

# Systemprogrammierung

Grundlagen von Betriebssystemen

Teil A – I. Organisation

Jürgen Kleinöder  
Wolfgang Schröder-Preikschat

28. April 2022



## Agenda

Einleitung

Konzept

Lehrkanon

Lehrziele

Vorkenntnisse

Arrangement

Veranstaltungsbetrieb

Leistungsnachweise

Ausklang



## Dozenten

Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Betriebssysteme



Jürgen Kleinöder



Wolfgang Schröder-Preikschat



## Gliederung

Einleitung

Konzept

Lehrkanon

Lehrziele

Vorkenntnisse

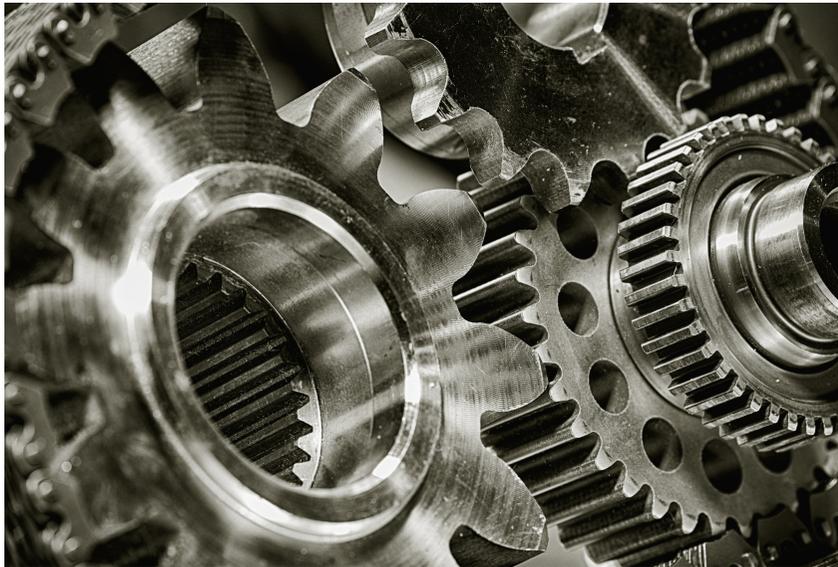
Arrangement

Veranstaltungsbetrieb

Leistungsnachweise

Ausklang





Quelle: fotalia.com



## Definition (Systemprogrammierung)

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

<sup>a</sup>central processing unit (CPU), ein-/mehrfach, ein-, mehr- oder vielkernig.

<sup>b</sup>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 machen
  - problemorientiert betreiben, bedingt verbergen
    - nachteilige Eigenschaften versuchen zu kaschieren



Quelle: arcadja.com, Franz Kott



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



Einleitung

Konzept

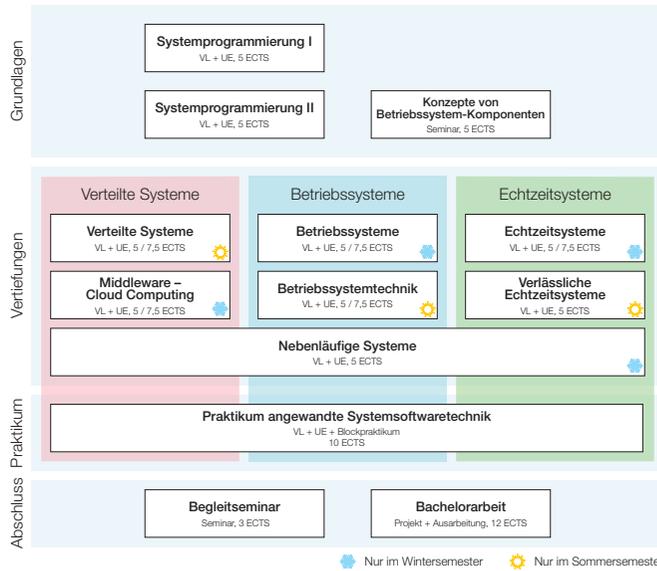
- Lehrkanon
- Lehrziele
- Vorkenntnisse

Arrangement

- Veranstaltungsbetrieb
- Leistungsnachweise

Ausklang





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 Studiengänge, die Stoffausbau durch SP2 nicht erfordern

Studiengänge und Zuordnung

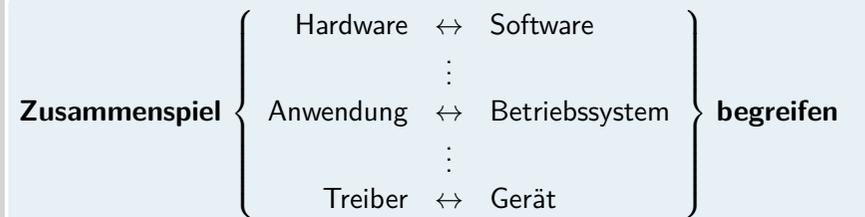
Abschluss	Studiengang	SP1	SP2
Bachelor	Informatik	×	×
	Informations- und Kommunikationstechnik	×	×
	Computational Engineering	×	×
	Wirtschaftsinformatik	×	×
	Informatik, 2-Fach Bachelor	×	
	Medizintechnik	GSP	
Lehramt	Informatik, Gymnasium	×	×

