TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Informatik Institut für Systemarchitektur, Professur für Betriebssysteme

BETRIEBSSYSTEME UND SICHERHEIT

mit Material von Olaf Spinczyk,
Universität Osnabrück

Einführung

https://tud.de/inf/os/studium/vorlesungen/bs

HORST SCHIRMEIER

Inhalt

- Organisation, Literatur
- Was ist ein Betriebssystem?
- Ein Blick in die Geschichte
  - Serielle Verarbeitung und Stapelbetrieb
  - Mehrprogramm- und Dialogbetrieb

Literatur

Silberschatz, Chap. 1, „Introduction“

Tanenbaum, Kap. 1, „Einführung“

Inhalt

- **Organisation, Literatur**
- Was ist ein Betriebssystem?
- Ein Blick in die Geschichte
  - Serielle Verarbeitung und Stapelbetrieb
  - Mehrprogramm- und Dialogbetrieb

Literatur

Silberschatz, Chap. 1, „Introduction“

Tanenbaum, Kap. 1, „Einführung“

Zweigeteilte Vorlesung

- **Betriebssysteme**
  - Horst **Schirmeier** (Professur für Betriebssysteme)
  - **hybrid: Di+Fr 09:20** HSZ/HS4 bzw. HS3 und Streaming via YouTube
  - Folien und Aufzeichnungen auf der Webseite zur Vorlesung
- … und **Sicherheit**
  - Florian **Tschorsch** (Professur Privacy and Security)
  - vsl. ab Ende November bis Weihnachten,
  - **dieselbe Zeit + derselbe Ort**, **kein Streaming**, aber Aufzeichnungen
  - Folien und Aufzeichnungen in OPAL

Übungsaufgaben

- Wöchentliches **Übungsblatt** auf der Webseite
  - praktisches Anwenden von Vorlesungswissen
  - aber auch darüber hinaus (Selbststudium)
  - Kein Einreichen, sondern aktive Teilnahme an Übungen
- Aktuell: *Blatt 00 – Einführung zu UNIX*
  - Ziel: Erste Erfahrung sammeln, z.B. mit Hilfe der Linux-Entwicklungsumgebungs-VM von der Webseite

Übungen

- ab **2. Vorlesungswoche** Übungstermine
  - gemeinsames Entwickeln von Lösungen, teilweise auch zu Klausuraufgaben
  - 8 Termine in Präsenz, 2 online (BBB)
  - **Einschreibung über OPAL ab 18:00**, limitierte Teilnehmerzahlen
  - zusätzlich: in Gruppe „Betriebssysteme und Sicherheit“ einschreiben

TutorInnen-Team: André, Anton, Jakob, Leonie, Max, Robin, Till

Kommunikation

- Interaktion **während der Vorlesung**:
  - Matrix (z.B. über https://matrix.tu-dresden.de oder https://matrix.fachschaften.org): **#bus-vorlesung:tu-dresden.de**
  - https://frag.jetzt (Raum-Code: „**BuS2324**“)
- Jederzeit:
  - Matrix: #bus-vorlesung:tu-dresden.de
  - Forum in OPAL – Q/A ähnlich StackOverflow

Feedback

- Bitte nicht erst am Veranstaltungsende!
- Kommentare/Anregungen zu Organisation, Vorlesung, Übung?
  - persönlich
  - per PN (Matrix)
  - per eMail
  - … oder über den **„Anonymen Briefkasten“**

STUDIUM › VORLESUNGEN › BETRIEBSSYSTEME UND SICHERHEIT

KLAUSURVORBEREITUNG | DOWNLOADS | KLAUSURHINWEISE

BETRIEBSSYSTEME UND SICHERHEIT

Dozent	Prof. Dr.-Ing Horst Schirmeier Prof. Dr. Florian Tschorsch
Modul	INF-B-380, INF-LE-EUI, IST-05-PF-HS
Umfang und Art	4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung (Deutsch)
Turnus	Wintersemester
Zeit und Ort	Teil **Betriebssysteme**: Hybrid-Vorlesung Dienstag, 09:20 Uhr (HSZ/HS4) und Freitag, 09:20 Uhr (HSZ/HS3), parallel im YouTube-Kanal des Dozenten Interaktion im Hörsaal, per TUD Matrix (#bus-vorlesung:tu-dresden.de) oder frag.jetzt Teil **Sicherheit** 24.11.–19.12.2023: vor Ort (kein Livestream), Aufzeichnungen geplant
Klausur	TBA, vsl. Ende Februar 2024 (›weitere Klausurhinweise)
Feedback	per Mail, über Matrix (#bus-vorlesung:tu-dresden.de), oder über den anonymen Briefkasten

Inhalt

Die Lehrveranstaltung führt in die wesentlichen Grundlagen der Systemarchitektur ein. Dazu werden die wichtigsten Konstruktionsprinzipien und Grundbausteine zunächst für

Klausur

- Nach Ende des Semesters (Ende Februar/Anfang März?)
  - keine **formale** Voraussetzung
  - Inhaltlich relevant ist der **Vorlesungs- und Übungsstoff**.
  - **Durchführung:** 90 Minuten Klausur
- Gilt für:
  - Bachelor-Studium Informatik und Medieninformatik
  - Diplom Informatik und Informationssystemtechnik
  - ***Alle anderen bitte melden!***
- Geplant: Termin(e) für Probeklausur-Vorrechnen

Lernziele

- Grundlagenwissen über **Betriebssysteme** erwerben
  - Funktionsweise und Struktur
  - Algorithmen und Implementierung
- Erfahrung mit **systemnaher Programmierung** sammeln
  - Übungsaufgaben in C unter UNIX
- Verständnis der Vorgänge in einem **Rechnersystem**
- Aktuelle **Trends** und **Herausforderungen** kennen
  - Zumindest ein paar wichtige …

Ausblick: Stoff von BuS

- Kontrollflussabstraktionen: Prozesse, *Threads*
- Prozessorzuteilung
- Kooperation und Konkurrenz von Kontrollflüssen
  - Synchronisation, *Deadlocks*
- Verwaltung und Virtualisierung des Hauptspeichers
- Ein- und Ausgabe
- Dateisysteme
- Sicherheit
- Fehlertoleranz
- Virtuelle Maschinen

