



Bild von Mike by Pexels

(Grundlagen der) Betriebssysteme | D.1



Franz J. Hauck | Institut für Verteilte Systeme, Univ. Ulm



Bild von Mike by Pexels

D | Einführung in Betriebssysteme

(Grundlagen der) Betriebssysteme



Franz J. Hauck | Institut für Verteilte Systeme, Univ. Ulm

Überblick

Überblick der Themenabschnitte

- **A** – Organisatorisches
- **B** – Zahlendarstellung und Rechnerarithmetik
- **C** – Aufbau eines Rechnersystems
- **D** – Einführung in Betriebssysteme
- **E** – Prozessverwaltung und Nebenläufigkeit
- **F** – Dateiverwaltung
- **G** – Speicherverwaltung
- **H** – Ein-, Ausgabe und Geräteverwaltung
- **I** – Virtualisierung
- **J** – Verklemmungen
- **K** – Rechteverwaltung



Inhaltsüberblick

Einführung in Betriebssysteme

- Was ist ein Betriebssystem?
 - Definitionen
 - Struktur
- Weitere Aspekte
 - Betriebsarten
 - Ressourcenverwaltung
 - Programmiermodell
- Hardware-Unterstützung
 - Betriebsmodi
 - Unterbrechungen
 - Systemaufrufe

Was ist ein Betriebssystem?

DIN 44300

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

Andrew S. Tanenbaum

- „... eine Software-Schicht ..., die alle Teile des Systems verwaltet und dem Benutzer eine Schnittstelle oder eine virtuelle Maschine anbietet, die einfacher zu verstehen und zu programmieren ist [als die nackte Hardware].“

Was ist ein Betriebssystem? (2)

Abraham Silberschatz, Peter B. Galvin

- „... ein Programm, das als Vermittler zwischen Rechnernutzer und Rechner-Hardware fungiert. Der Sinn des Betriebssystems ist eine Umgebung bereitzustellen, in der Benutzer bequem und effizient Programme ausführen können.“

