



Betriebssysteme (BS)

Abstraktionen und Strukturen

<http://ess.cs.tu-dortmund.de/DE/Teaching/SS2018/BS/>

Olaf Spinczyk

olaf.spinczyk@tu-dortmund.de

<http://ess.cs.tu-dortmund.de/~os>





Inhalt

- Prozesse
 - CPU-Zuteilung
 - Synchronisation und Verklemmungen
 - Interprozesskommunikation
- Speicherverwaltung
 - Arbeitsspeicher
 - Hintergrundspeicher
- Systemsicherheit
- Multiprozessorsysteme

Literatur

Silberschatz, Kap. 1,
„Einführung“

Tanenbaum, Kap. 1,
„Einführung“



Inhalt

- **Prozesse**

- CPU-Zuteilung
- Synchronisation und Verklemmungen
- Interprozesskommunikation

- Speicherverwaltung

- Arbeitsspeicher
- Hintergrundspeicher

- Systemsicherheit

- Multiprozessorsysteme

Literatur

Silberschatz, Kap. 1,
„Einführung“

Tanenbaum, Kap. 1,
„Einführung“



Ein Prozess ...

- Horning/Randell, Process Structuring

„... P ist ein Tripel (S, f, s) , wobei S einen Zustandsraum, f eine Aktionsfunktion und $s \subseteq S$ die Anfangszustände des Prozesses P bezeichnen. Ein Prozess erzeugt Abläufe, die durch die Aktionsfunktion generiert werden können.“

- Dennis/van Horn, Programming Semantics for Multiprogrammed Computations

„... ist das Aktivitätszentrum innerhalb einer Folge von Elementaroperationen. Damit wird ein Prozess zu einer abstrakten Einheit, die sich durch die Instruktionen eines abstrakten Programms bewegt, wenn dieses auf einem Rechner ausgeführt wird.“

- Habermann, Introduction to Operating System Design

„... wird durch ein Programm kontrolliert und benötigt zur Ausführung dieses Programms einen Prozessor.“



Ein Prozess ...

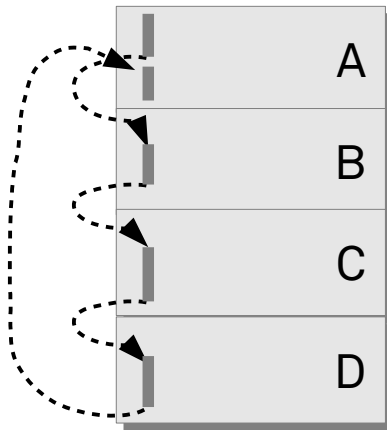
- „*ist ein Programm in Ausführung.*“
 - unbekannte Referenz, „Mundart“
- Dazu gehört ein **Prozesskontext**, i.d.R. ...
 - Speicher: Code-, Daten und Stapelsegment (*text, data, bss, stack, heap*)
 - Prozessorregisterinhalte
 - Instruktionszeiger
 - Stapelzeiger
 - Vielzweckregister
 - ...
 - Prozesszustand
 - Benutzerkennung
 - Zugriffsrechte
 - Aktuell belegte Betriebsmittel
 - Dateien, E/A-Geräte, u.s.w.
 - ...

wird repräsentiert durch einen
Prozesskontrollblock
(*process control block, PCB*)

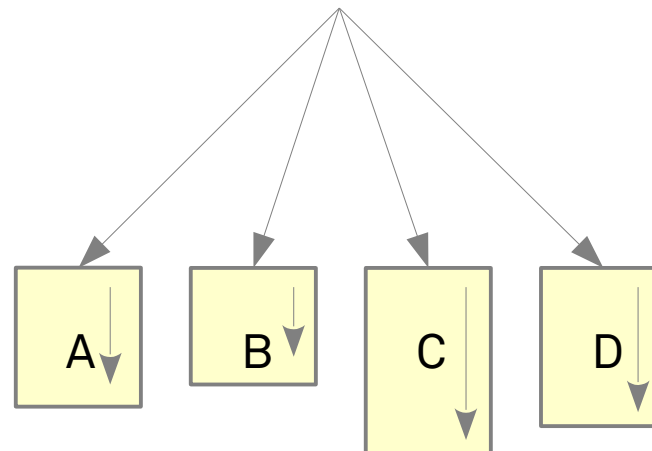


Prozessmodell

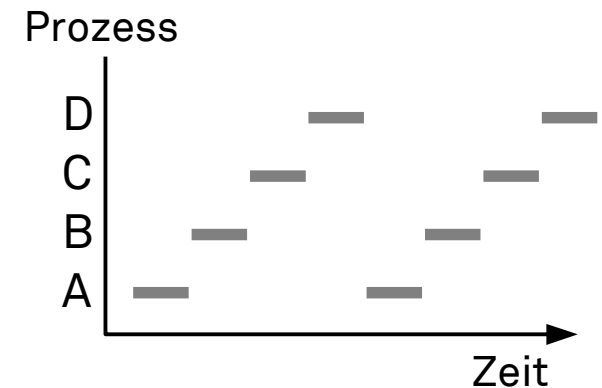
Mehrprogrammbetrieb



Nebenläufige
Prozesse



Multiplexing der CPU



Technische Sicht

- 1 Instruktionszeiger
- Kontextwechsel

Konzeptionelle Sicht

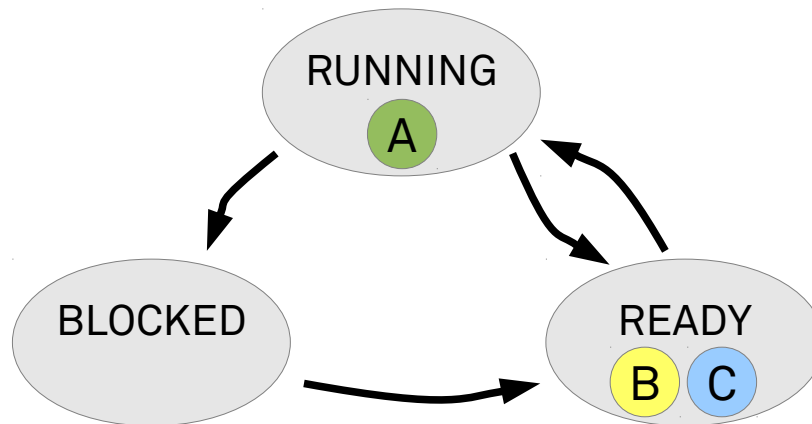
- 4 unabhängige sequentielle Kontrollflüsse

Realzeit-Sicht

- (Gantt-Diagramm)
- Zu jedem Zeitpunkt ist nur ein Prozess aktiv (Uni-Prozessor-HW)