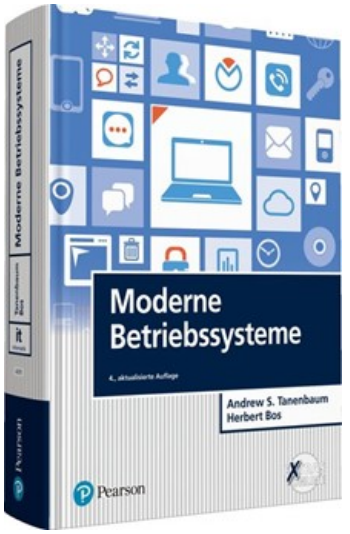
Empfohlene Literatur

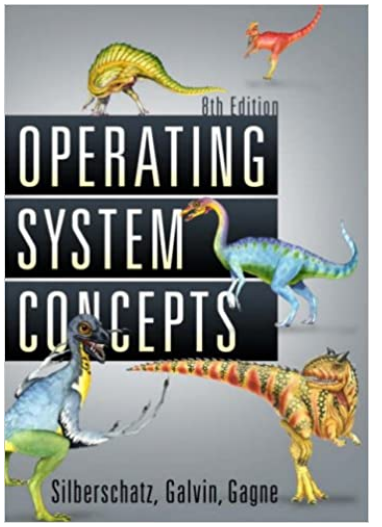
[1] A. Silberschatz et al.
Operating System Concepts (8th Ed.).
Wiley, 2008. ISBN-10: 0470128720

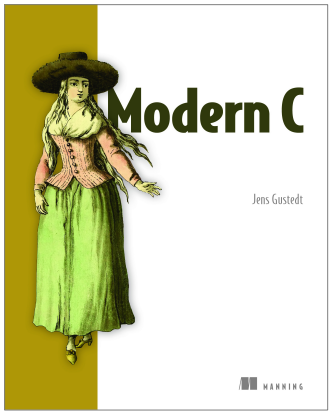
[2] A. Tanenbaum, H. Bos
Moderne Betriebssysteme (4. Aufl.).
Pearson, 2016. ISBN 978-3-86894-270-5

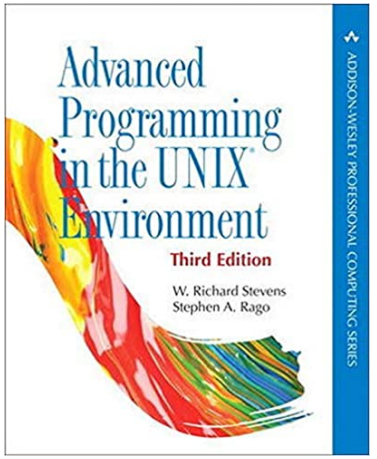
[3] J. Gustedt
Modern C.
Manning, 2019. ISBN 9781617295812
https://modernc.gforge.inria.fr/

[4] R. Stevens et al.
Advanced Programming in the UNIX Environment (3rd Ed.),
Addison-Wesley, 2013. ISBN-10: 0321637739









Inhalt

- Organisation, Literatur
- **Was ist ein Betriebssystem?**
- Ein Blick in die Geschichte
  - Serielle Verarbeitung und Stapelbetrieb
  - Mehrprogramm- und Dialogbetrieb

Quizfrage

Was ist ein Betriebssystem?

Definitionen (1)

„Ein Computer ist, wenn er genau betrachtet wird, nur eine Ansammlung von Plastik und Metall, das zur Leitung von Strom benötigt wird. Dieser „Industriemüll“ kann somit nicht ausschließlich das sein, was wir unter einem modernen Computer verstehen, etwas, das dem ***Computer „Leben“ einhaucht*** *und ihn zu dem Werkzeug unseres Jahrhunderts macht.*

Es ist das Betriebssystem, das die ***Kontrolle*** *über das Plastik und Metall (Hardware) übernimmt und anderen Softwareprogrammen (Excel, Word, …) eine* ***standardisierte Arbeitsplattform*** *(Windows, Unix, OS/2) schafft.“*

Ewert et al., Literatur zu „Freehand 10“

Definitionen (2)

> *„**Be'triebs·sys·tem** Programmbündel, das die **Bedienung eines Computers** ermöglicht.“*

Universalwörterbuch Rechtschreibung

> *„Summe derjenigen Programme, die als **residenter Teil** einer EDV-Anlage für den Betrieb der Anlage und für die Ausführung der Anwenderprogramme erforderlich ist.“*

Lexikon der Informatik

> *„Die Programme eines digitalen Rechensystems, die zusammen mit den Eigenschaften der Rechenanlage die Grundlage der möglichen Betriebsarten des digitalen Rechensystems bilden und insbesondere die **Abwicklung von Programmen** steuern und überwachen.“*

DIN 44300

Definitionen (3)

> *„Ein Programm, das als **Vermittler** zwischen Rechnerbenutzer und Rechnerhardware fungiert. Der Sinn des Betriebssystems ist eine Umgebung bereitzustellen, in der Benutzer bequem und effizient Programme ausführen können.“*

Silberschatz [1]

> *„Eine **Softwareschicht**, die alle Teile des Systems verwaltet und dem Benutzer eine Schnittstelle oder **virtuelle Maschine** anbietet, die leichter zu verstehen und zu programmieren ist [als die darunterliegende reale Maschine].“*

Tanenbaum [2]

