



Grundlagen der Betriebssysteme

[CS2100]

Sommersemester 2014

Heiko Falk

Institut für Eingebettete Systeme/Echtzeitsysteme
Ingenieurwissenschaften und Informatik
Universität Ulm



Kapitel 3

Einführung in Betriebssysteme

Inhalte der Vorlesung

1. Einführung
2. Zahlendarstellungen und Rechnerarithmetik
- 3. Einführung in Betriebssysteme**
4. Prozesse und Nebenläufigkeit
5. Filesysteme
6. Speicherverwaltung
7. Einführung in MIPS-Assembler
8. Rechteverwaltung
9. Ein-/Ausgabe und Gerätetreiber

Inhalte des Kapitels

3. Einführung in Betriebssysteme

- Einordnung
 - Was ist ein Betriebssystem?
 - Struktur des Betriebssystems
- Aspekte von Betriebssystemen
 - Betriebsarten
 - Verwaltung von Ressourcen
 - Programmiermodelle
- Hardware-Unterstützung
 - Prozessor
 - Betriebsmodi des Prozessors
 - Externe Unterbrechungen (*Interrupts*)
 - Interne Unterbrechungen (*Exceptions*)
 - Systemaufrufe (*System Calls, Traps*)

Was ist ein Betriebssystem (*Operating System, OS*)? (1)

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*.“

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 (*Operating System, OS*)? (2)

Silberschatz/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

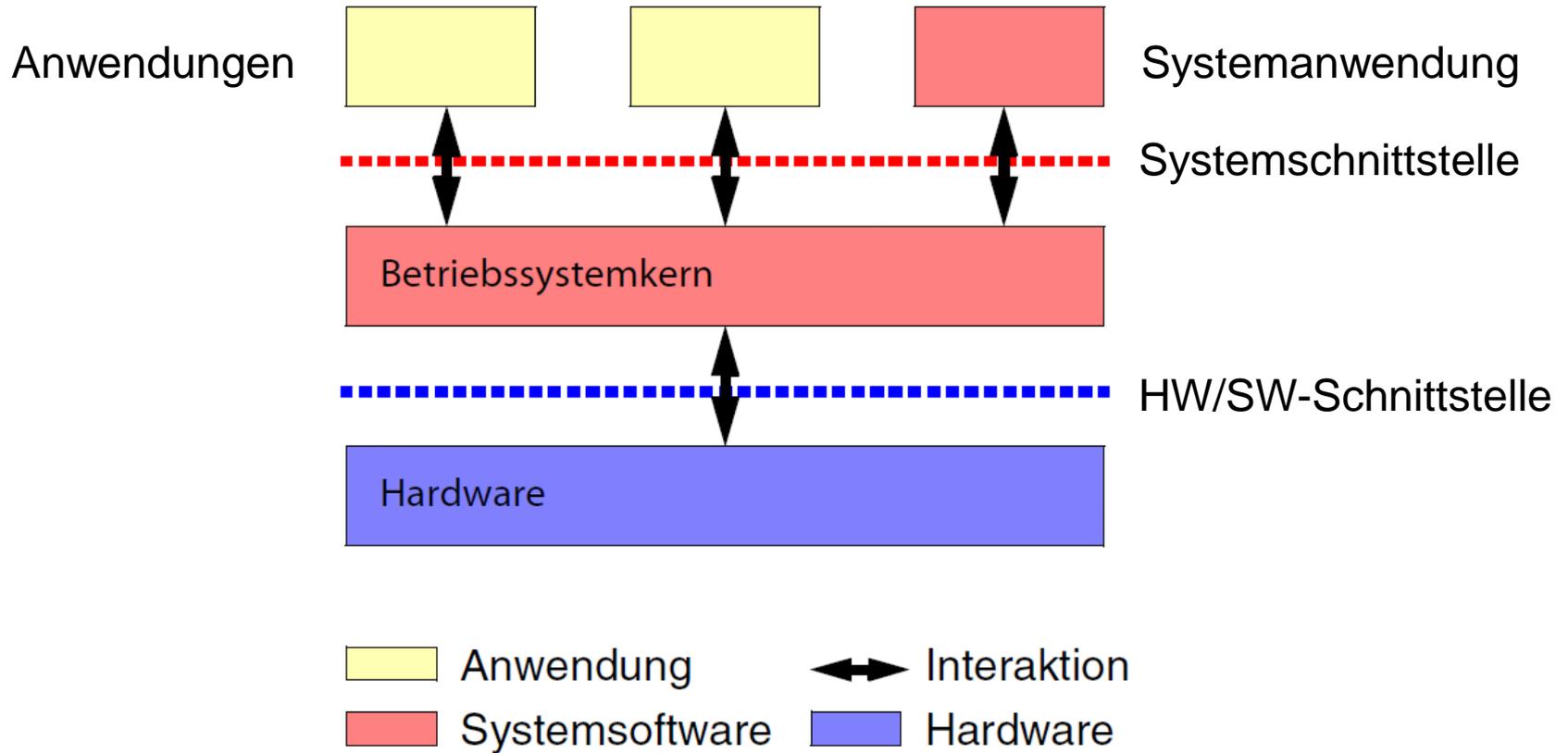
- „... der Zweck eines Betriebssystems [liegt] in der *Verteilung von Betriebsmitteln* auf sich bewerbende Benutzer.“

