Systemprogrammierung

Grundlagen von Betriebssystemen

Teil A – I. Organisation

18. April 2023

Jürgen Kleinöder
Rüdiger Kapitza

Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Betriebssysteme

Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

Dozenten

Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Betriebssysteme

Jürgen Kleinöder

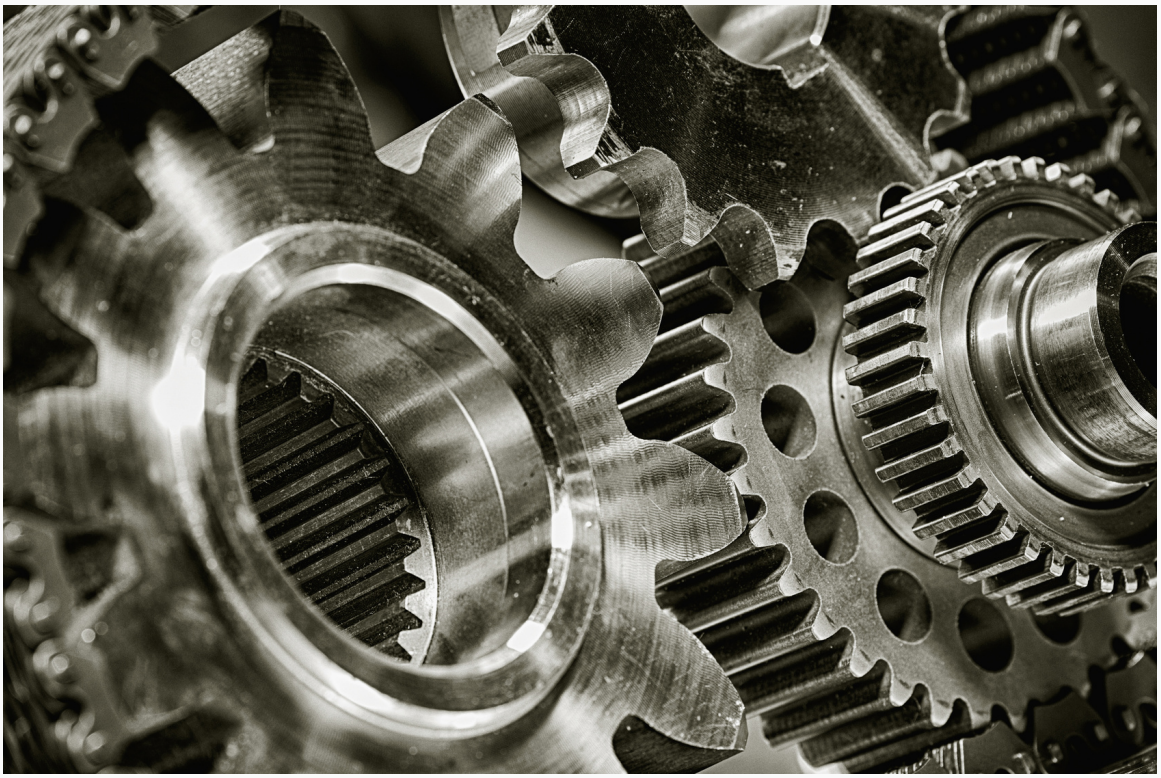
Rüdiger Kapitza

Agenda

- Einleitung
- Konzept
  - Lehrkanon
  - Lehrziele
  - Vorkenntnisse
- Arrangement
  - Veranstaltungsbetrieb
  - Leistungsnachweise
- Ausklang

Gliederung

Softwaregetriebe



Quelle: fotalia.com

Systemnahe Software

Definition (Systemprogrammierung)

Erstellen von Softwareprogrammen, die Teile eines Betriebssystems sind beziehungsweise mit einem Betriebssystem direkt interagieren oder die Hardware (genauer: Zentraleinheit[a] und Peripherie[b]) eines Rechensystems betreiben müssen.