Vielfalt der Anforderungen

High Performance Computing

Minimale Kommunikations-latenzen

Arbeitsplatz-systeme

Intuitive Benutzer-oberfläche

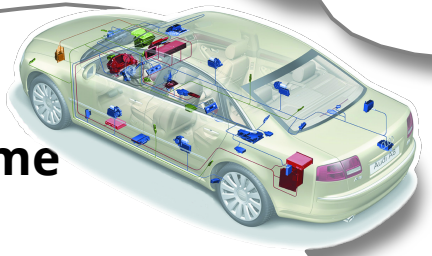
Sichere Systeme

Zugriffsschutz

Echtzeitsysteme

Vorhersagbares Zeitverhalten

Eingebettete und automotive Systeme



Minimaler Speicherplatzbedarf

Zwischenfazit

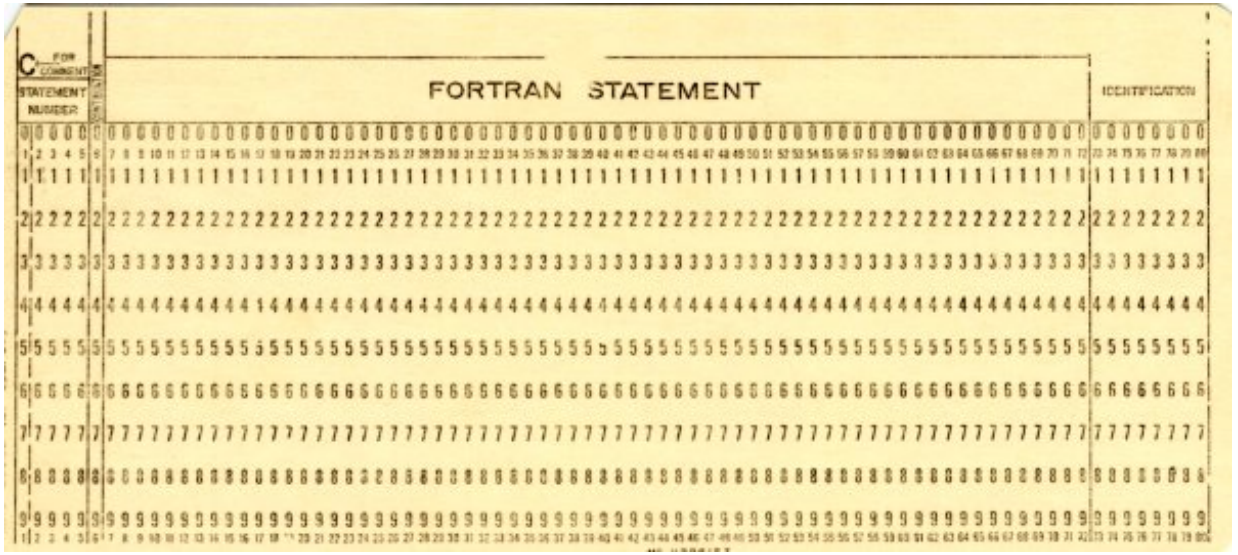
- Es gibt viele Auslegungen des Begriffs „Betriebssystem“.
- Festhalten kann man:
  - Das Betriebssystem **dient den Anwendern bzw. deren Anwendungsprogramm(en)** und nie dem Selbstzweck.
  - Es muss die Hardware genau kennen und den Anwendungen **geeignete Abstraktionen zur Verfügung stellen**.
- Hardware und Anwendungsanforderungen bestimmen die Dienste des Betriebssystems.
  - Struktur und Funktionsweise ergeben sich entsprechend.
  - Um zu verstehen, welche Hardwareabstraktionen Betriebssysteme heute anbieten, muss man ihre **Entwicklungsgeschichte im Zusammenhang mit der Hardwareentwicklung und typischen Anwendungen betrachten**.

Inhalt

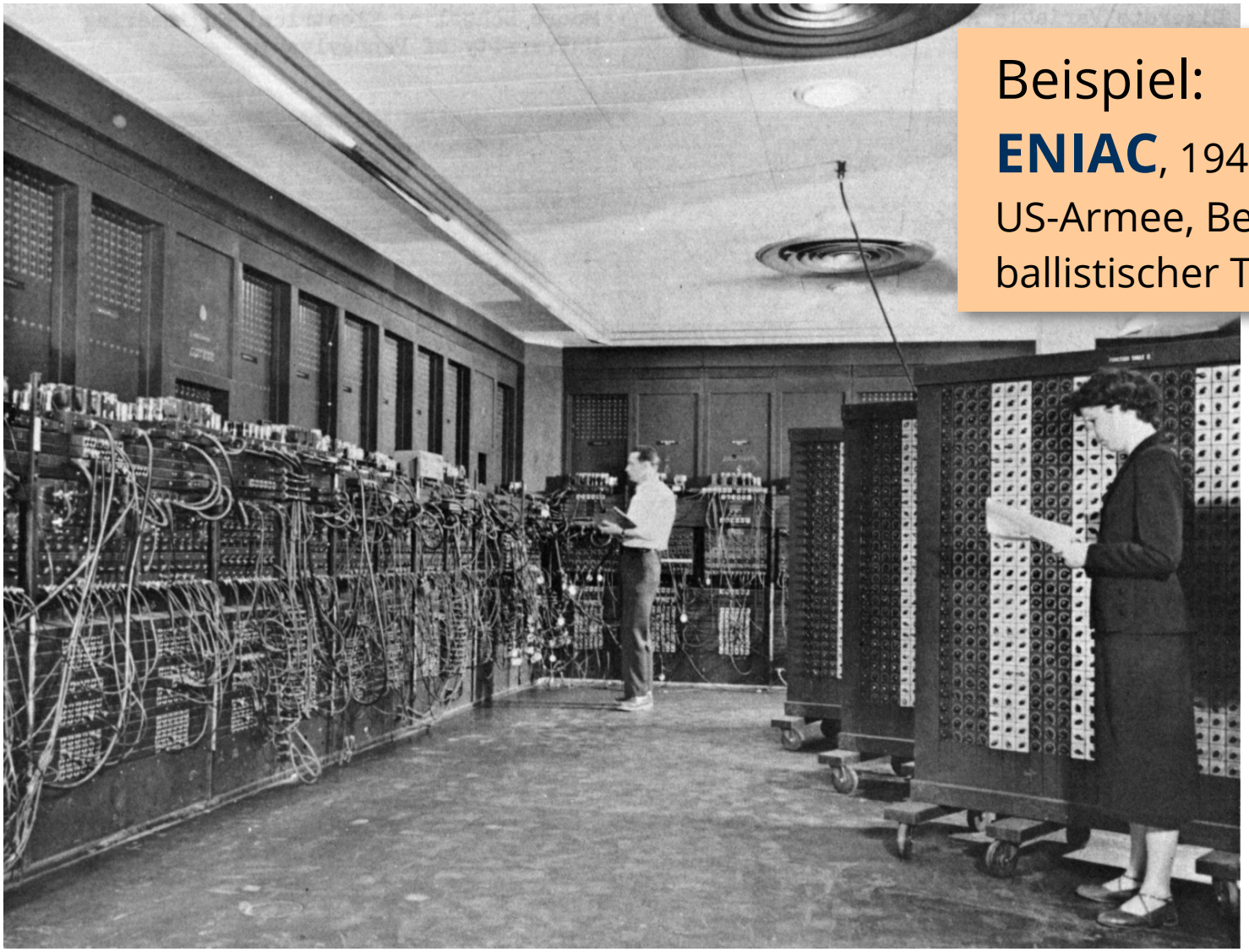
- Organisation, Literatur
- Was ist ein Betriebssystem?
- **Ein Blick in die Geschichte**
  - Serielle Verarbeitung und Stapelbetrieb
  - Mehrprogramm- und Dialogbetrieb

Am Anfang stand die Lochkarte

- Es gibt sie schon seit 1725 – zur Webstuhlsteuerung.
- Herman Hollerith nutzte sie 1890 für eine Volkszählung
  - aus seiner Firma und zwei weiteren ging später IBM hervor
- Sie wurde bis in die 70er Jahre als vielseitiger Speicher eingesetzt.