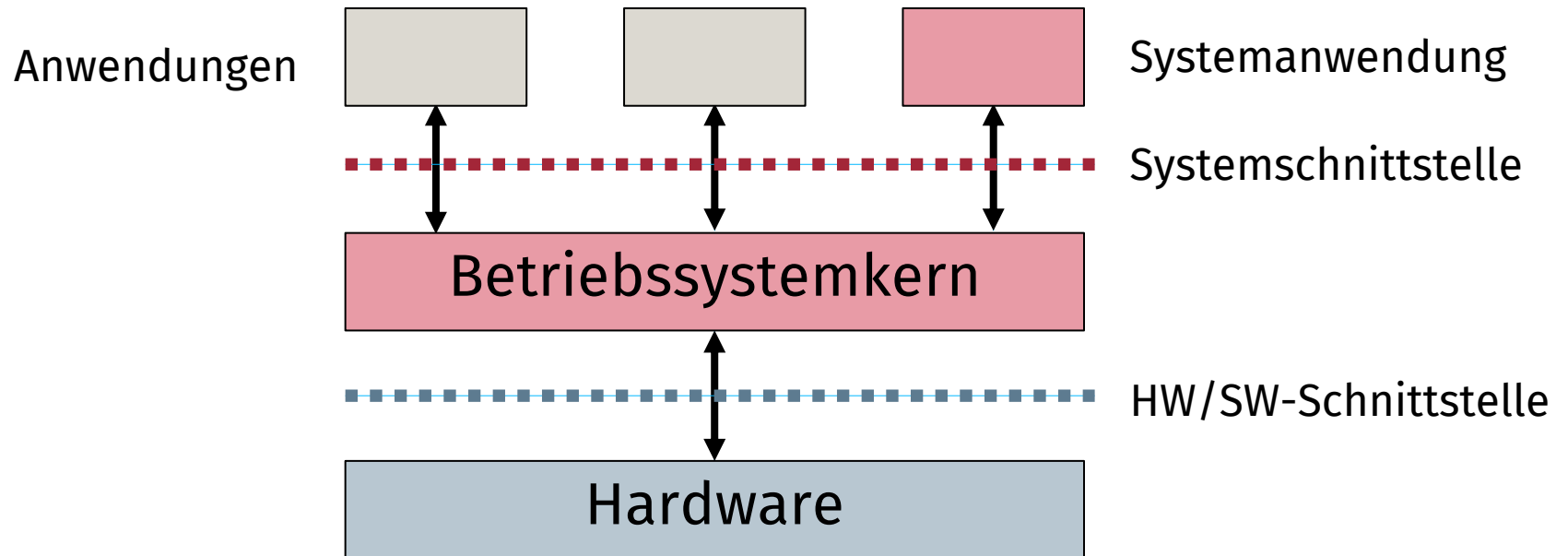
Brinch Hansen

- „... der Zweck eines Betriebssystems [liegt] in der Verteilung von Betriebsmitteln auf sich bewerbende Benutzer.“

Zusammenfassung

- Software zur **Ressourcenverwaltung**
- Bereitstellung von Grundkonzepten zur statischen und dynamischen **Strukturierung** von Programmsystemen

Struktur des Betriebssystems



Struktur des Betriebssystems (2)

Anwendungen

- Laufen „auf“ Betriebssystem
 - Betriebssystem stellt abstrakte Maschine dar (Programmiermodell)
 - Interaktion mit Betriebssystem über Systemschnittstelle
 - Systemaufrufe (*Supervisor Call, System Call*)
 - Beauftragung des Betriebssystems
- ◆ Interaktion zwischen Anwendungen nur über Betriebssystemkern

Struktur des Betriebssystems (3)

Systemanwendungen

- Einige Systemdienste als Systemanwendungen realisiert
- Laufen wie Anwendungen, gehören aber zum Betriebssystem
 - Z.B. Zeitdienst, Namensdienst, Dateiserver, ...

Spezielle Anwendungen

- z.B. Editoren, Compiler, Konfigurationsprogramme, ...