Zusammenfassung

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

Struktur des Betriebssystems (1)

Betriebssystem zwischen Anwendung und Hardware



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

Systemanwendungen

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

☞ **Interaktion zwischen Anwendungen nur über Betriebssystemkern**

Roter Faden

3. Einführung in Betriebssysteme

- Einordnung
 - Was ist ein Betriebssystem?
 - Struktur des Betriebssystems
- Aspekte von Betriebssystemen
- Hardware-Unterstützung

Betriebsarten

Klassifikation nach Auftragsbearbeitung

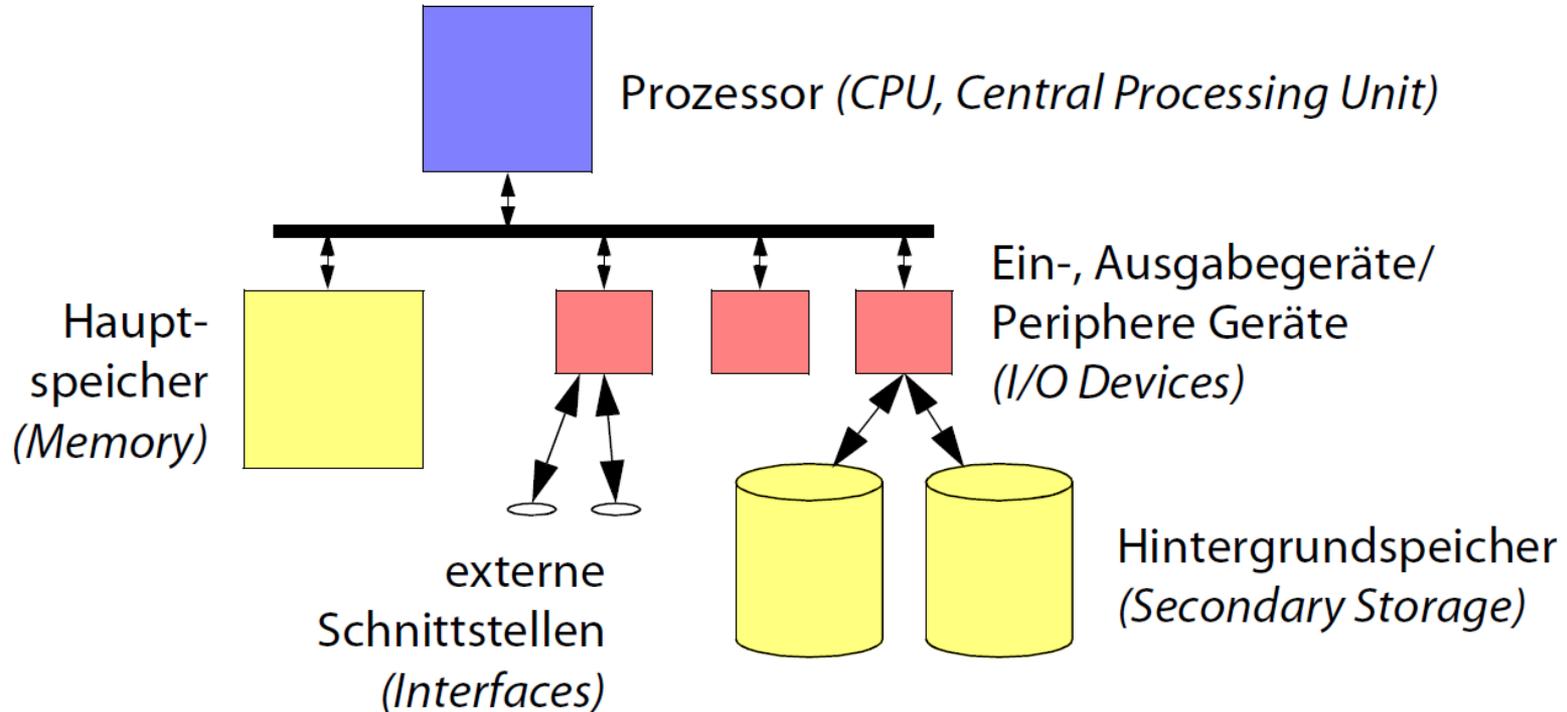
- Stapelverarbeitung (*Batch Processing*)
 - Eine Aufgabe nach der anderen
- Interaktiver Betrieb (*Interactive Processing*)
 - Rechner reagiert sofort auf Befehle
- *Time-Sharing* Betrieb
 - Rechenzeit wird über mehrere Benutzer oder Programme aufgeteilt
- Echtzeitbetrieb (*Real-Time Processing*)
 - Rechner reagiert innerhalb fester vorgegebener Zeitschranken