Erste elektronische Universalrechner



Beispiel:

ENIAC, 1946

US-Armee, Berechnung ballistischer Tabellen

Erste elektronische Universalrechner

Beispiel:

ENIAC, 1946

US-Armee, Berechnung ballistischer Tabellen

Ein Rechenmonster:

- Größe: 10m x 17m x 2,7m
- Gewicht: 27t
- Leistung: 174kW (> 17.000 Röhren!)
- Preis: $ 468.000
- Geschwindigkeit: 500 Additionen pro Sekunde

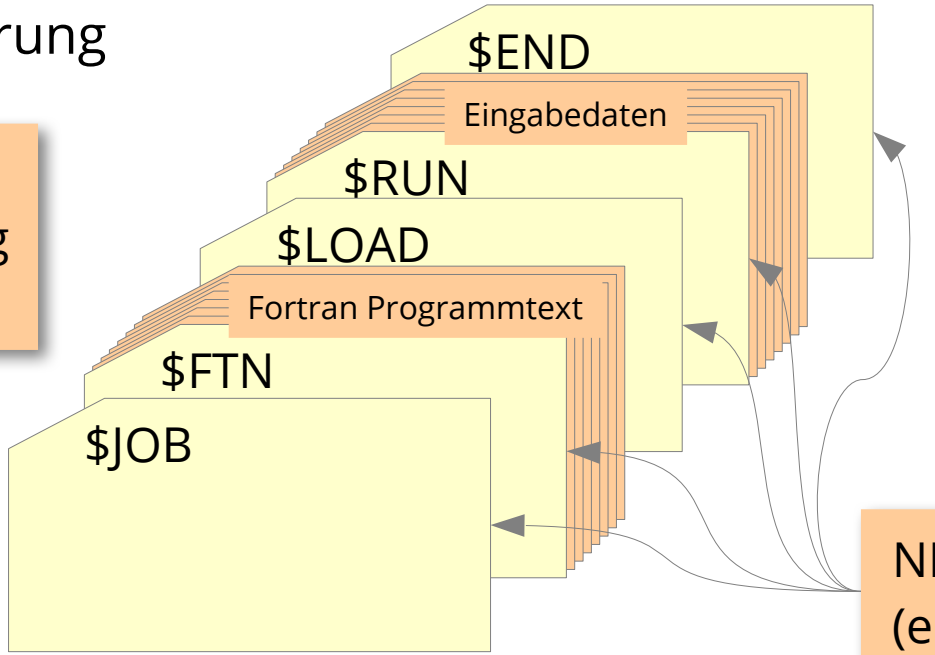
Serielle Verarbeitung (ab 1945)

- Programmierung
  - i.d.R. in Maschinencode
  - Eingabe über Lochkartenleser, Ausgaben über Drucker
  - Fehleranzeige durch Kontrolllämpchen
- Rechnerzeitzuteilung auf Papierterminkalender
  - **Rechnerzeitverschwendung** durch zu großzügige Reservierung oder Abbruch wegen Fehler
- Minimale Auslastung der CPU
  - Die meiste Zeit verbrauchten langsame E/A-Geräte (Lochkarten, Drucker).
- Erste Systemsoftware in Form von **Programmbibliotheken**
  - Binder, Lader, *Debugger*, Gerätetreiber, …

Einfache Stapelsysteme (ab 1955)

- Verringerten die Häufigkeit manueller Betriebseingriffe
- Die ersten Betriebssysteme: **„residente Monitore“**
  - Interpretation von *Job*-Steuerbefehlen
  - Laden und Ausführen von Programmen
  - Geräteansteuerung

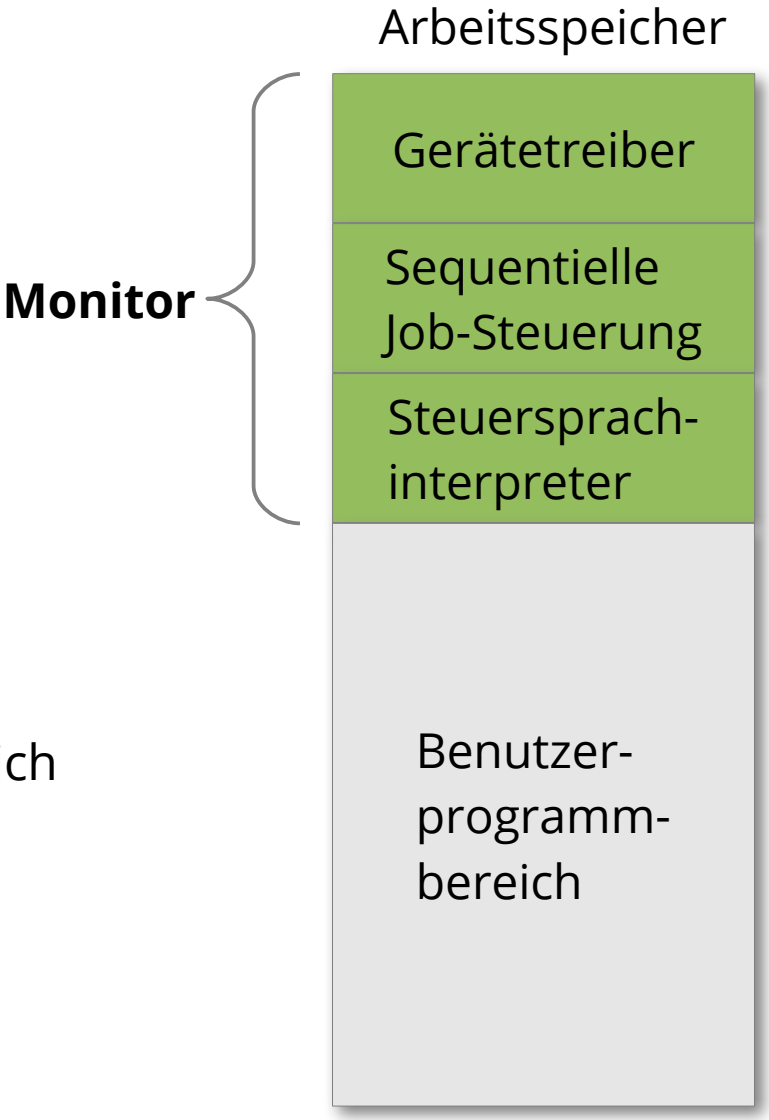
Ein Stapel Lochkarten zur Übersetzung und Ausführung eines FORTRAN-Programms



