
- Einordnung

3 Organisatorisches
- Die Beteiligten
- Vorlesung und Übung
- Leistungsnachweise
- Literaturempfehlungen

www4.cs.fau.de/*



Vorlesungsbetrieb und Lehrmaterialien

Vorlesung: Zeit und Ort

- Dienstag, 8:15 – 9:45, H4

⚠ Änderungen und Hinweise: siehe Webseite bzw. Mailingliste

- Handzettel (engl. *handout*) sind verfügbar wie folgt:
  - `https://sys.cs.fau.de/lehre/ss22/ezs/vorlesung`
- Wosch's Glossar :
  - Relevante Begriff der Informatik außerhalb des Vorlesungskerns
  - Als Wiederholung (Inf) beziehungsweise zum Einstieg (¬Inf)
  - `https://www4.cs.fau.de/~wosch/glossar.pdf`
- Literaturempfehlungen siehe Folie 19

Übungsbetrieb

Tafelübung: Zeit und Ort

- Mittwoch, 8:15 – 9:45, H4

Rechnerübung: Zeit und Ort

- Montag, 10:15 – 11:45
- Mittwoch, 12:15 – 13:45

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

Studien- und Prüfungsleistungen (1)

VL – Vorlesung **2,5**

Vorstellung und detailierte 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 — Prüfungsleistung

    erworben 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

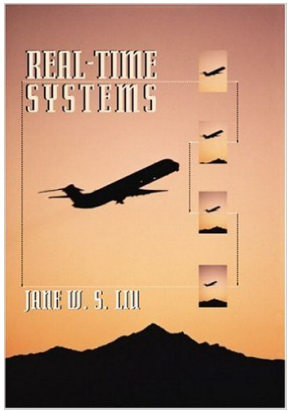
Forschung und Lehre funktioniert nur mit Studenten!

Wanted:

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

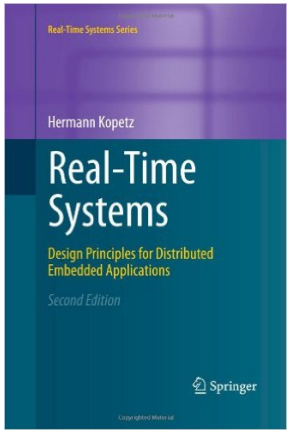
Literaturempfehlungen

[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, first edition edition, 1997

Fragen. . .

42