Ein- oder Mehrprozessbetrieb (*Singletasking, Multitasking*)

Ein- oder Mehrbenutzerbetrieb (*Single-User, Multi-User*)

Verwaltung von Ressourcen (1)

Physikalische Ressourcen



Virtuelle Ressourcen

- Vom Betriebssystem erst geschaffene Ressourcen
- Z.B. Speichersegmente, Dateien, ...

Verwaltung von Ressourcen (2)

Resultierende Aufgaben

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

Umgebung zur koordinierten gemeinsamen Nutzung von Ressourcen

- Klassifizierbar in
 - Aktive, zeitlich aufteilbare (Prozessor)
 - Passive, nur exklusiv nutzbare (Peripherie-Geräte, z.B. Drucker u.Ä.)
 - Passive, räumlich aufteilbare (Speicher, Plattenspeicher u.Ä.)

Unterstützung bei der Fehlerbehandlung / Fehlererholung

Verwaltung von Ressourcen (3)

Typische Einzelkomponenten des Betriebssystems

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

Systemsteuerung

- Kommandosprache
- *Shell* (Kommandointerpreter)
- (Grafische Benutzeroberfläche)

- Ablaufsteuerung (Starten und Beenden von Programmen)
- Konfiguration

Programmiermodelle

Betriebssystem realisiert ein Programmiermodell

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

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

Roter Faden

3. Einführung in Betriebssysteme

- Einordnung
- Aspekte von Betriebssystemen
 - Betriebsarten
 - Verwaltung von Ressourcen
 - Programmiermodelle
- Hardware-Unterstützung

Hardware-Unterstützung

Effiziente Betriebssysteme

- Unterstützung durch Hardware
 - Prozessor
 - *Memory Management Unit (MMU)*
 - Intelligente Bausteine zur Ein-/Ausgabe (E/A) (*Input/Output, I/O*)
 - usw.

Prozessor

Aufbau

- Digitales Schaltwerk (☞ siehe „Grundlagen der Rechnerarchitektur“)
- Enthält Register
 - Für Daten und ähnliches
 - Programmzähler (Speicheradresse des nächsten Befehls im Speicher)
- Führt einen Befehl (Instruktion) nach dem anderen aus
 - Programmzähler wird inkrementiert (außer bei Sprüngen)