[a] *central processing unit* (CPU), ein-/mehrfach, ein-, mehr- oder vielkernig.
[b] Geräte zur Ein-/Ausgabe oder Steuerung/Regelung „externer Prozesse“.

Auch schon mal zwischen zwei Stühlen sitzend:

- **Anwendungssoftware** („oben“) einerseits
  - ermöglichen, unterstützen, nicht entgegenwirken
- **Plattformsysteme** („unten“) andererseits
  - anwendungsspezifisch verfügbar
  - problemorientiert betreiben, *bedingt verbergen*

Quelle: arcadja.com, Franz Kott

Quelle: `https://www.bell-labs.com/usr/dmr/www`

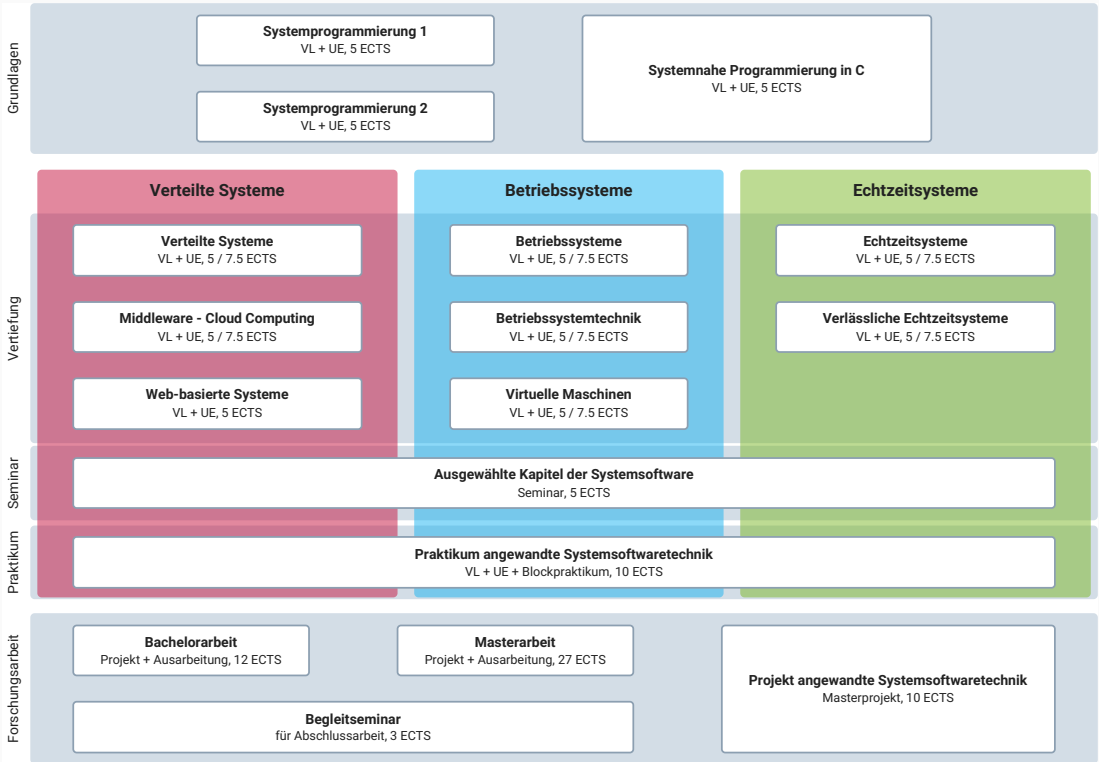
Gliederung

Konzept

Lehrkanon

Lehreportfolio von Informatik 4/16

Bachelorstudium



Module SP (10 ECTS) und GSP (5 ECTS)

Systemprogrammierung (SP) ∼ geteiltes Modul

↪ Systemprogrammierung I (SP1) ↦ Teile A und B	5 ECTS
↪ Systemprogrammierung II (SP2) ↦ Teil C	5 ECTS