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

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

Lernziele

- Vorgänge innerhalb von Rechensystemen **ganzheitlich** verstehen



- 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 Lehrstoffs

*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

### I. Lehrveranstaltungsüberblick

#### Teil A ~ C-Programmierung

- II. Einführung in C
- III. Programm  $\mapsto$  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



## Voraussetzungen zum Verständnis des Lehrstoffs

- obligatorisch: **Grundlagen der Programmierung**  $\mapsto$  AuD

- Datentypen, Kontrollstrukturen, Prozeduren
- statische und dynamische Datenstrukturen
- „Programmierung im Kleinen“

$\leftrightarrow$  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-, Hexadezimalcode
- 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

### Systemprogrammierung 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

Einleitung

Konzept

Lehrkanon

Lehrziele

Vorkenntnisse

Arrangement

Veranstaltungsbetrieb

Leistungsnachweise

Ausklang



## Unterrichtstermine und -sprache

- Vorlesungs-, Übungs- und Rechnerzeiten:
  - auf [sys.cs.fau.de](http://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](http://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, Lehrstoff nachbereiten
- mit bisherigem/anderem Wissen in Beziehung bringen:
  - AuD ■ Grundlagen der Programmierung in einer **Hochsprache**
  - PFP ■ Grundlagen der parallelen Programmierung
  - GRA ■ Rechnerorganisation oder -architektur
    - Grundlagen der Programmierung in **Assemblersprache**
- im Hörsaal präsentiertes Lehrmaterial: **Vorlesungsfolien**<sup>1</sup>
  - stehen animiert und in Handzettelform elektronisch zur Verfügung
    - PDF: auf [www4.cs.fau.de](http://www4.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

<sup>1</sup>Bildschirmaufzeichnungen der Jahre 2020/21 über [fau.tv](http://fau.tv) verfügbar.



## Übung

Lernen durch Handeln

- Wissen durch **direkte Erfahrung** vertiefen

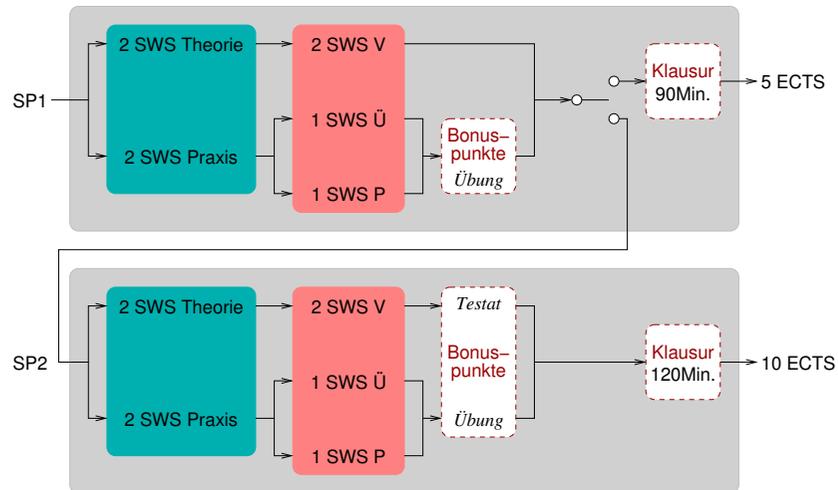
*Tugendhaftes Verhalten und fachliches Können wird weniger durch einfache Belehrung als durch praktisches Nachmachen, Üben, Anwenden erlernt. (Aristoteles [1])*

- Diskussion der Übungsaufgaben, Lösungsansätze ausarbeiten
- Vorlesungsstoff festigen, offene Fragen klären
- **Tafelübung** unter Anleitung einer/s Übungsleiterin/s
  - Anmeldung durch **WAFFEL**<sup>2</sup> (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

<sup>2</sup>Abk. *Webanmeldefrickelformular Enterprise Logic*



## Studien- und Prüfungsleistungen



## Kür

- **Übungsaufgaben:** 6 (SP1) + 5 (SP2) Programmieraufgaben
  - abgegebene Programme werden korrigiert und mit Punkten bewertet
  - unzureichende Erklärung der vorgestellten Lösung ergibt 0 Punkte
    - Nichtanwesenheit impliziert, die Lösung nur unzureichend erklären zu können
- ein **Antestat**<sup>3</sup> (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

<sup>3</sup>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 laufenden 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. 22), 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
- ↔ Programme im Team entwickeln, aber selbst zum Laufen bringen

## Gliederung

Einleitung

Konzept

Lehrkanon

Lehrziele

Vorkenntnisse

Arrangement

Veranstaltungsbetrieb

Leistungsnachweise

Ausklang



www.augsburger-puppenkiste.de

### Dozenten

- Jürgen Kleinöder (~jklein)
- Wolfgang Schröder-Preikschat (~wosch)

### Mitarbeiter

- Luis Gerhorst (~gerhorst)
- Dustin Nguyen (~nguyen)
- Jonas Rabenstein (~rabenstein)

### Tutoren



**DON'T PANIC**

Quelle: qmediasolutions.com



## Literaturverzeichnis

- [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
- [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