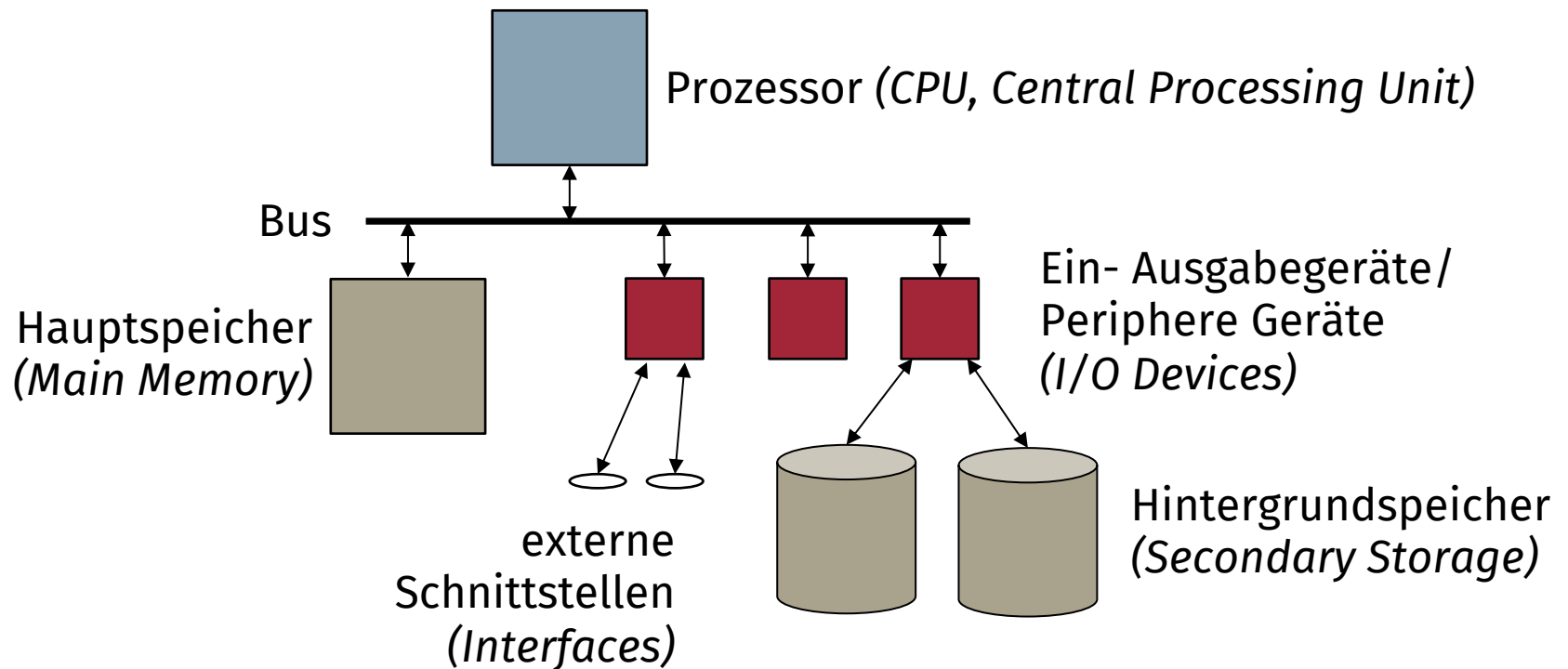
Betriebsarten

Klassifikation nach Auftragsbearbeitung

- **Stapelverarbeitung** (*Batch Processing*)
 - Eine Aufgabe nach der anderen
- **Interaktiver Betrieb** (*Interactive Processing*)
 - Rechner reagiert sofort auf Befehle
- **Time-Sharing Betrieb**
 - Aufteilung der Rechenzeit über mehrere Benutzer oder Programme
- **Echtzeitbetrieb** (*Real-Time Processing*)
 - Rechner reagiert innerhalb fester vorgegebener Zeitschranken
- Ein- oder **Mehrprozessbetrieb** (*Singletasking, Multitasking*)
- Ein- oder **Mehrbenutzerbetrieb** (*Single-User, Multi-User*)

Verwaltung von Ressourcen

Physikalische Ressourcen



Verwaltung von Ressourcen (2)

Virtuelle Ressourcen

- vom Betriebssystem geschaffene Ressourcen
 - z.B. Speichersegmente
 - z.B. Dateien
 - z.B. Semaphore
 - ...

Verwaltung von Ressourcen (3)

Resultierende Aufgaben

- **Belegung** von Ressourcen auf Anforderung
- **Multiplexen** von Ressourcen für mehrere Benutzer bzw. Anwendungen
- Schaffung von **Schutzumgebungen**
 - Wechselseitiger Ausschluss des Ressourcenzugriffs
 - Zugriffsberechtigungen

Verwaltung von Ressourcen (4)

Weitere Aufgaben

- Betriebssystem als **Umgebung** zur koordinierten gemeinsamen Nutzung von Ressourcen
- Ressourcen klassifizierbar in
 - aktive, zeitlich aufteilbare (z.B. Prozessor)
 - passive, nur exklusiv nutzbare (z.B. Peripherie-Geräte wie Drucker)
 - passive, räumlich aufteilbare (z.B. Speicher, Plattenspeicher)
- Unterstützung bei der **Fehlerbehandlung / Fehlererholung**

Typische Betriebssystemkomponenten

Einzelkomponenten der Ressourcenverwaltung

- Anwendungs-, Prozessverwaltung
- Dateisysteme
- Speicherverwaltung
- Verwaltung der Ein-/Ausgabegeräte
- Gerätetreiber

Typische Betriebssystemkomponenten (2)

Systemsteuerung

- Kommandointerpreter (*Shell*)
 - Kommandosprache
- Grafische Benutzeroberfläche
- Ablaufsteuerung
 - Starten und Beenden von Programmen
- Konfiguration