- SP1 geht in die **Breite**, liefert einen funktionalen Überblick
- SP2 geht in die **Tiefe**, behandelt ausgewählte Funktionen im Detail
- beide Hälften sind Grundlage vor allem der „Betriebssysteme“-Säule

Grundlagen der Systemprogrammierung (GSP)

↪ Systemprogrammierung I (SP1)	5 ECTS

- Export für spezifische Studiengänge

Studiengänge und Zuordnung

Abschluss	Studiengang	SP1	SP2
Bachelor	Informatik	×	×
	Informations- und Kommunikations-technik	×	×
	Computational Engineering	×	×
	Wirtschaftsinformatik	×	×
	Informatik, 2-Fach Bachelor	×	
	Medizintechnik	GSP	
Lehramt	Informatik, Gymnasium	×	×

- **Alternative** zu Systemnahe Programmierung in C (SPiC):

Abschluss	Studiengang	SP1	SP2
Bachelor	Mathematik, Nebenfach Informatik	×	
	Technomathematik	×	

Konzept

Lehrziele

Lernziele

- Vorgänge in Rechensystemen **ganzheitlich** verstehen

$$\textbf{Zusammenspiel} \left\{ \begin{array}{rcl} \text{Hardware} & \leftrightarrow & \text{Software} \\ & \vdots & \\ \text{Anwendung} & \leftrightarrow & \text{Betriebssystem} \\ & \vdots & \\ \text{Treiber} & \leftrightarrow & \text{Gerät} \end{array} \right\} \textbf{begreifen}$$

- imperative Systemprogrammierung (in C) in Grundzügen kennenlernen
  - im Kleinen für **Dienstprogramme** praktizieren
  - im Großen durch **Betriebssysteme** erfahren
- Beziehungen zwischen funktionalen und nicht-funktionalen Systemmerkmalen erfassen

Quelle: fotalia.com

Lehrveranstaltungsformen

- Vorlesung — Vorstellung und detaillierte Behandlung des

> *Lehrveranstaltung an einer Universität, Hochschule, bei der ein Dozent, eine Dozentin über ein bestimmtes Thema im Zusammenhang vorträgt. [2]*

  - Organisation (der Systemsoftware) von Rechensystemen
  - Grundlagen von Betriebssystemen
  - maschinennahe Programme

- Übung — Vertiefung, Aufgabenbesprechung, Tafelübungen

> *Lehrveranstaltung an der Hochschule, in der etwas, besonders das Anwenden von Grundkenntnissen, von den Studierenden geübt wird. [2]*

  - Systemprogrammierung in C
  - Systemprogramme, -aufrufe, -funktionen von UNIX

- Rechnerarbeit — Programmierung, Fehlersuche/-beseitigung
  - UNIX (Linux), CLI (*shell*), GNU (gcc, gdb, make), vi…

Inhaltsüberblick

Kapitelzuordnung und -folge

I. Lehrveranstaltungsüberblick

Teil A ∼ C-Programmierung

II. Einführung in C

III. Programm ↦ Prozess

Teil B ∼ Grundlagen

IV. Einleitung

V. Rechnerorganisation

VI. Abstraktionen (UNIX)

VII. Betriebsarten

VIII. Zwischenbilanz SP1

XIV. Fragestunde SP1 & SP2

Teil C ∼ Vertiefung

IX. Prozessverwaltung
- Einplanung
- Einlastung

X. Koordinierung
- Synchronisation

XI. Betriebsmittelverwaltung

XII. Speicherverwaltung
- Adressräume
- Arbeitsspeicher

XIII. Dateisysteme
- Speicherung
- Fehlererholung

Konzept

Vorkenntnisse

Voraussetzungen zum Verständnis des Lehrstoffs

- obligatorisch: **Grundlagen der Programmierung** $\mapsto$ AuD
  - Datentypen, Kontrollkonstrukte, Prozeduren
  - statische und dynamische Datenstrukturen
  - „Programmierung im Kleinen“