NEU: „Steuerkarten“ (engl. *control cards*)

Einfache Stapelsysteme (ab 1955)

Der *Monitor* bliebt dauerhaft im Speicher, während er ein Anwendungsprogramm nach dem anderen ausführte.

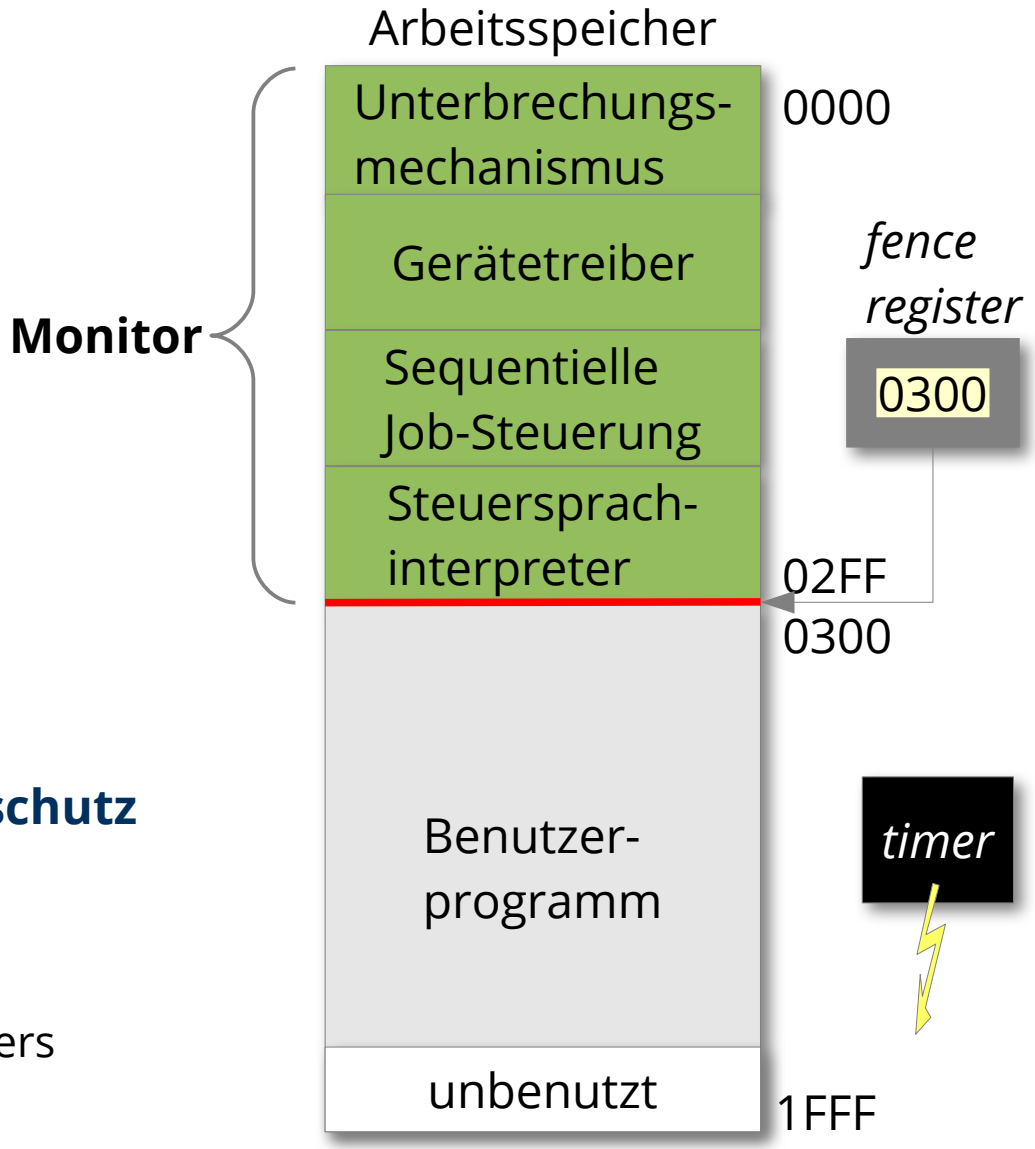


- **Probleme** durch fehlerhafte Anwendungen:
  - Programm terminiert nicht,
  - schreibt in den Speicherbereich des residenten Monitors
  - greift auf den Kartenleser direkt zu und interpretiert Steuerbefehle als Daten.

Einfache Stapelsysteme (ab 1955)