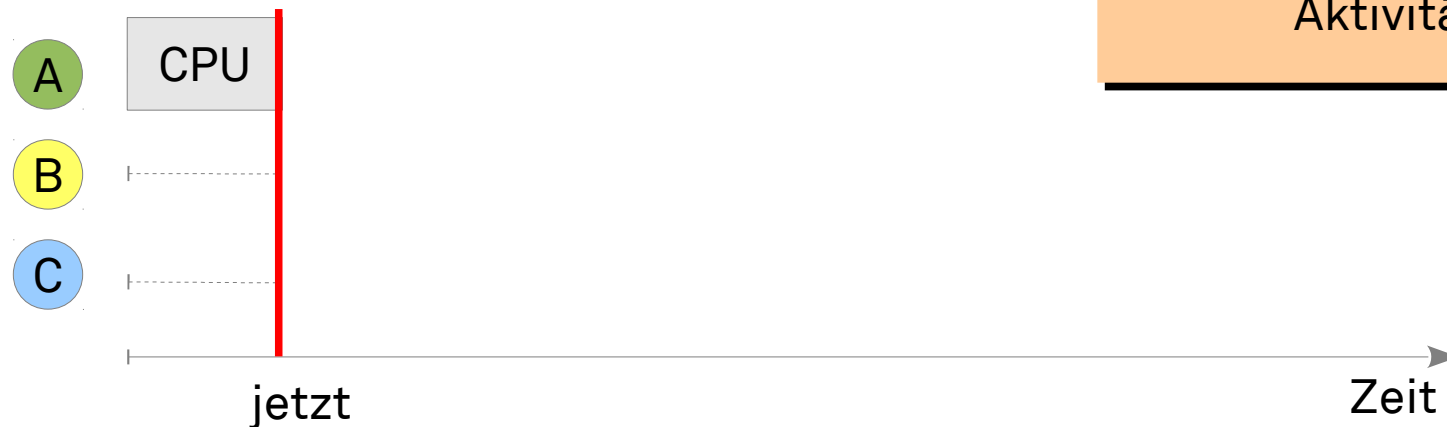


Prozessverhalten und -zustände (3)



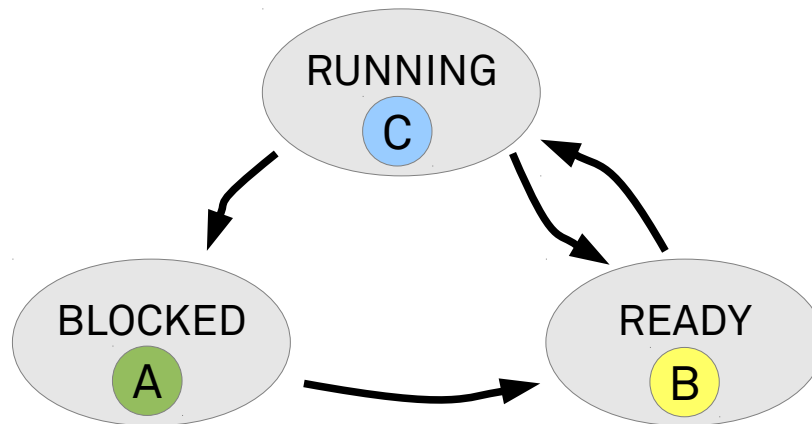
Prozesszustände

- **RUNNING**
 - Prozess wird gerade ausgeführt
- **READY**
 - Prozess ist rechenbereit, wartet auf die CPU
- **BLOCKED**
 - Prozess wartet auf die Beendigung einer E/A-Aktivität





Prozessverhalten und -zustände (3)

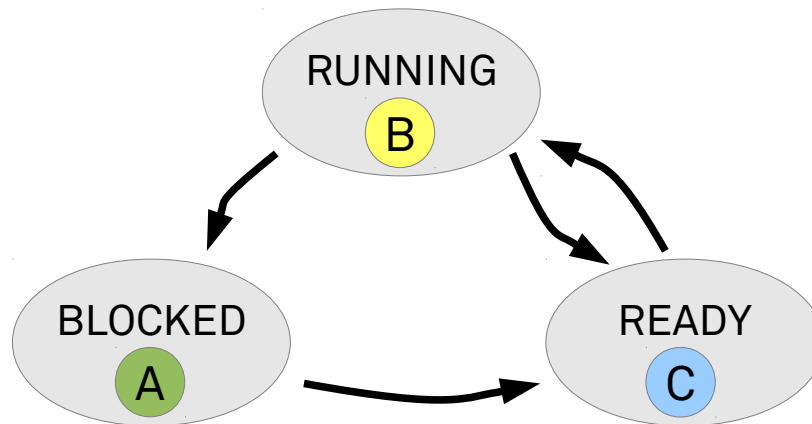


Prozess A hat einen E/A-Vorgang gestartet und ist in den Zustand BLOCKED übergegangen. Da A die CPU nun nicht benötigt, hat das Betriebssystem den Prozess C ausgewählt und von READY in RUNNING überführt. Es fand ein **Kontextwechsel** von A zu C statt.