  $\hookrightarrow$ vor allem für die Übung, weniger für die Vorlesung

- wünschenswert: **Technische Informatik** $\mapsto$ GTI, GRA
  - „Von-Neumann-Architektur“
    - Operationsbefehle, Befehlsoperanden, Adressierungsarten
    - Unterbrechungssteuerung (Pegel kontra Flanke)
  - Assemblerprogrammierung
    - Pseudo- und Maschinenbefehle (IA32)
    - Binär-, Oktal-, Hexadezimalkode
  - CPU, DMA, FPU, IRQ, MCU, MMU, NMI, PIC, TLB

- altbewährte und nach wie vor aktuelle Sekundärliteratur
  - Wirth [4, 5]: Algorithmen, Datenstrukturen, Programmierung
  - Tanenbaum [3]: Rechnerorganisation

Abhängigkeiten zwischen den Vorlesungsteilen

Systemprogammierung I

Teil A
- setzt grundlegende Programmierkenntnisse voraus
- vermittelt Grundlagen der **Programmierung in C**

Teil B
- setzt grundlegende Programmierkenntnisse in C voraus
- vermittelt **Operationsprinzipien** von Betriebssystemen

Systemprogrammierung II

Teil C
- setzt Kenntnisse dieser Operationsprinzipien voraus
- vermittelt **interne Funktionsweisen** von Betriebssystemen

- Erlangung der benötigten Vorkenntnisse:
  i. durch Vorlesungsteilnahme
     - empfohlene sequentielle Belegung der Vorlesungsteile
  ii. durch Lehrbuchlektüre, aus anderen Lehrveranstaltungen, …

Gliederung

Arrangement

Veranstaltungsbetrieb

Unterrichtstermine und -sprache

- Vorlesungs-, Übungs- und Rechnerzeiten:
  - auf `sys.cs.fau.de` dem Reiter „Lehre“ folgen
  - Sondertermine am Semesteranfang für den *Crash*-Kurs über C
- Unterrichtssprache:

- Vorlesung und Übung

- Fachbegriffe

- Sachwortverzeichnis (in Arbeit und Überarbeitung)
  - `www4.cs.fau.de/~wosch/glossar.pdf`

Vorlesung

Kumulatives Lernen

- Aneignung von neuem Wissen
  - selbständig die jeweils nächste Vorlesung vorbereiten
  - an der Präsentation teilnehmen, ihr zuhören, Fragen stellen
  - behandelte Themen untereinander diskutieren und nachbereiten
- mit bisherigem/anderem Wissen in Beziehung bringen:

GdP	Grundlagen der Programmierung in einer **Hochsprache**
PFP	Grundlagen der parallelen Programmierung
GRA	Rechnerorganisation oder -architektur
	Grundlagen der Programmierung in **Assembliersprache**

- im Hörsaal präsentiertes Lehrmaterial: **Vorlesungsfolien** [1]
  - stehen animiert und in Handzettelform zur Verfügung
    - PDF: auf `sys.cs.fau.de` dem Reiter „Lehre“ folgen
  - Anzahl und „Füllungsdichte“ sind bewusst eher hoch gehalten:
    i. obligatorischer und optionaler (Anhang) Vorlesungsstoff
    ii. schriftlich fixierte Gedankenstränge als Hilfe zur Nachbearbeitung
  - Anhänge und **ergänzende Materialien** sind keine Klausuraufgaben

[1] Bildschirmaufzeichnungen der Jahre 2020/21 über `fau.tv` verfügbar.