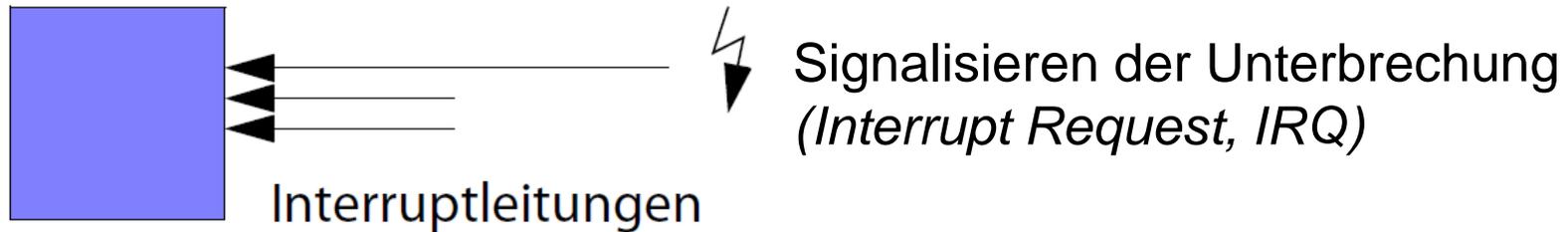
Betriebsmodi des Prozessors

Moderne Prozessoren arbeiten in einem von mindestens zwei Modi

- Benutzermodus (*User Mode*)
 - Eingeschränkter Befehlssatz
- Privilegierter Modus (*Supervisor Mode*)
 - Erlaubt Ausführung privilegierter Befehle
 - Konfigurationsänderungen des Prozessors
 - Moduswechsel
 - Spezielle I/O-Befehle
- Modus wird meist als Bit in speziellem Register repräsentiert (*Condition Code Register, CCR*)
 - *Supervisor Flag S* (z.B. 1 = *Supervisor Mode*, 0 = *User Mode*)
 - Bit kann nur im privilegierten Modus verändert werden

Externe Unterbrechungen (1)

Unterbrechungen von außen (*External Interrupts*)



- Prozessor unterbricht laufende Bearbeitung und führt eine definierte Befehlsfolge aus (vom privilegierten Modus aus konfigurierbar)
- Vorher werden alle Register einschließlich Programmzähler gesichert (z.B. auf einem Stapelspeicher/*Stack*)
- Nach einer Unterbrechung kann der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt werden
- Unterbrechungen werden im privilegierten Modus bearbeitet

Externe Unterbrechungen (2)

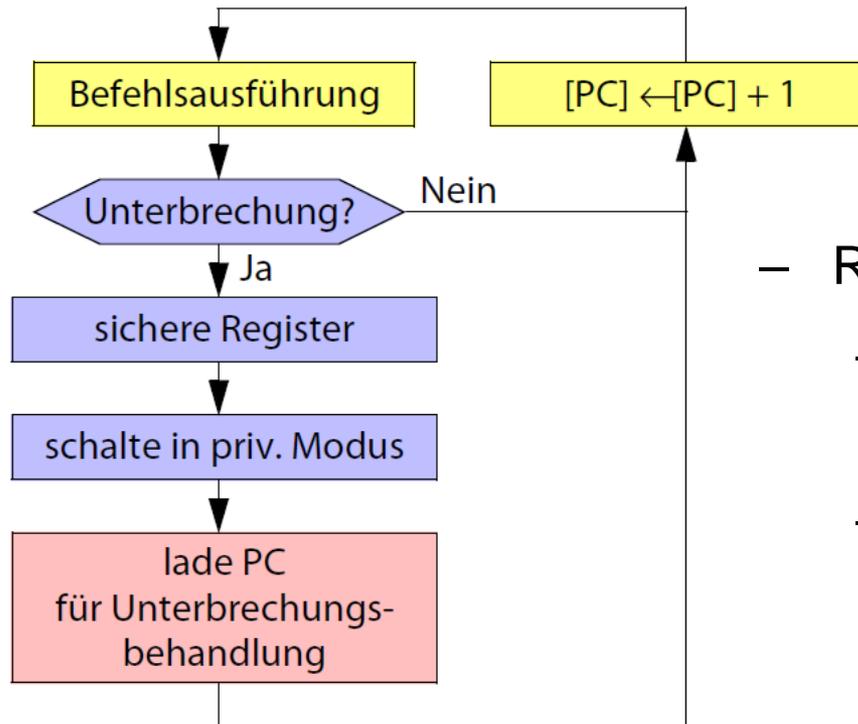
Anwendung

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

Abwicklung der Unterbrechungsbehandlung?