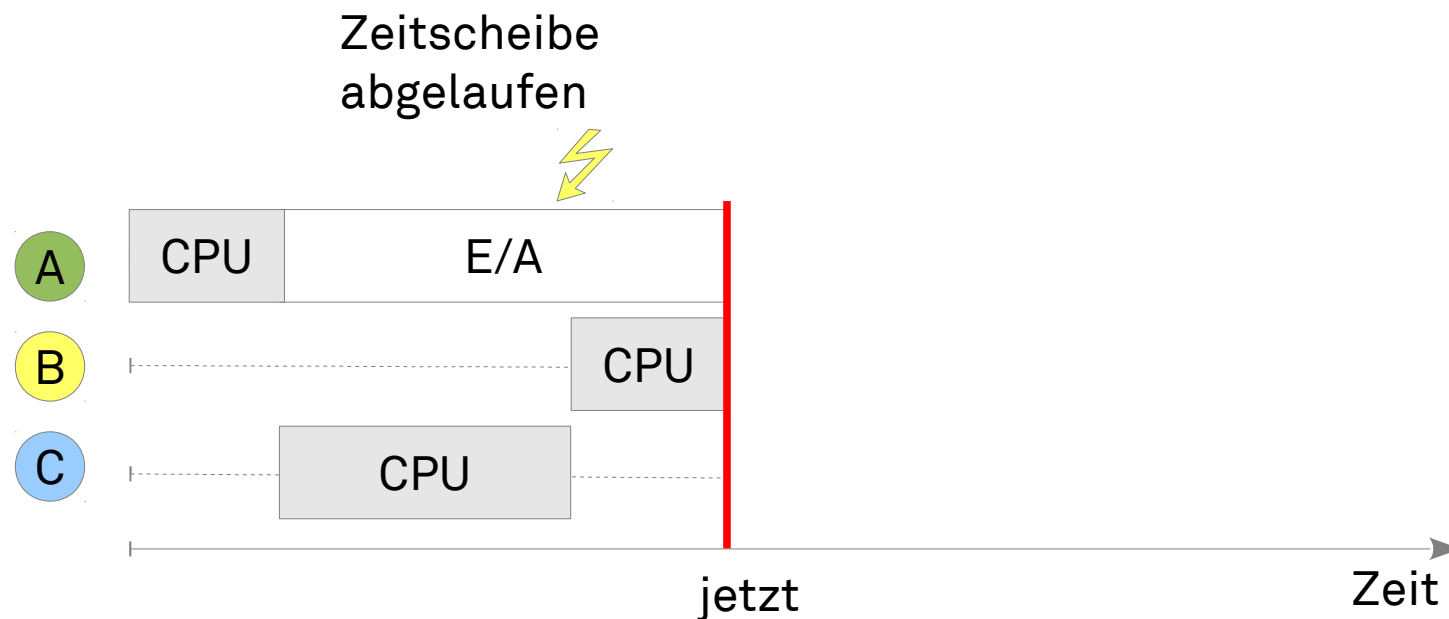




Prozessverhalten und -zustände (3)

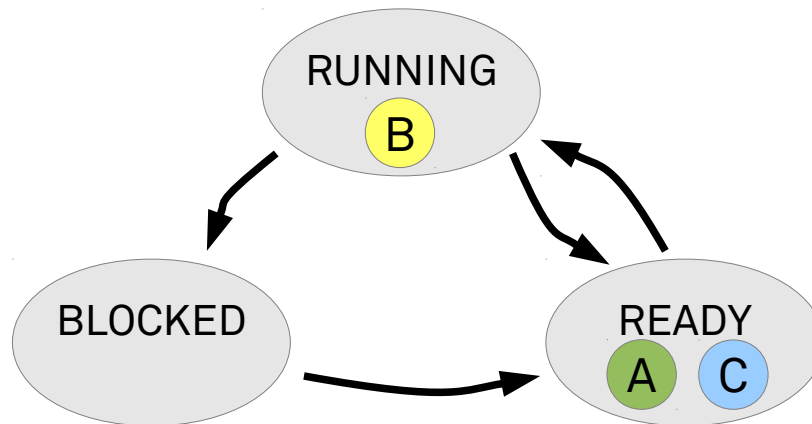


C hat die CPU zu lange „besessen“, wurde „**verdrängt**“ und ist daher nun wieder im Zustand READY. Damit kann jetzt endlich auch B bearbeitet werden und wird RUNNING.

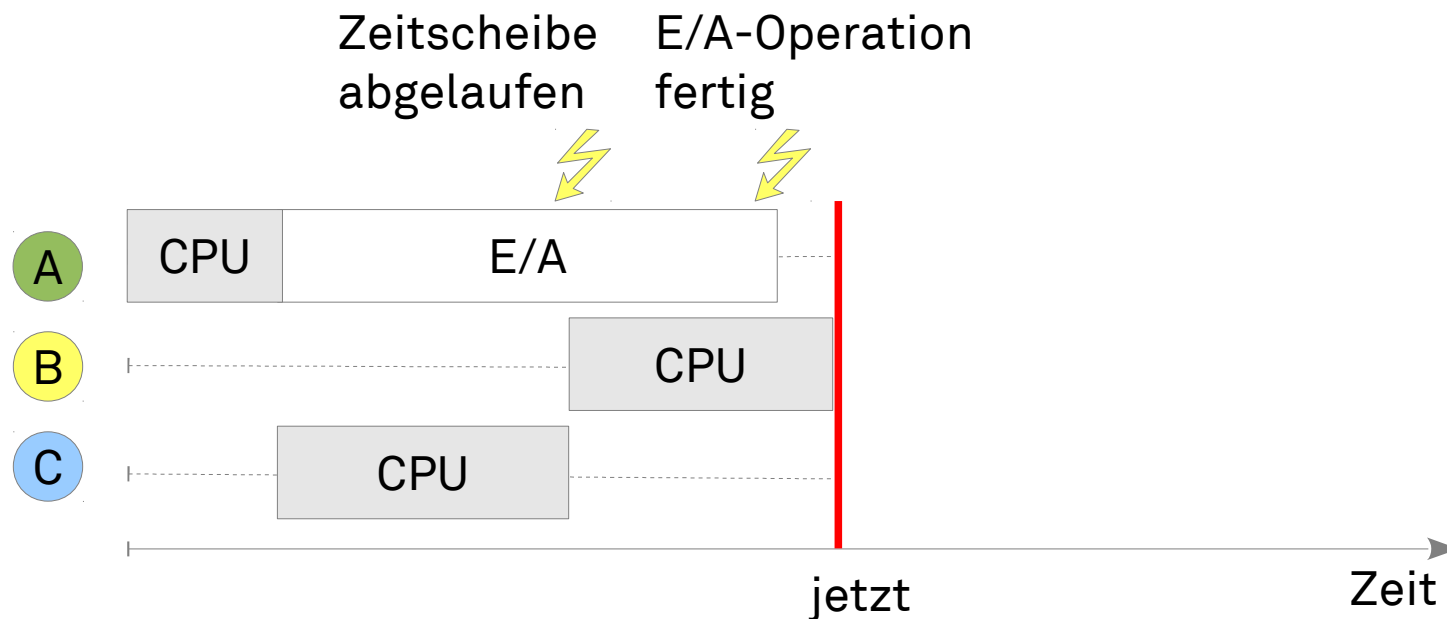




Prozessverhalten und -zustände (3)