Programmiermodell

Betriebssystem realisiert ein Programmiermodell

- Programmiersprache: Programmiermodell im Kleinen
- Betriebssystem: Programmiermodell im Großen
 - Große und/oder verteilte Anwendungen bestehen aus vielen kooperierenden Programmen

Programmiermodell (2)

Programmiermodell des Betriebssystems

- Abstrahiert von konkreter Hardware und Hardwarekonfigurationen
- Abstrakte Maschine
 - Begriffliche Basis zur Strukturierung von Programmsystemen und ihrer Ablaufsteuerung
 - Komponenten, z.B. Programme, Tasks, Prozesse
 - Interaktionen, z.B. Aufrufe, Benachrichtigungen, Datenströme

Inhaltsüberblick

Einführung in Betriebssysteme

- Was ist ein Betriebssystem?
 - Definitionen
 - Struktur
- Weitere Aspekte
 - Betriebsarten
 - Ressourcenverwaltung
 - Programmiermodell
- Hardware-Unterstützung
 - Betriebsmodi
 - Unterbrechungen
 - Systemaufrufe



Grundlagen der Betriebssysteme | D.2



Franz J. Hauck | Institut für Verteilte Systeme, Univ. Ulm

Inhaltsüberblick

Einführung in Betriebssysteme

- Was ist ein Betriebssystem?
 - Definitionen
 - Struktur
- Weitere Aspekte
 - Betriebsarten
 - Ressourcenverwaltung
 - Programmiermodell
- Hardware-Unterstützung
 - Betriebsmodi
 - Unterbrechungen
 - Systemaufrufe

Hardware-Unterstützung

Effiziente Betriebssysteme durch spezielle Hardware

- zusätzliche Prozessorfunktionen
- *Memory-Management-Unit (MMU)*
- Intelligente Ein-, Ausgabebausteine
- u.v.m.

Prozessor

Digitales Schaltwerk (siehe [Grundlagen der] Rechnerarchitektur)

- Grundlagen bereits im vorherigen Kapitel behandelt
 - Befehlsbearbeitung

- Unterstützung für das Betriebssystem
 - Betriebsmodi
 - externe Unterbrechung
 - interne Unterbrechungen
 - Systemaufrufe

Betriebsmodi eines Prozessors

Benutzermodus (*User Mode*)

- für Anwendungen
- eingeschränkter Befehlssatz
 - nicht alle Befehle werden bearbeitet

Privilegierter Modus (*Supervisor Mode*)

- für das Betriebssystem
- alle Befehle erlaubt
 - auch privilegierte
 - z.B. Konfigurationsänderungen des Prozessors
 - z.B. Wechsel des Modus
 - z.B. spezielle I/O-Befehle

Moduswechsel

Repräsentation des Modus im Prozessor

- ein Flag (Bit) im CCR
 - z.B. S-Bit (1 = Supervisor Mode, 0 = User Mode)
 - Bit nur im Supervisor Mode änderbar
 - z.B. Betriebssystem startet Anwendung durch
 - Löschen des S-Bit
 - Sprung in den Anwendungs-Code

Externe Unterbrechung

Unterbrechung von außen (*External Interrupts*)



- Prozessor unterbricht laufende Bearbeitung
 - sichert **alle** Registerinhalte an eine bestimmte Speicherstelle
- Prozessor führt definierte Befehlsfolge aus
 - vom privilegierten Modus aus konfigurierbar
 - Ausführung im privilegierten Modus
- evtl. Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands
 - lädt **alle** gesicherten Registerinhalte aus dem Speicher

Externe Unterbrechung (2)