Externe Unterbrechungen (3)

Schematische Befehlsabwicklung



- Reale Prozessoren
 - Maskierung von *Interrupts*
 - Annahmeprotokoll gegen Doppelausführung

Externe Unterbrechungen (4)

Adresse der Unterbrechungsbehandlung steht fest

- Meist konfigurierbar

Rückkehr von der Unterbrechungsbehandlung

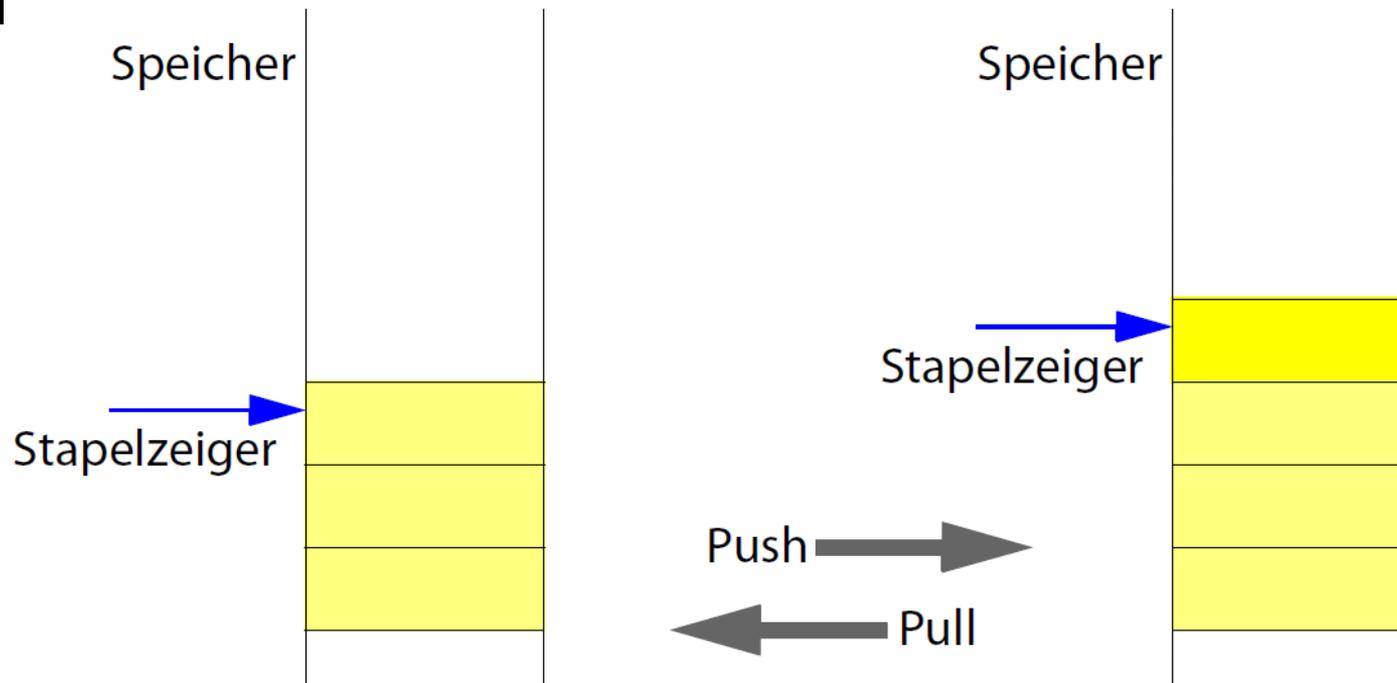
- Spezieller Befehl, z.B. **RTI**, *Return from Interrupt*
- Befehlsausführung von **RTI**
 - Restauriere gesicherte Register
 - Insbesondere PC (alter Befehlspfad)
 - Insbesondere CCR
 - Umschaltung in alten Modus
 - Meist durch Restauration des CCR

Externe Unterbrechungen (5)

Einsatz eines Stapelspeichers (*Stack*)

- Operationen *Push* und *Pull*
- ***Push***: Speichert ein Datum „oben“ auf dem Stapel
- ***Pull***: Holt zuletzt gespeichertes Datum vom Stapel

Beispiel



Externe Unterbrechungen (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 Unterbrechungen

Unterbrechungen durch die Befehlsausführung (*Internal Interrupts, Exceptions*)

- Bei bestimmten Fehlersituationen (z.B. Division durch Null) unterbricht Prozessor laufende Befehlsbearbeitung und führt definierte Befehlsfolge aus (ähnlich wie bei externen Unterbrechungen)