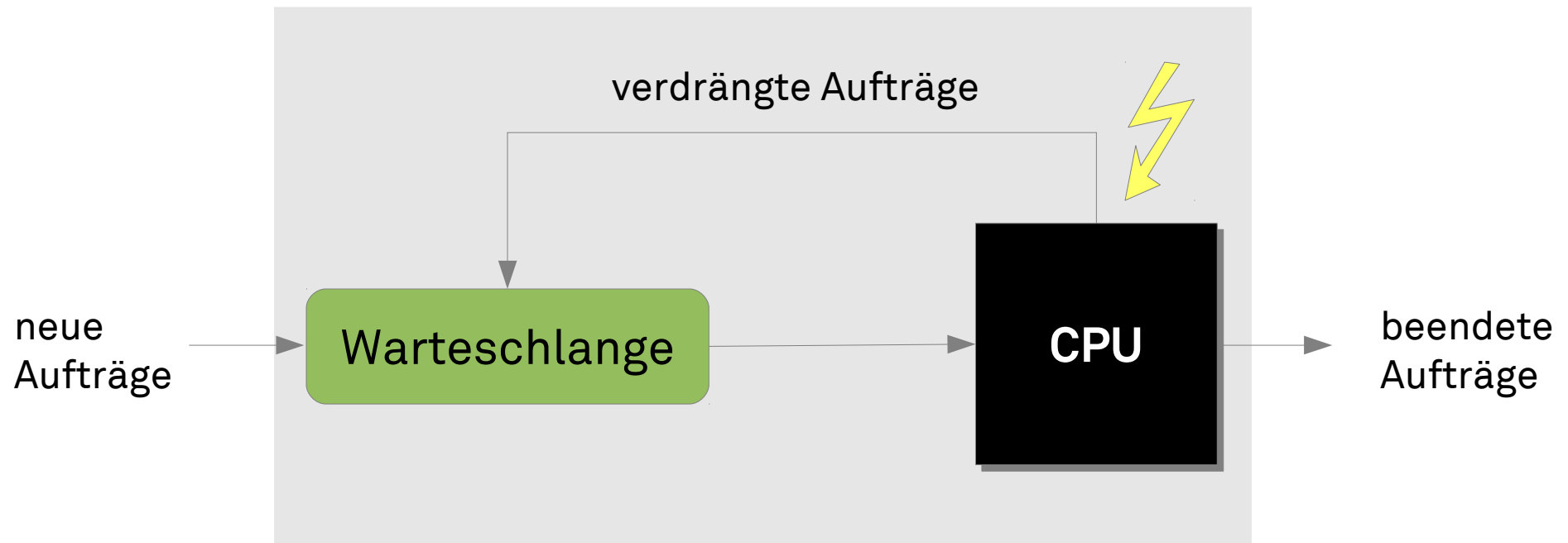


Die E/A-Operation von A ist nun abgeschlossen. Daraufhin wird A nun READY und wartet auf die Zuteilung der CPU.





CPU-Zuteilung (Scheduling)



Ein einzelner **Scheduling-Algorithmus** charakterisiert sich durch die Reihenfolge von Prozessen in der Warteschlange und die Bedingungen, unter denen die Prozesse der Warteschlange zugeführt werden.



CPU-Zuteilung (*Scheduling*)

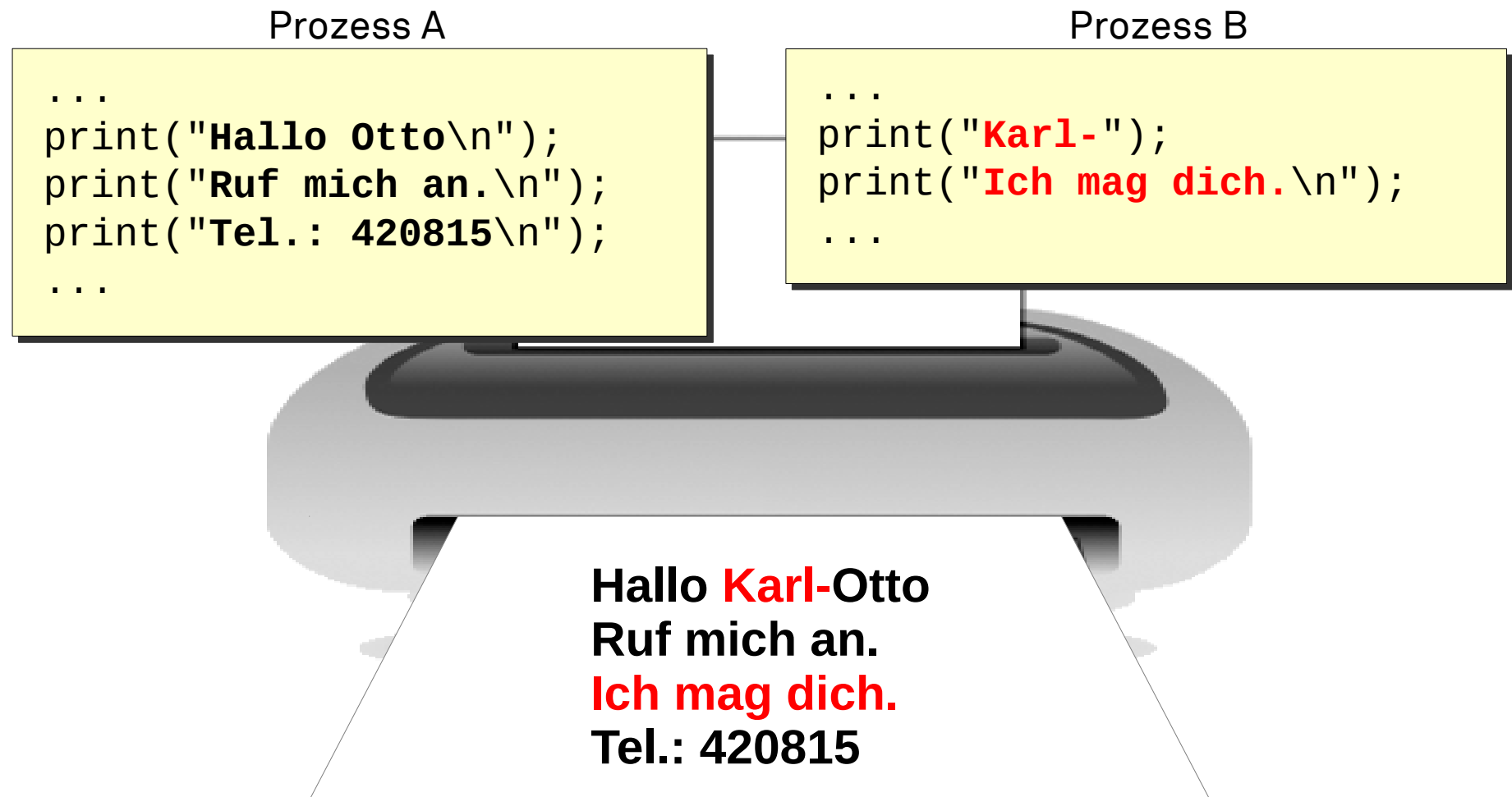
(auch "Ablaufplanung")

- Sorgt für den geordneten Ablauf konkurrierender Prozesse
- Grundsätzliche Fragestellungen
 - Welche Arten von Ereignissen führen zur Verdrängung?
 - In welcher Reihenfolge sollen Prozesse ablaufen?
- Ziele eines *Scheduling*-Algorithmus
 - benutzerorientiert, z.B. kurze Antwortzeiten
 - systemorientiert, z.B. optimale CPU-Auslastung
- Kein *Scheduling*-Algorithmus kann alle Bedürfnisse erfüllen.