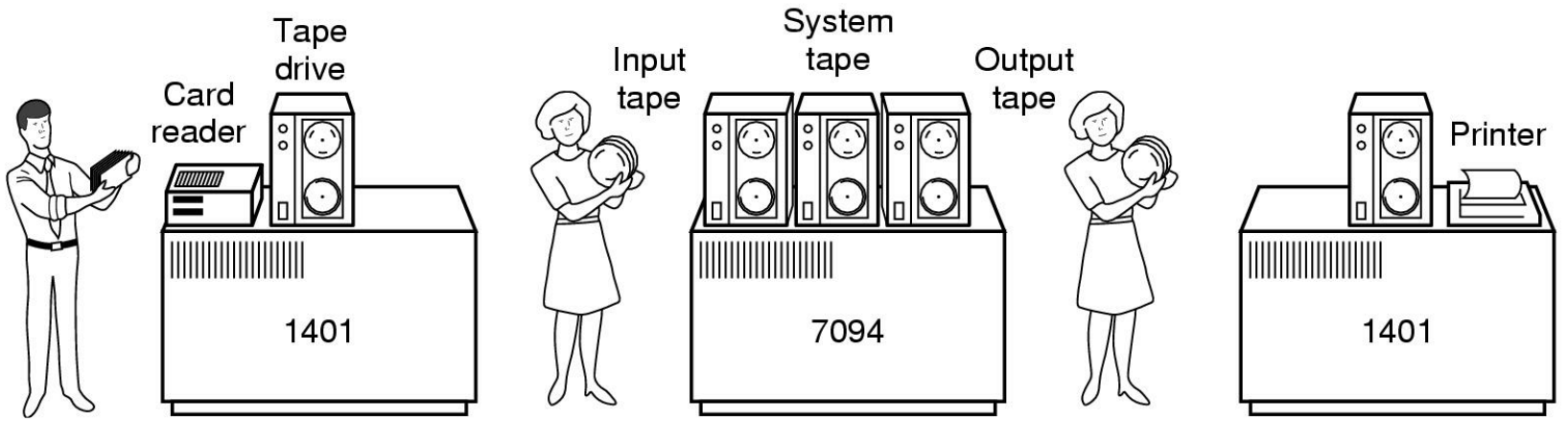
Lösungen:

- Zeitgeberbaustein (timer) liefert **Unterbrechungen** (*interrupts*)
- **Fallen** (*traps*) für fehlerhafte Programme
  - Schutzgatterregister (engl. *fence register*) realisiert primitiven **Speicherschutz**
  - **Privilegierter Arbeitsmodus** der CPU (*supervisor mode*)
    - Deaktivierung des Schutzgatters
    - Ein-/Ausgabe



Der Ein-/Ausgabe-Flaschenhals

- **Problem:** CPU ist schneller als Kartenleser und Drucker
  - kostbare Rechenzeit wird durch (aktives) Warten verschwendet
- **Lösung 1: *Off-line processing***
  - dank Bandlaufwerken: Parallelisierung von Ein-/Ausgaben durch mehrere Satellitenrechner



Satellitenrechner für Eingabe (ggf. mehrere)

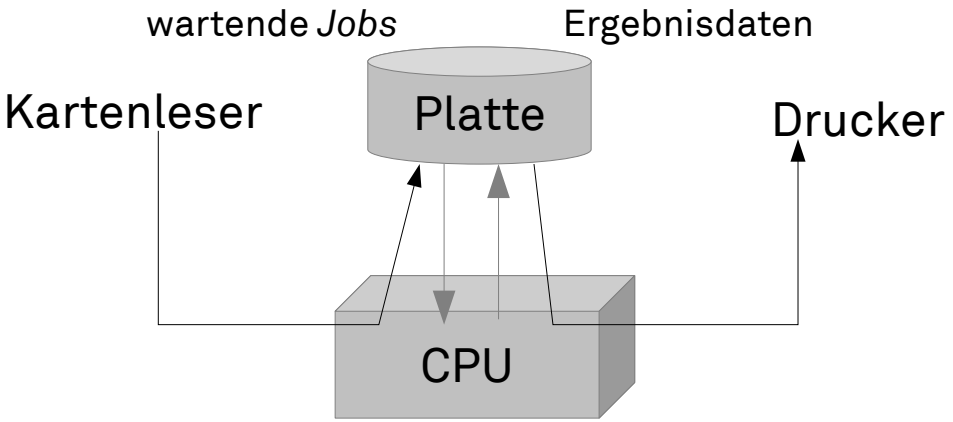
CPU (liest/schreibt ausschließlich von/auf Band)

Satellitenrechner für Ausgabe (ggf. mehrere)

A. Tanenbaum [2]

Der Ein-/Ausgabe-Flaschenhals

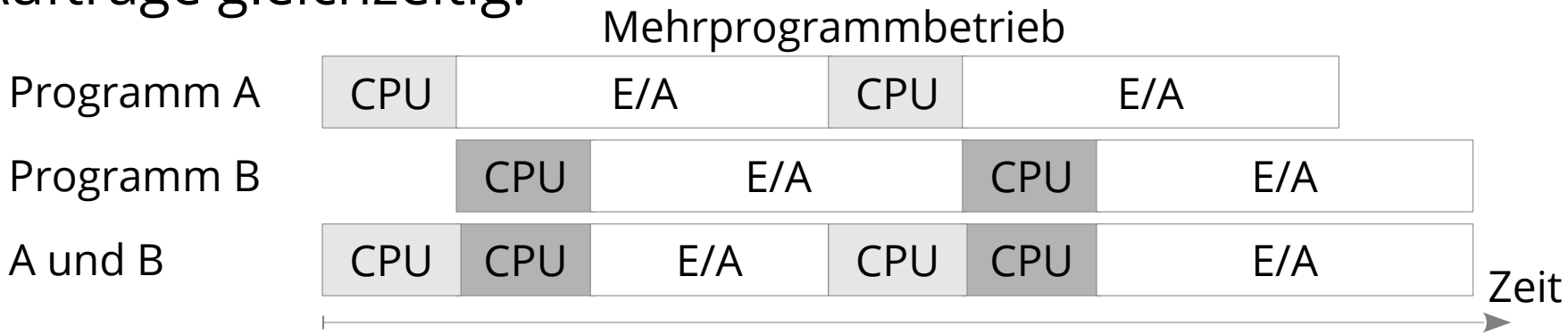
- **Problem:** CPU ist schneller als Kartenleser und Drucker
  - kostbare Rechenzeit wird durch (aktives) Warten verschwendet
- **Lösung 2: *Spooling***
  - dank Plattenlaufwerken (wahlfreier Zugriff), ***Direct Memory Access*** und ***Unterbrechungen***
  - Berechnungen und Ein-/Ausgaben werden dabei parallelisiert.
  - Regeln für **Prozessorzuteilung**



Mehrprogrammbetrieb (ab 1965)

