

Systemprogrammierung

Grundlagen von Betriebssystemen

Teil A – I. Organisation

18. April 2023

Jürgen Kleinöder
Rüdiger Kapitza

(© Wolfgang Schröder-Preikschat, Rüdiger Kapitza)



Dozenten

Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Betriebssysteme



Jürgen Kleinöder



Rüdiger Kapitza

SP

2

Agenda

Einleitung

Konzept

Lehrkanon

Lehrziele

Vorkenntnisse

Arrangement

Veranstaltungsbetrieb

Leistungsnachweise

Ausklang

SP

Einleitung

3

Gliederung

Einleitung

Konzept

Lehrkanon

Lehrziele

Vorkenntnisse

Arrangement

Veranstaltungsbetrieb

Leistungsnachweise

Ausklang

SP

Einleitung

4



Quelle: fotalia.com

SP

Einleitung

5

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.

^acentral processing unit (CPU), ein-/mehrfach, ein-, mehr- oder vielkernig.

^bGeräte 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

SP

Einleitung

6



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

SP

Einleitung

7

Einleitung

Konzept

Lehrkanon

Lehrziele

Vorkenntnisse

Arrangement

Veranstaltungsbetrieb

Leistungsnachweise

Ausklang

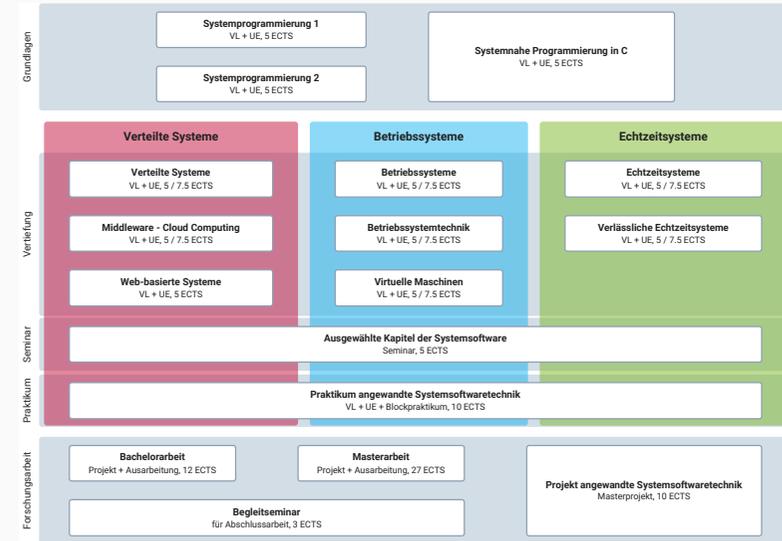
SP

Konzept

8

Konzept

Lehrkanon



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 Kommunikationstechnik	×	×
	Computational Engineering	×	×
	Wirtschaftsinformatik	×	×
	Informatik, 2-Fach Bachelor	×	
	Medizintechnik	GSP	
Lehramt	Informatik, Gymnasium	×	×

■ Alternative zu Systemnahe Programmierung in C (SPiC):

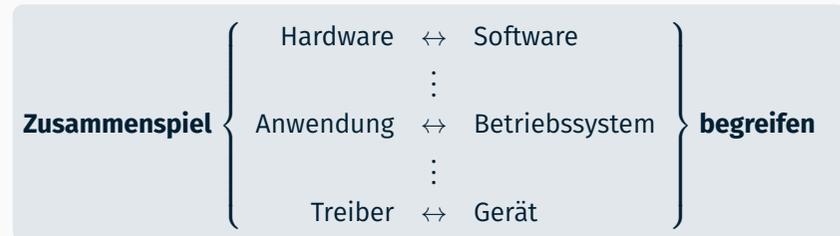
Abschluss	Studiengang	SP1	SP2
Bachelor	Mathematik, Nebenfach Informatik	×	
	Technomathematik	×	

Konzept

Lehrziele

Lernziele

- Vorgänge in 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

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** → AuD
 - Datentypen, Kontrollkonstrukte, Prozeduren
 - statische und dynamische Datenstrukturen
 - „Programmierung im Kleinen“↔ vor allem für die Übung, weniger für die Vorlesung
- wünschenswert: **Technische Informatik** → 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

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 **Assemblersprache**
- 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

¹Bildschirmaufzeichnungen 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])

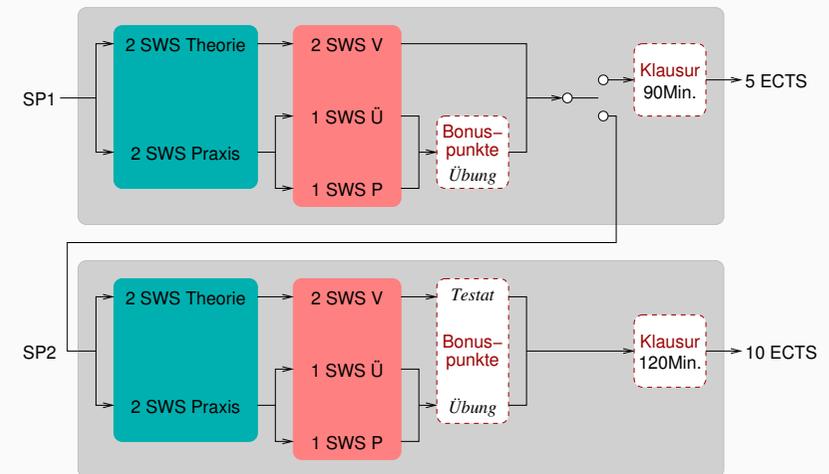
- Diskussion der Übungsaufgaben, Lösungsansätze ausarbeiten
- Vorlesungsstoff festigen, offene Fragen klären
- **Tafelübung** unter Anleitung einer/s Übungsleiterin/s
 - Anmeldung durch **WAFFEL**² (URL siehe Webseite von SP)
 - Übungsaufgaben sind in Gruppen zu bearbeiten: Kannvorschrift
 - ist abhängig 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

²Abk. *Webanmeldefrickelformular Enterprise Logic*

Arrangement

Leistungsnachweise

Studien- und Prüfungsleistungen



SP

Arrangement – Leistungsnachweise

21

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

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

SP

Arrangement – Leistungsnachweise

22

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

SP

Arrangement – Leistungsnachweise

23

Gliederung

Einleitung

Konzept

Lehrkanon

Lehrziele

Vorkenntnisse

Arrangement

Veranstaltungsbetrieb

Leistungsnachweise

Ausklang

SP

Ausklang

24

Ausklang

Kontakt

`sys.cs.fau.de/*`

Dozenten

- Jürgen Kleinöder (~jklein)
- Rüdiger Kapitz (~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



SP

Ausklang – Kontakt

25

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>)

SP

Ausklang – Kontakt

26

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