Anwendung

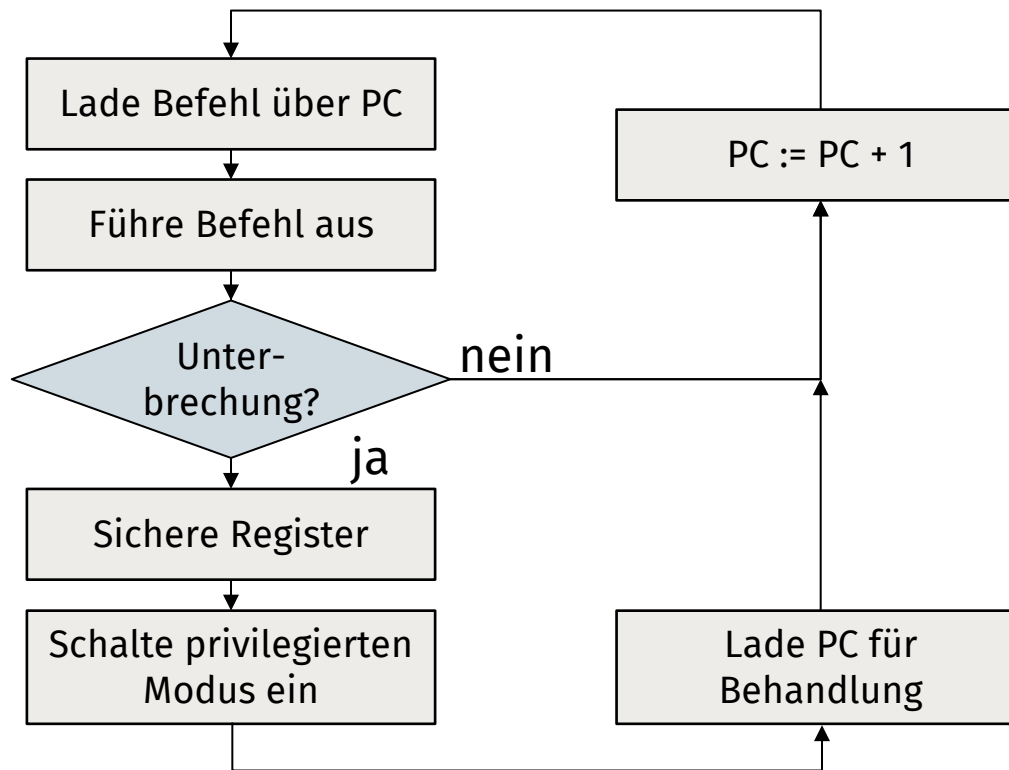
- Reaktion auf externes Ereignis
 - Fehlerbedingung
 - Ankommende Netzwerknachricht
 - Rückmeldung durch langsame Geräte
 - „Wecker“-Funktion

Abwicklung der Unterbrechungsbehandlung?

- auch genannt: *Interrupt Service Routine*

Externe Unterbrechung (3)

Schematische Darstellung



Externe Unterbrechung (4)

Aspekte bei realen Prozessoren

- Maskierung von Unterbrechungen
 - Unterbrechungsanfrage wird blockiert bis zur Freigabe
 - typischerweise realisiert über Flag im CCR
- Annahmeprotokoll in Hardware
 - verhindert Doppelausführung
- Speicheradresse der Unterbrechungsbehandlung steht fest
 - meist konfigurierbar im privilegierten Modus

Externe Unterbrechung (5)

Rückkehr von der Unterbrechungsbehandlung

- privilegierter Befehl
 - z.B. RTI, „Return from Interrupt“
- Befehlsausführung von RTI
 - lädt gesicherte Register
 - insbesondere PC (alter Befehlspfad)
 - insbesondere CCR (alter Betriebsmodus)

Externe Unterbrechung (6)

Ablauf der Unterbrechung



- unterbrochene Befehlsfolge bleibt in der Regel unberührt
 - Unterbrechung ist transparent
- Verschachtelte Unterbrechungen möglich
 - Unterbrechung der Unterbrechungsbehandlung
 - koordinierte Handhabung der gesicherten Register
- Unterbrechung beliebiger Betriebsmodi
 - Unterbrechung auch des privilegierten Modus

Interne Unterbrechung

Unterbrechungen durch die Befehlsausführung (*Internal Interrupt, Exception*)

■ Fehlersituationen

- z.B. Division durch Null
- z.B. Ausführungsversuch eines privilegierten Befehls im User Mode
- u.v.m.