Prozesssynchronisation

- Beispiel: unkoordinierter Druckerzugriff





Prozesssynchronisation

- Ursache: **kritische Abschnitte**
- Lösungsmöglichkeit: **Gegenseitiger Ausschluss**
 - *Mutex*-Abstraktion

Prozess A

```
...  
lock(&printer_mutex);  
print("Hallo Otto\n");  
print("Ruf mich an.\n");  
print("Tel.: 420815\n");  
unlock(&printer_mutex);  
...
```

Prozess B

```
...  
lock(&printer_mutex);  
print("Karl-");  
print("Ich mag dich.\n");  
unlock(&printer_mutex);  
...
```

Wenn sich einer der Prozesse A oder B zwischen **lock** und **unlock** befindet, kann der jeweils andere das **lock** nicht passieren und blockiert dort, bis der kritische Abschnitt wieder frei ist (**unlock**).



Verklemmungen (*Deadlocks*)





Interprozesskommunikation

- ... ermöglicht die Zusammenarbeit mehrerer Prozesse
 - lokal (*local*), z.B. Drucker-Dämon, X-Server
 - entfernt (*remote*), z.B. Webserver, Datenbank-Server, ftp-Server
 - „Client/Server-Systeme“
- Abstraktionen/Programmiermodelle
 - Gemeinsamer Speicher
 - mehrere Prozesse dürfen gleichzeitig denselben Speicherbereich nutzen
 - zusätzlich Synchronisation notwendig
 - Nachrichtenaustausch
 - Semantik eines Faxes (verschickt wird die Kopie einer Nachricht)
 - synchron oder asynchron



Inhalt

- Prozesse
 - CPU-Zuteilung
 - Synchronisation und Verklemmungen
 - Interprozesskommunikation
- **Speicherverwaltung**
 - Arbeitsspeicher
 - Hintergrundspeicher
- Systemsicherheit
- Multiprozessorsysteme

Literatur

Silberschatz, Kap. 1,
„Einführung“

Tanenbaum, Kap. 1,
„Einführung“

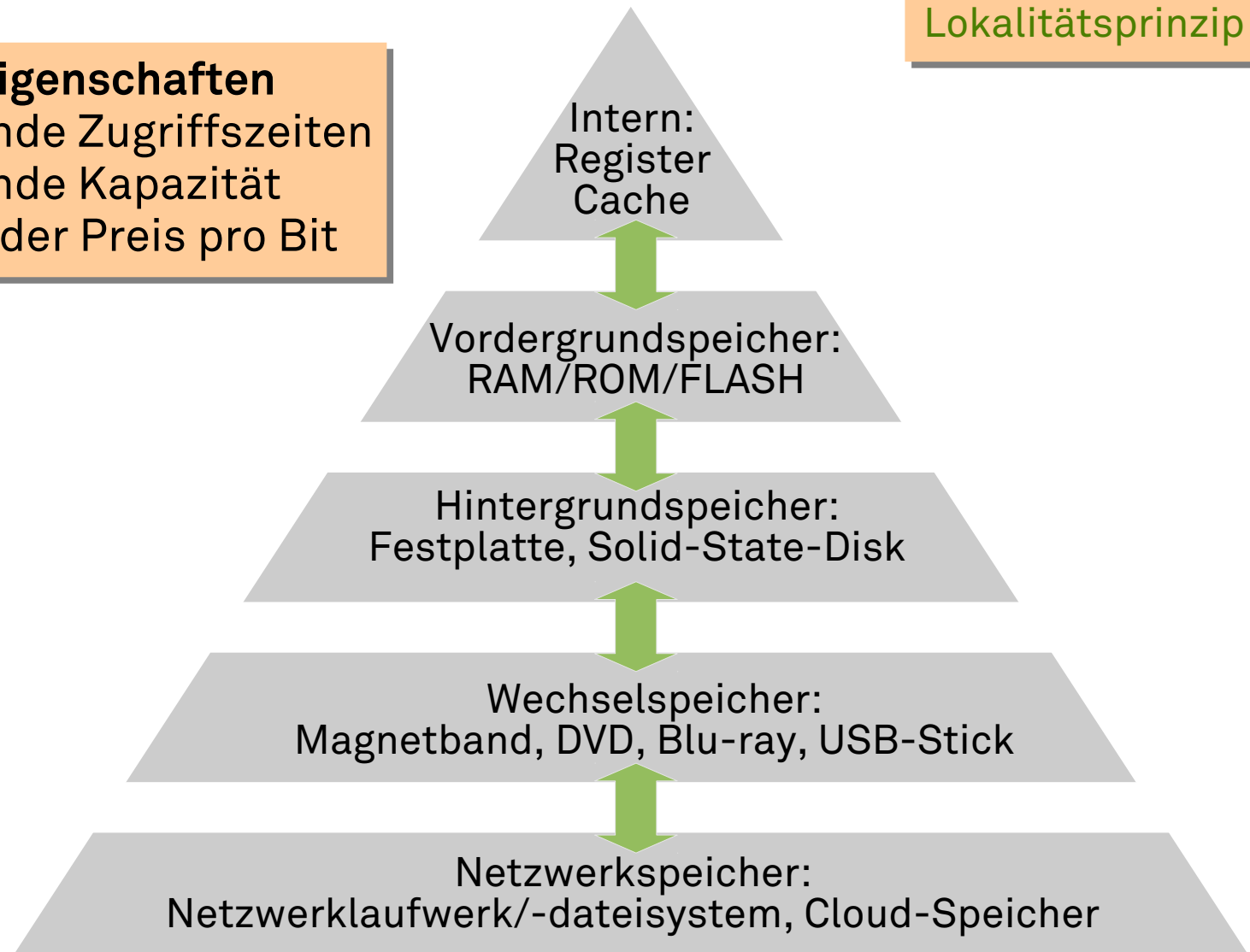


Die Speicherhierarchie

Sehr wirtschaftlich
durch das
Lokalitätsprinzip!