Übung

Lernen durch Handeln

- Wissen durch **direkte Erfahrung** vertiefen

> *Tugendhaftes Verhalten und fachliches Können wird weniger durch einfache Belehrung als durch praktisches Nachmachen, Üben, Anwenden erlernt. (Aristoteles [1])*

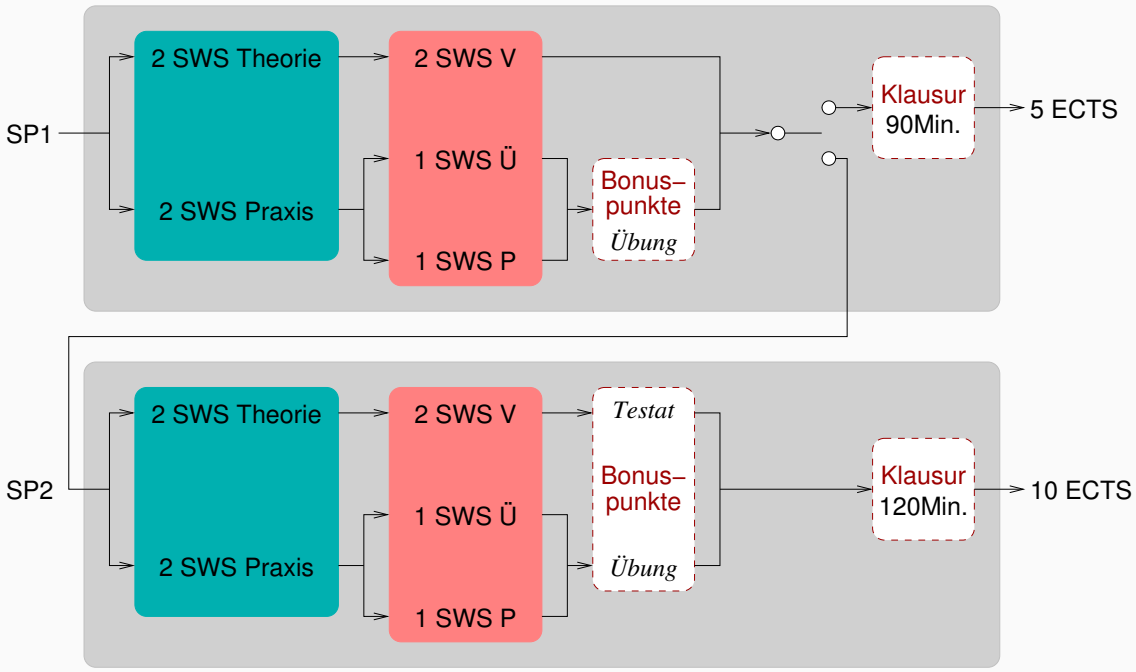
  - Diskussion der Übungsaufgaben, Lösungsansätze ausarbeiten
  - Vorlesungsstoff festigen, offene Fragen klären
- **Tafelübung** unter Anleitung einer/s Übungsleiterin/s
  - Anmeldung durch WAFFEL[2] (URL siehe Webseite von SP)
  - Übungsaufgaben sind in Gruppen zu bearbeiten: Kannvorschrift
    - ist abhängig von der Teilnehmeranzahl
    - Gruppenpartner müssen in derselben Übung sein
- **Rechnerarbeit** in Eigenverantwortung
  - ohne Anmeldung, reservierte Arbeitsplätze stehen zur Verfügung
  - bei Fragen sich an die Übungsleiter/innen von SP wenden

[2] Abk. *Webanmeldefrickelformular Enterprise Logic*

Arrangement

Leistungsnachweise

Studien- und Prüfungsleistungen



Kür

- **Übungsaufgaben**: 6 (SP1) + 5 (SP2) Programmieraufgaben
  - abgegebene Programme werden korrigiert und mit Punkten bewertet
  - unzureichende Erklärung der Lösung ergibt 0 Punkte
    - Nichtanwesenheit impliziert unzureichende Erklärung
- ein **Antestat**[3] (auch: „Miniklausur“) zum Aufwärmen für SP2
  - geprüft wird Stoff von Vorlesung und Übung, 30 Minuten
    - Fragen zu Teil A und Teil B der Vorlesung
    - Trockenaufgabe als Lückentest in der Programmiersprache C
  - mit Aufgabenanteilen als Mehrfachauswahl (*multiple choice*)

Notenbonus für die Klausur (auch: „Maxiklausur“)

- bei 50 % der Punkte aus „Übungsaufgaben + Testat“
- Punkte darüberhinaus gehen in die Bonusberechnung ein
- maximal ist ein Notenbonus von 0,7 erreichbar

[3] Allgemein eine mündliche oder schriftliche Prüfung in naturwissenschaftlichen Studienfächern am Anfang eines Semesters. Schriftlich ausgeführt im Fall von SP.