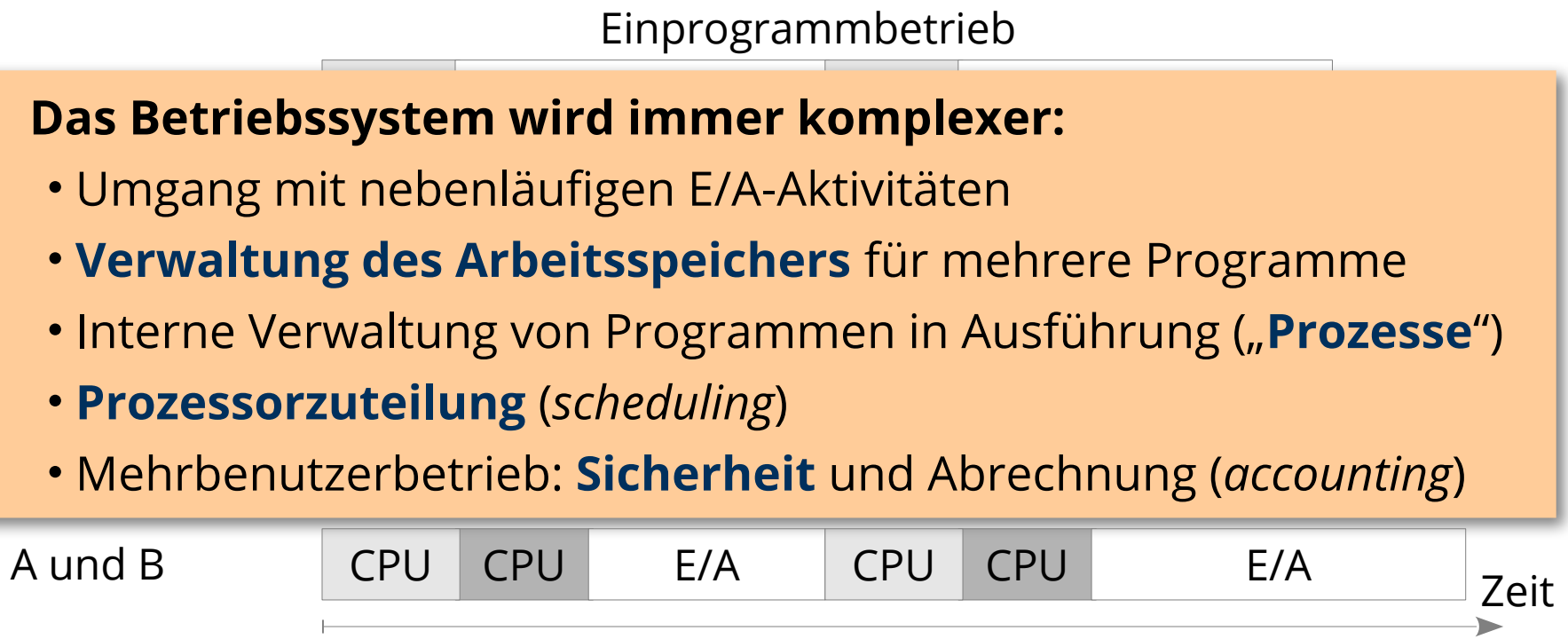
- Trotz *Spooling* nutzt ein einzelnes Programm die CPU nicht effizient.
  - **CPU-Stöße** (*CPU bursts*) und **E/A-Stöße** (*I/O bursts*), bei denen die CPU warten muss, wechseln sich ab.

- Beim **Mehrprogrammbetrieb** bearbeitet die CPU mehrere Aufträge gleichzeitig:



Mehrprogrammbetrieb (ab 1965)

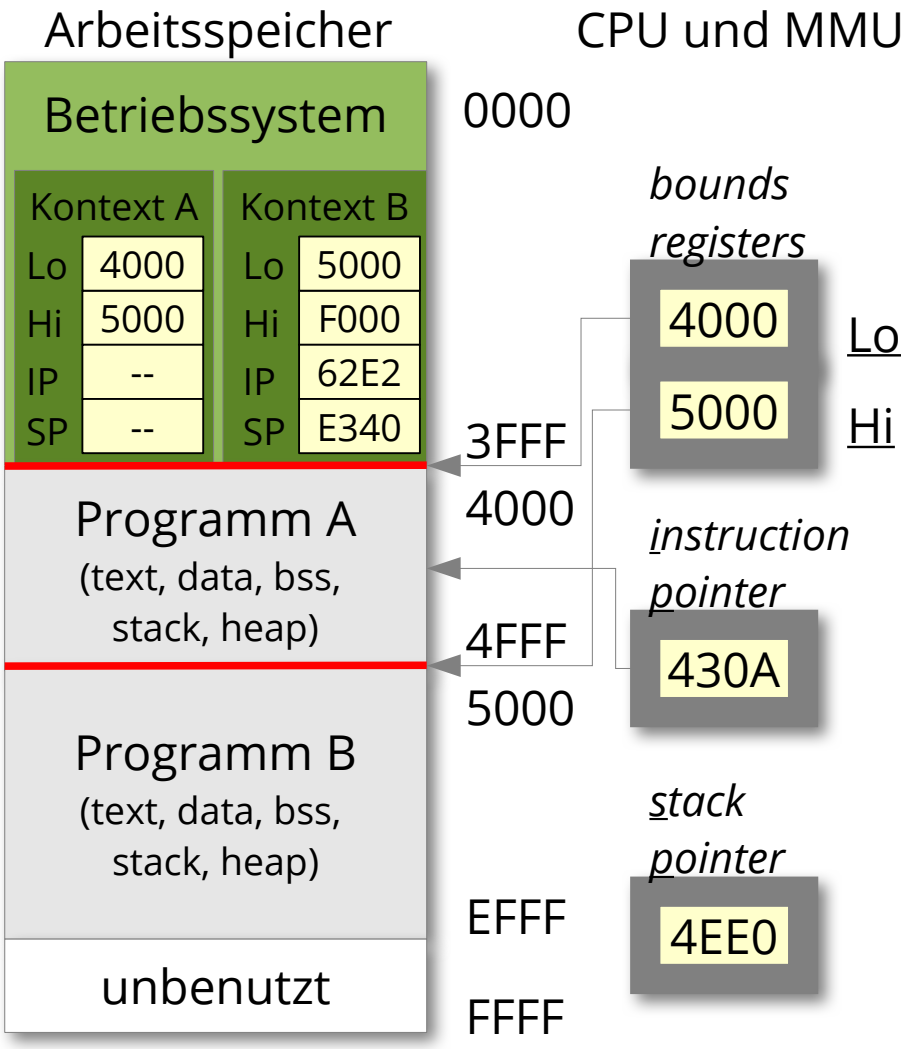
- Trotz *Spooling* nutzt ein einzelnes Programm die CPU nicht effizient.
  - **CPU-Stöße** (*CPU bursts*) und **E/A-Stöße** (*I/O bursts*), bei denen die CPU warten muss, wechseln sich ab.