Speichereigenschaften

- steigende Zugriffszeiten
- steigende Kapazität
- sinkender Preis pro Bit





Speicherverwaltung

• Adressabbildung

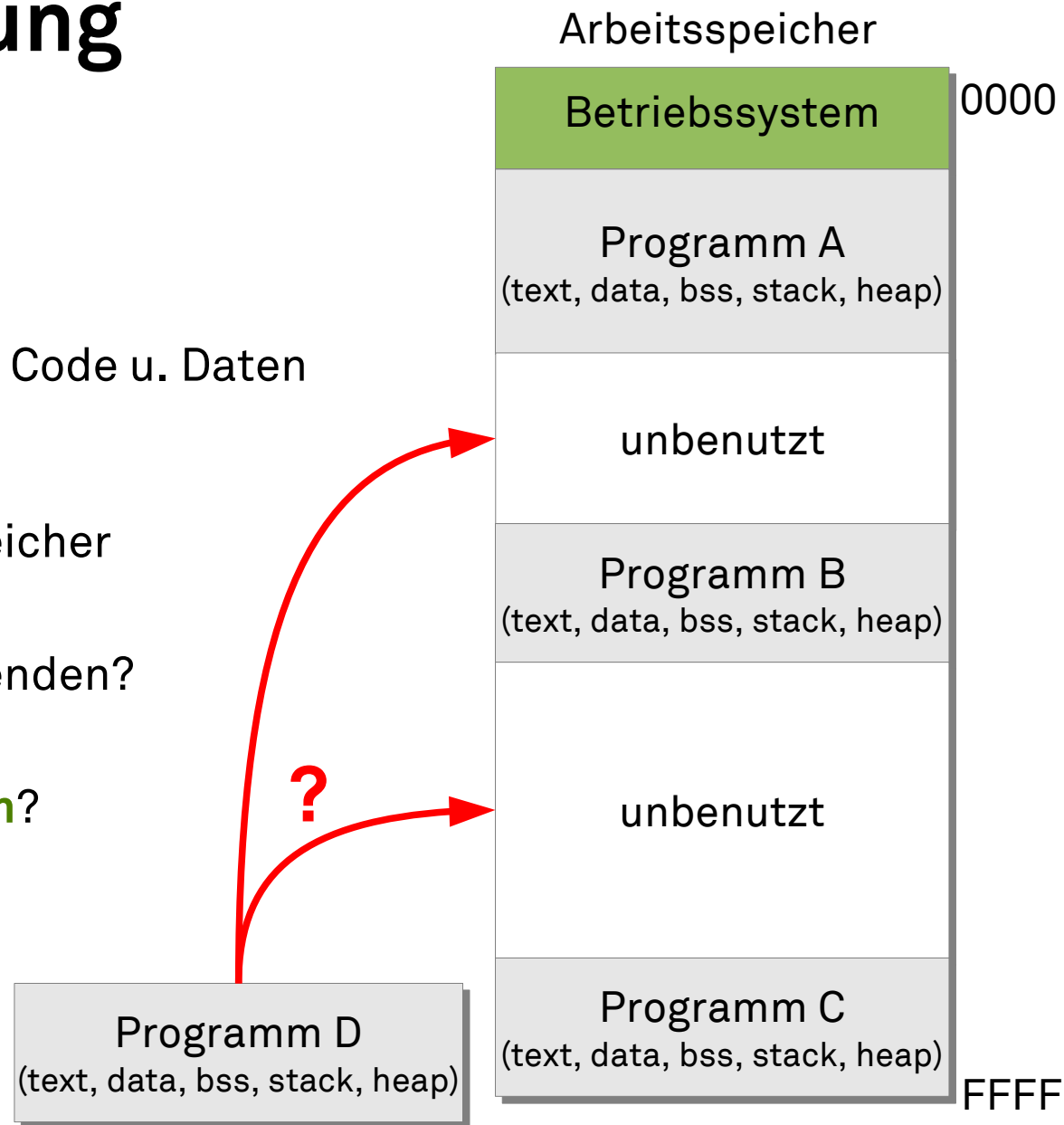
- **Logische Adressen** auf physikalische Adressen
- Gestattet **Relokation** von Code u. Daten

• Platzierungsstrategie

- In welcher Lücke soll Speicher reserviert werden?
- **Kompaktifizierung** verwenden?
- Wie minimiert man das **Fragmentierungsproblem**?

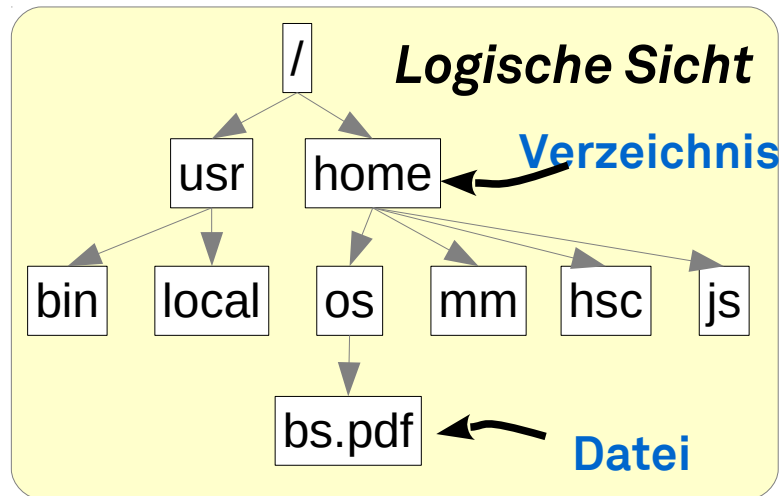
• Ersetzungsstrategie

- Welcher Speicherbereich könnte sinnvoll ausgelagert werden?



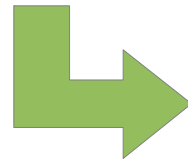


Hintergrundspeicher

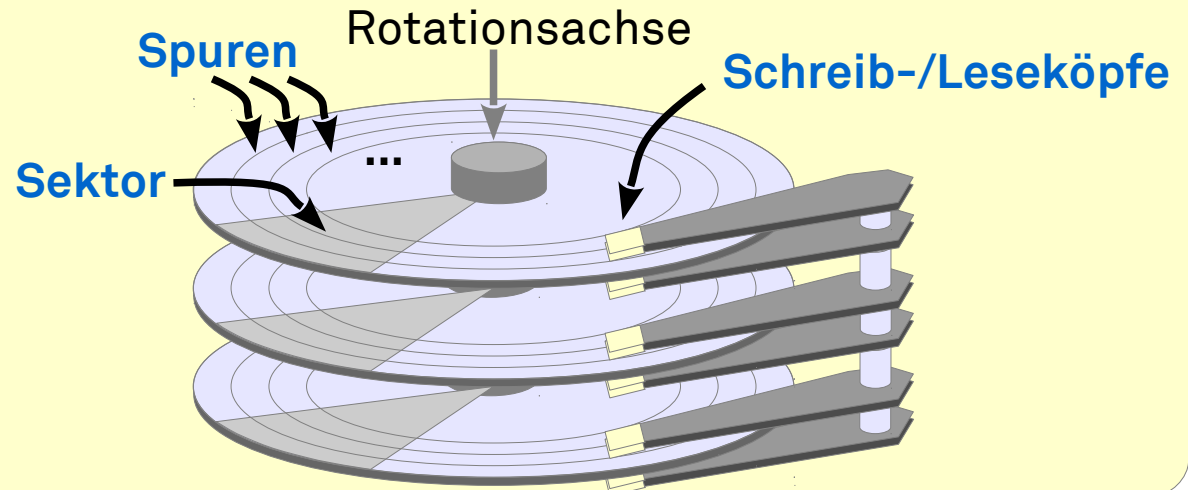


Dateisysteme erlauben die dauerhafte Speicherung großer Datenmengen.

Abbildung



Physikalische Sicht



Festplatte mit 6 Oberflächen

Das Betriebssystem stellt den Anwendungen die logische Sicht zur Verfügung und muss diese effizient realisieren.