Kür und Pflicht

- **Notenbonus** nur auf Basis der Übungen **des letzten SP-Moduls**
  - beeinflusst die Punkte-Notenskala der Klausur nicht, er wird allerdings bei bestandener Klausur auf die Klausurnote angewendet (abgezogen)
  - kann die Note einer bestandenen Klausur verbessern, nicht jedoch den Ausschlag zum Bestehen der Klausur geben

  ↪ Erreichen der Bestehensgrenze muss also immer mit regulär erworbenen Klausurpunkten erfolgen
- **Klausur**: Termin noch offen, Anfang vorlesungsfreie Zeit
  - **GSP**: Struktur analog Testat (S. 27), jedoch 90 Minuten Dauer
  - **SP**: Struktur analog GSP, jedoch 120 Minuten Dauer
  - zusätzlich Fragen zu Teil C der Vorlesung

Präsenz und aktive Mitarbeit machen die Klausur „leicht“

↪ Besuch der Vorlesung, zuhören und Fragen stellen

↪ Teilnahme an den Tafelübungen, Übungsaufgaben bearbeiten

↪ Im Team entwickeln, aber selbst zum Laufen bringen

Gliederung

Ausklang

Kontakt

sys.cs.fau.de/*

Dozenten

- Jürgen Kleinöder (~jklein)
- Rüdiger Kapitza (~rrkapitz)

Mitarbeiter

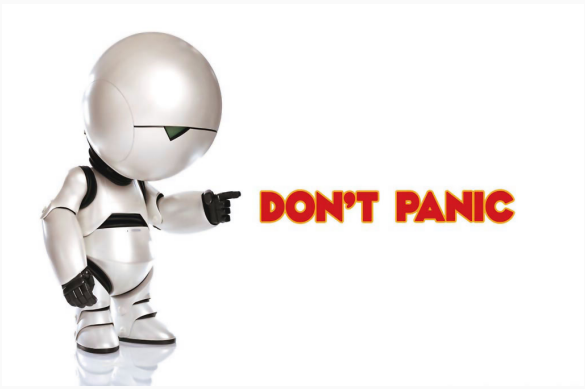
- Eva Dengler (~dengler)
- Jonas Rabenstein (~rabenstein)
- Schwarz-Rüsch (~ruesch)
- Harald Böhm

Tutoren

- Felix Windsheimer
- Johannes Weidner
- Cristian Halder
- Philip Kaludercic
- Jonas Baecker
- Johannes Konrad
- Stefan Schmitt
- Luca Preibsch

www.augsburger-puppenkiste.de

Fragen und Hinweise



Quelle: qmediasolutions.com

- Hinweise
  - Anmeldung für die Übungen morgen ab 9:00 Uhr
  - FSI Informatik: Linuxkurs (https://fsi.cs.fau.de/linuxkurs)

Ausklang

Bibliographie

Literaturverzeichnis (1)

[1] Aristoteles:
Nikomachische Ethik.
c. 334 BC

[2] Bibliographisches Institut GmbH:
Duden online.
`http://www.duden.de`, 2013

[3] Tanenbaum, A. S.:
Structured Computer Organization.
Prentice-Hall, Inc., 1979. –
443 S. –
ISBN 0–130–95990–1

Literaturverzeichnis (2)

[4] Wirth, N. :
Systematisches Programmieren.
Teubner-Studienbücher, 1972. –
160 S. –
ISBN 3–519–02375–X

[5] Wirth, N. :
Algorithmen und Datenstrukturen.
Teubner-Studienbücher, 1975. –
376 S. –
ISBN 3–519–02330–X