■ Unterbrechung des Befehlsflusses

- Sprung in eine Unterbrechungsbehandlung
- auch Rückkehr zur bisherigen Befehlskette möglich mit RTI

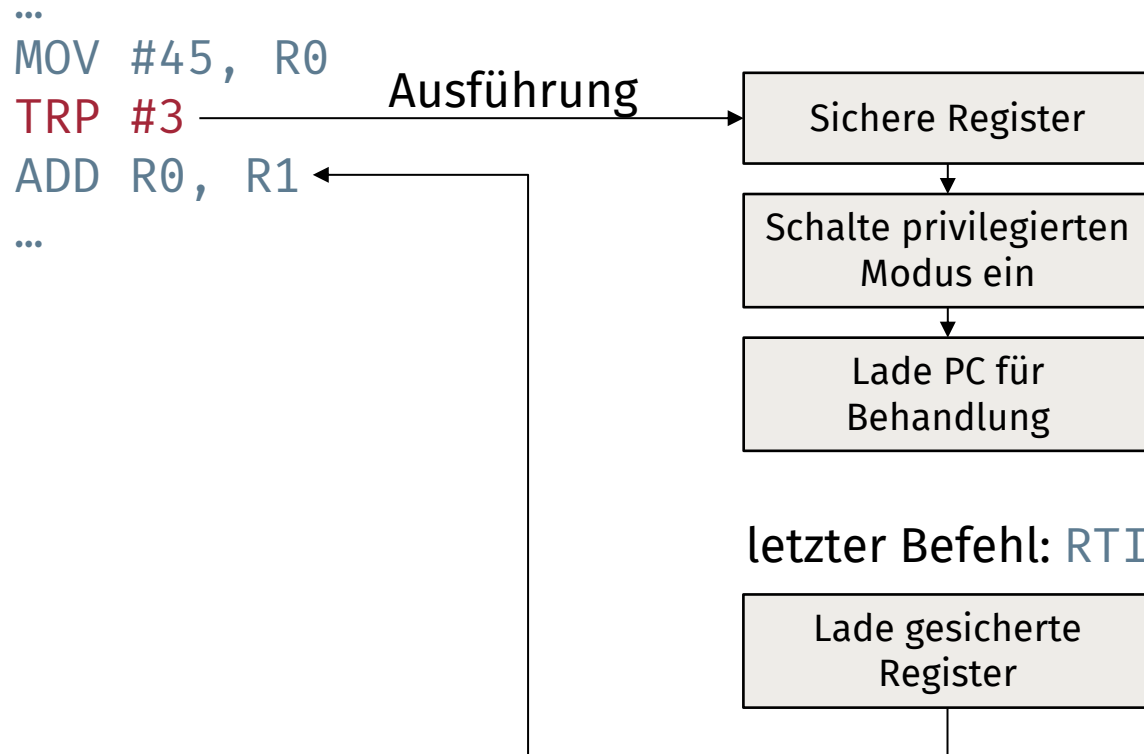
Systemaufrufe

Übergang ins Betriebssystem (*User Interrupt, Trap*)

- ◆ Wie kommt man vom Benutzer- in den privilegierten Modus?
 - spezielle Befehle zum Eintritt in den privilegierten Modus
 - Prozessor schaltet in privilegierten Modus,
 - sichert Register und
 - führt definierte Befehlsfolge aus
 - vom privilegierten Modus aus konfigurierbar
 - genutzt zur Implementierung der Betriebssystemschnittstelle
 - Systemaufruf, *System Call*, *Supervisor Call*
 - Parameterübergabe gemäß einer Konvention
 - z.B. in bestimmten Registern

Systemaufrufe (2)

Schematische Darstellung



Inhaltsüberblick

Einführung in Betriebssysteme

- Was ist ein Betriebssystem?
 - Definitionen
 - Struktur
- Weitere Aspekte
 - Betriebsarten
 - Ressourcenverwaltung
 - Programmiermodell
- Hardware-Unterstützung
 - Betriebsmodi
 - Unterbrechungen
 - Systemaufrufe