Inhalt

- Prozesse
 - CPU-Zuteilung
 - Synchronisation und Verklemmungen
 - Interprozesskommunikation
- Speicherverwaltung
 - Arbeitsspeicher
 - Hintergrundspeicher
- **Systemsicherheit**
- Multiprozessorsysteme

Literatur

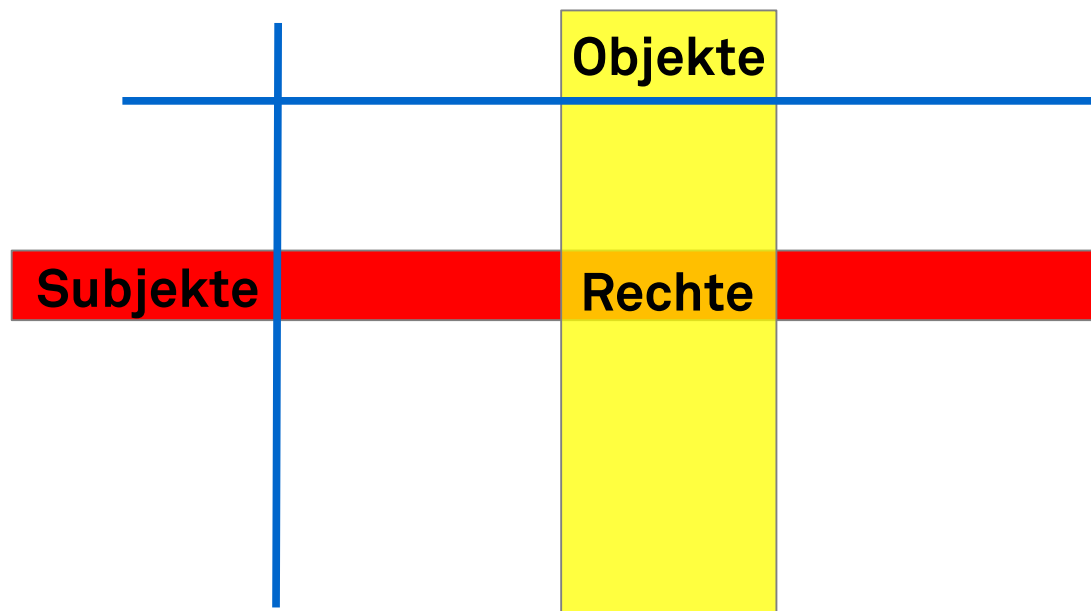
Silberschatz, Kap. 1,
„Einführung“

Tanenbaum, Kap. 1,
„Einführung“



Zugriffsmatrix

- Begriffe:
 - Subjekte (Personen, Prozesse)
 - Objekte (Daten, Geräte, Prozesse, Speicher ...)
 - Operationen (Lesen, Schreiben, Löschen, Ausführen ...)
- Frage: Ist Operation(Subjekt, Objekt) zulässig?





Basismodell: Datei-/Prozessattribute

- Festlegungen in Bezug auf Benutzer:
 - für welchen Benutzer arbeitet ein Prozess?
 - welchem Benutzer gehört eine Datei (owner)?
 - welche Rechte räumt ein Benutzer anderen und sich selbst an „seiner“ Datei ein?
- Rechte eines Prozesses an einer Datei
 - Attribute von Prozessen: User ID
 - Attribute von Dateien: Owner ID

	Datei 1	Datei 2	Datei 3
User 1			
User 2		Read	
User 3			
User 4			



Unix-Zugriffsrechte

- Unix: rudimentäre Zugriffssteuerlisten
 - Prozess: User ID, Group ID
 - Datei: Owner, Group
 - Rechte in Bezug auf User (Owner), Group, Others

Datei.tex		
rw-	r--	---
		Others
	Group: Staff	
User: Michael		

Dateiattribute:

rwX

- Ausführen (e**X**ecute): ja/nein
- Schreiben (**W**rite): ja/nein
- Lesen (**R**ead): ja/nein



Inhalt

- Prozesse
 - CPU-Zuteilung
 - Synchronisation und Verklemmungen
 - Interprozesskommunikation
- Speicherverwaltung
 - Arbeitsspeicher
 - Hintergrundspeicher
- Systemsicherheit
- **Multiprozessorsysteme**