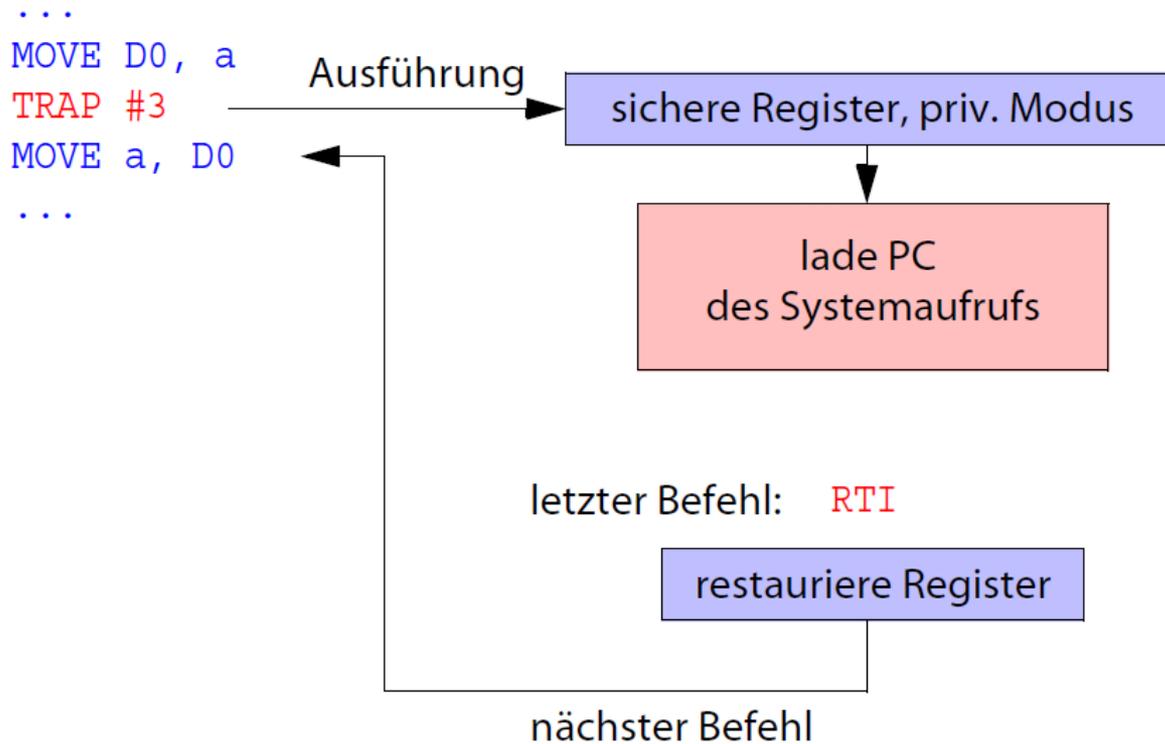
Systemaufrufe (1)

Systemaufrufe (*Traps, User Interrupts*)

- Wie kommt man kontrolliert vom Benutzermodus in den privilegierten Modus?
- Spezielle Befehle zum Eintritt in den privilegierten Modus
- Prozessor schaltet in privilegierten Modus und führt definierte Befehlsfolge aus (vom privilegierten Modus aus konfigurierbar)
- Solche Befehle werden dazu genutzt, die Betriebssystemschnittstelle zu implementieren (*Supervisor Calls*)
- Parameter werden nach einer Konvention übergeben (z.B. auf dem *Stack*)

Systemaufrufe (2)

Schematische Befehlsabwicklung



Zusammenfassung (1)

Einordnung

- Betriebssystem: Software, die Ressourcen eines Rechners verwaltet und dem Anwender eine Umgebung schafft, die weniger komplex und leichter zu bedienen ist als die reale Hardware
- Struktur: (System-) Anwendungen; Systemschnittstelle; Kern (*Kernel*); HW/SW-Schnittstelle

Aspekte von Betriebssystemen

- Betriebsarten: *Batch*, *Interactive*, *Time-Sharing*, *Real-Time Processing*; Mehrprozess- / Mehrbenutzerbetrieb
- Ressourcen-Verwaltung: physikalische & virtuelle Ressourcen; wechselseitiger Ausschluss; OS-Komponenten (Prozessverwaltung, Filesysteme, Speicherverwaltung, Ein-/Ausgabe und Gerätetreiber)
- Programmiermodelle: Abstraktionsebene von der realen Hardware

Zusammenfassung (2)

Hardware-Unterstützung

- Betriebsmodi: *User Mode* und *Supervisor Mode*
- Externe Unterbrechungen: *Interrupt*-Behandlung; Befehlsabwicklung; Rückkehr von *Interrupt*-Behandlung; *Stack*-Speicher
- Systemaufrufe: Wechsel zwischen *User* und *Supervisor Mode*; *Trap Handler*; Realisieren der Betriebssystemschnittstelle