- **Das Betriebssystem wird immer komplexer:**
  - Umgang mit nebenläufigen E/A-Aktivitäten
  - **Verwaltung des Arbeitsspeichers** für mehrere Programme
  - Interne Verwaltung von Programmen in Ausführung („**Prozesse**“)
  - **Prozessorzuteilung** (*scheduling*)
  - Mehrbenutzerbetrieb: **Sicherheit** und Abrechnung (*accounting*)

Mehrprogrammbetrieb (ab 1965)

- **Speicherverwaltung:**
  - Den zu startenden Programmen muss dynamisch freier Speicher zugewiesen werden.
- **Speicherschutz:**
  - Einfaches Schutzgatter reicht nicht mehr, um einzelne Programme zu isolieren. Lösung: einfache **MMU** („*Memory Management Unit*“)
- **Prozessverwaltung:**
  - Jedes „Programm in Ausführung“ besitzt einen **Kontext**. Beim Prozesswechsel muss dieser ausgetauscht werden.



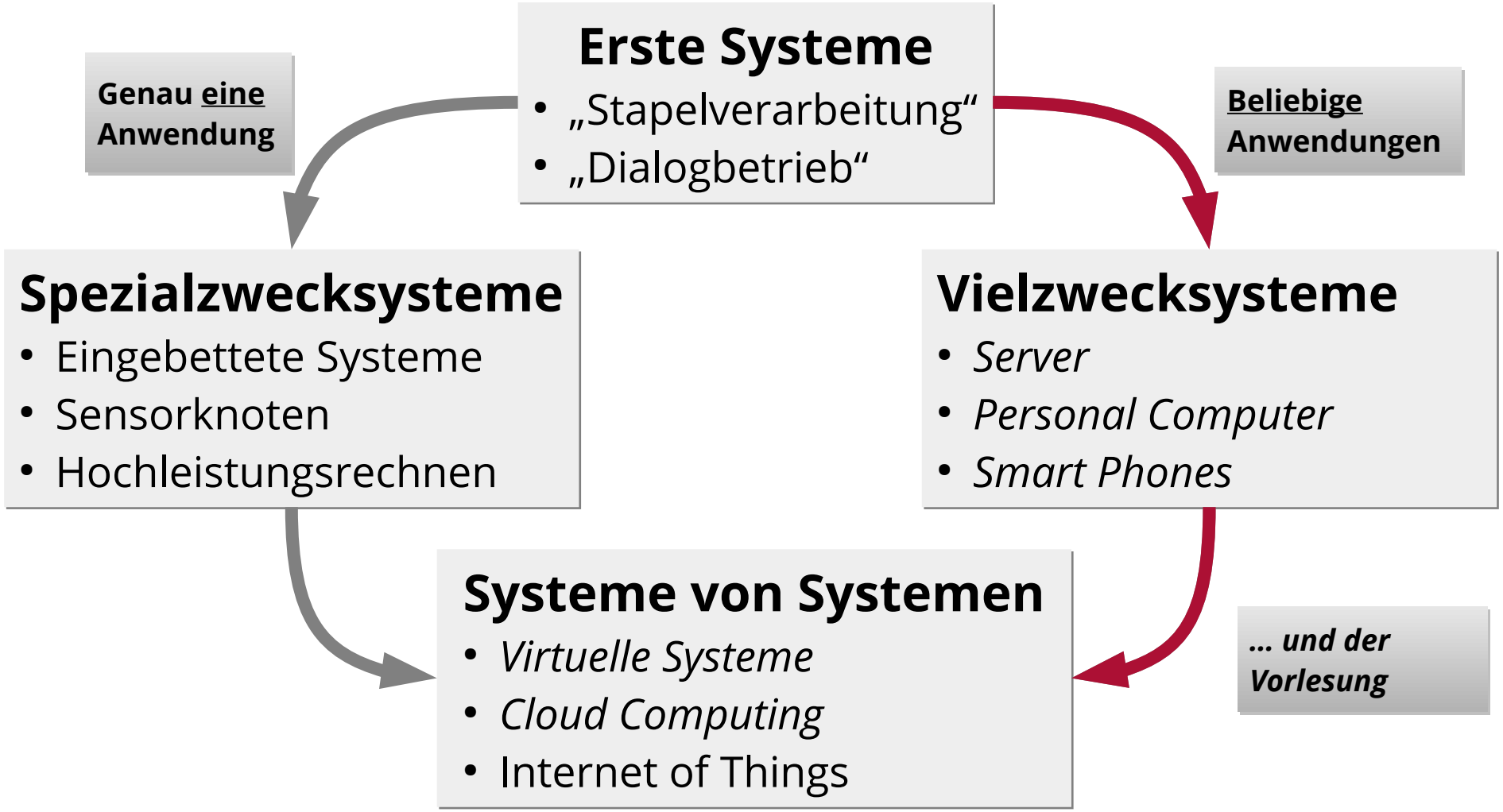
Dialogbetrieb (ab 1970)

- **Neue Ein- und Ausgabegeräte** erlauben interaktive Software
  - Tastatur, Monitor, später Maus
- *Time-Sharing*-Betrieb
  - ermöglicht akzeptable **Antwortzeiten** für interaktive Nutzer
  - Zeitgeber-Unterbrechungen sorgen für **Verdrängung** (zu) lang laufender Prozesse
- Systemprogramme erlauben auch **interaktive SW-Entwicklung**.
  - *Editor*, *Shell*, Übersetzer, *Debugger*
- Platten und **Dateisysteme** erlauben jederzeit Zugriff auf Programme und Daten.

Quelle: DIGITAL Computing Timeline

Weitere Entwicklung der Systeme

(Hardware, Betriebssysteme und Anwendungen „Hand in Hand“)



Next Up

- Systemabstraktionen im Überblick
  - Prozesse
    - CPU-Zuteilung
    - Synchronisation und *Deadlocks*
    - Interprozesskommunikation
  - Speicherverwaltung
    - Arbeitsspeicher
    - Hintergrundspeicher
- **Nicht vergessen:**
  - **Übungs-Anmeldung** in OPAL
  - **Übungsblatt 0** und Linux-VM