Literatur

Silberschatz, Kap. 1,
„Einführung“

Tanenbaum, Kap. 1,
„Einführung“

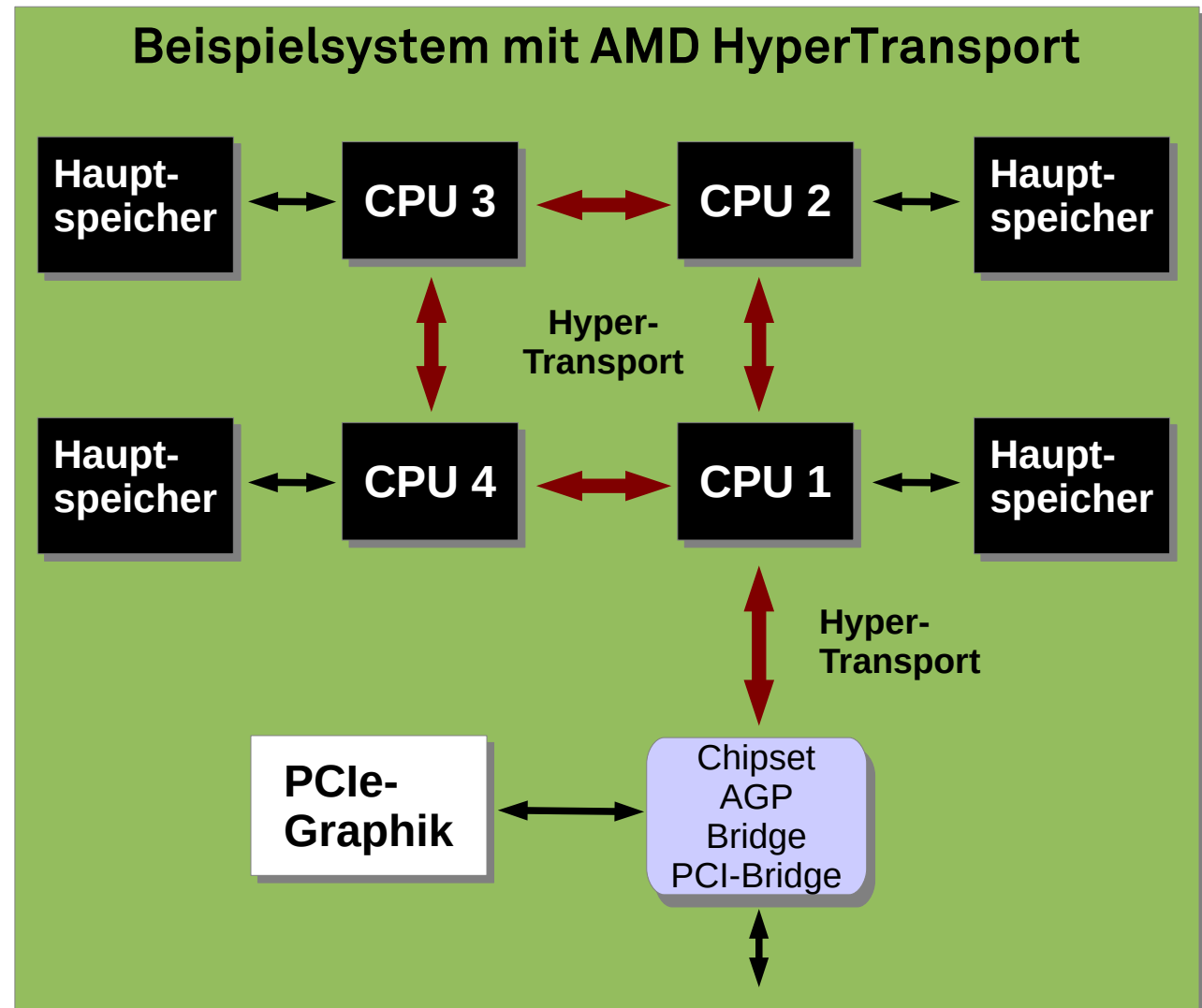


NUMA-Architekturen (*Non-Uniform Memory Architecture*)

Die CPUs (u.U. mit mehreren Cores) kommunizieren untereinander via HyperTransport.

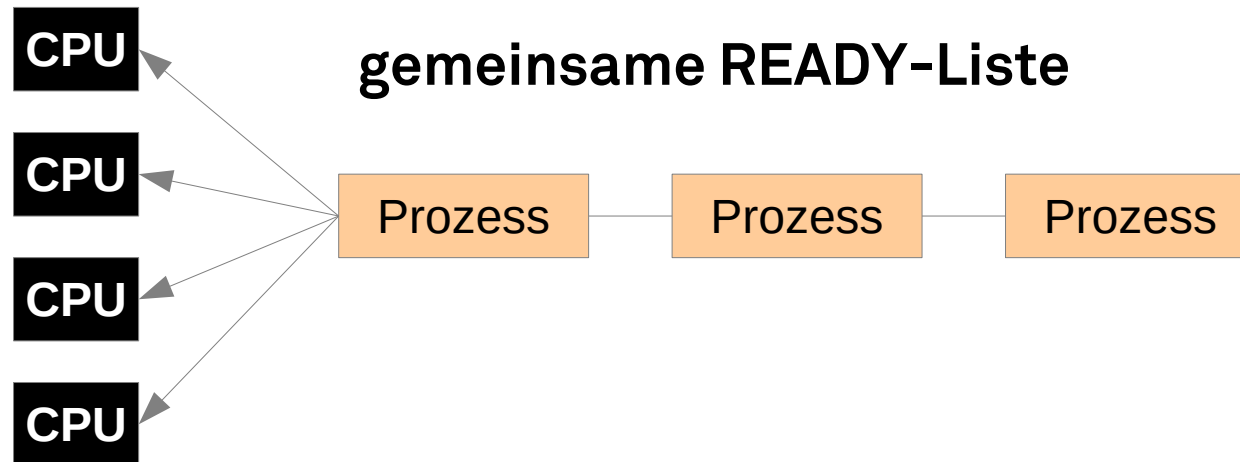
Globaler Adressraum: An andere CPUs angebundener Hauptspeicher kann adressiert werden, die **Latenz ist jedoch höher**.

Ansatz skaliert besser, da parallele Speicherzugriffe möglich sind.

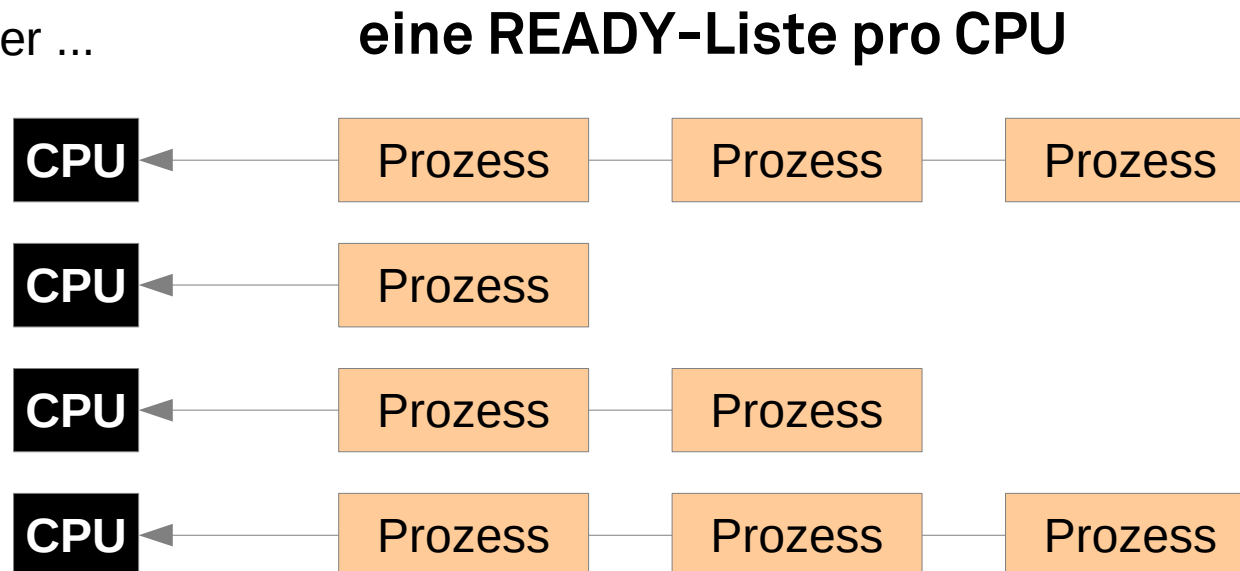




CPU-Zuteilung im Multiprozessor



oder ...





Fazit: Das Betriebssystem ...

- verwaltet Betriebsmittel, insbesondere CPU und Speicher
- stellt Abstraktionen zur Verfügung, z.B. ...
 - Prozesskonzept
 - Dateien und Verzeichnisse
 - Rechtekonzept
- ist für ein bestimmtes Anwendungsprofil optimiert
 - allen Anwendungen 100% gerecht zu werden ist unmöglich

Betriebssysteme, typische Anwendungen und Hardware haben sich Hand in Hand im Laufe der vergangenen Jahrzehnte entwickelt. Die heute üblichen Systemabstraktionen sind das Ergebnis einer Evolution, deren Ende nicht in Sicht ist.