

Systeme I: Betriebssysteme

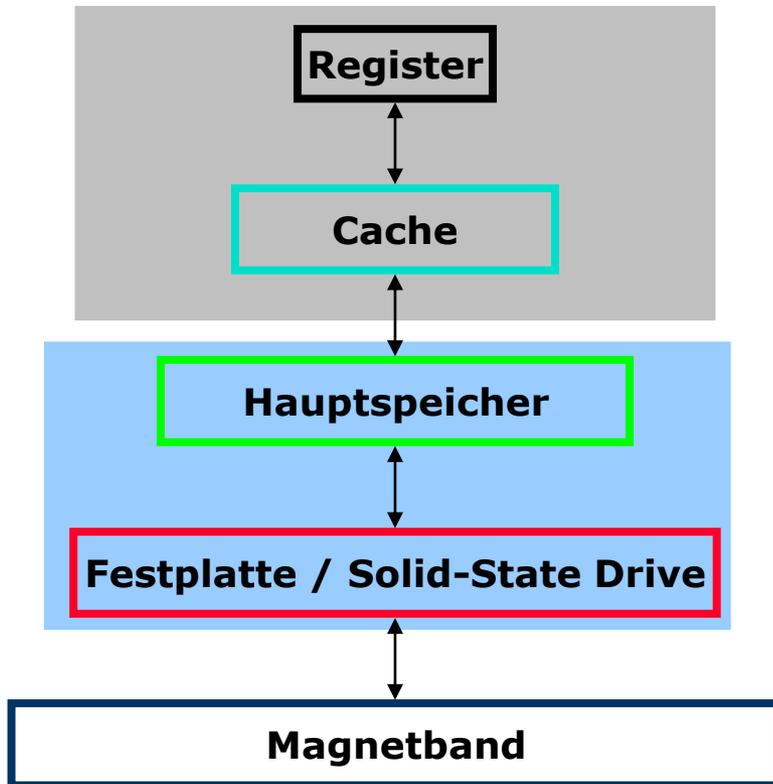
Kapitel 8 **Speicherverwaltung**



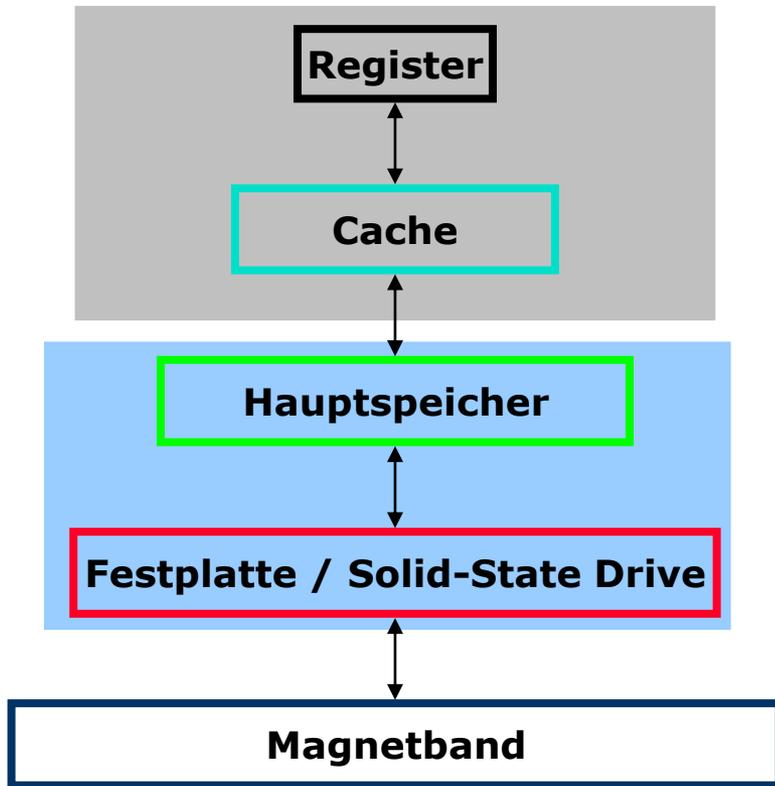
Inhalt Vorlesung

- Aufbau einfacher Rechner
- Überblick: Aufgabe, Historische Entwicklung, unterschiedliche Arten von Betriebssystemen
- Betriebssysteme: Komponenten & Konzepte
 - Dateisysteme
 - Prozesse
 - Nebenläufigkeit und wechselseitiger Ausschluss
 - Deadlocks
 - Scheduling
 - **Speicherverwaltung**
 - Sicherheit

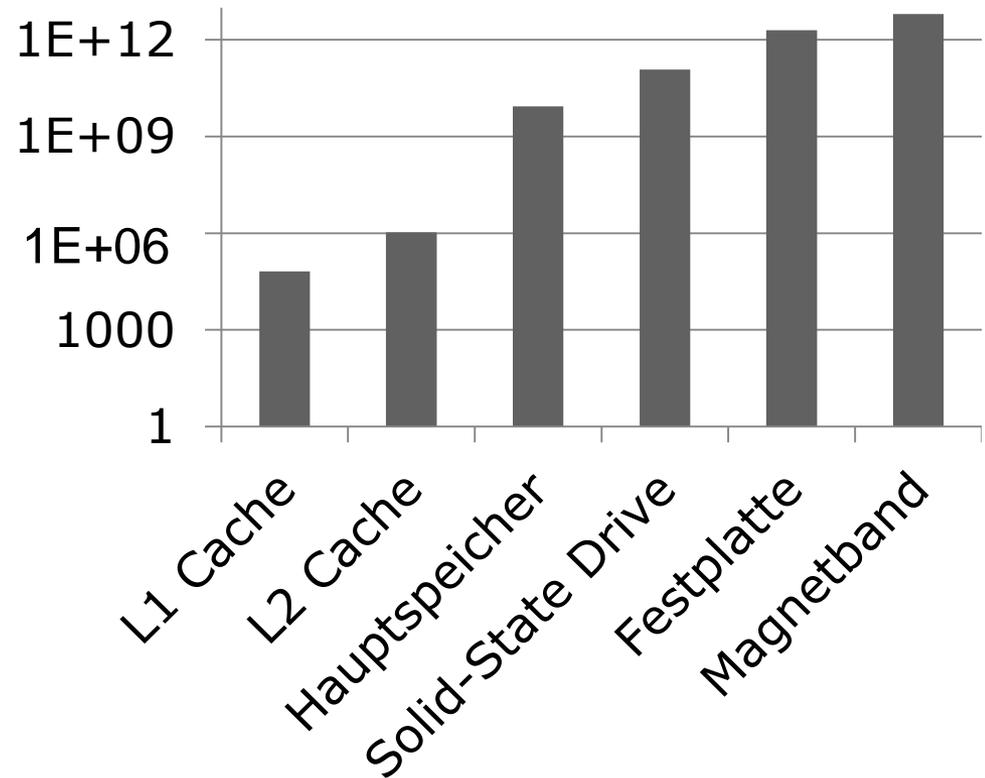
Speicherhierarchie



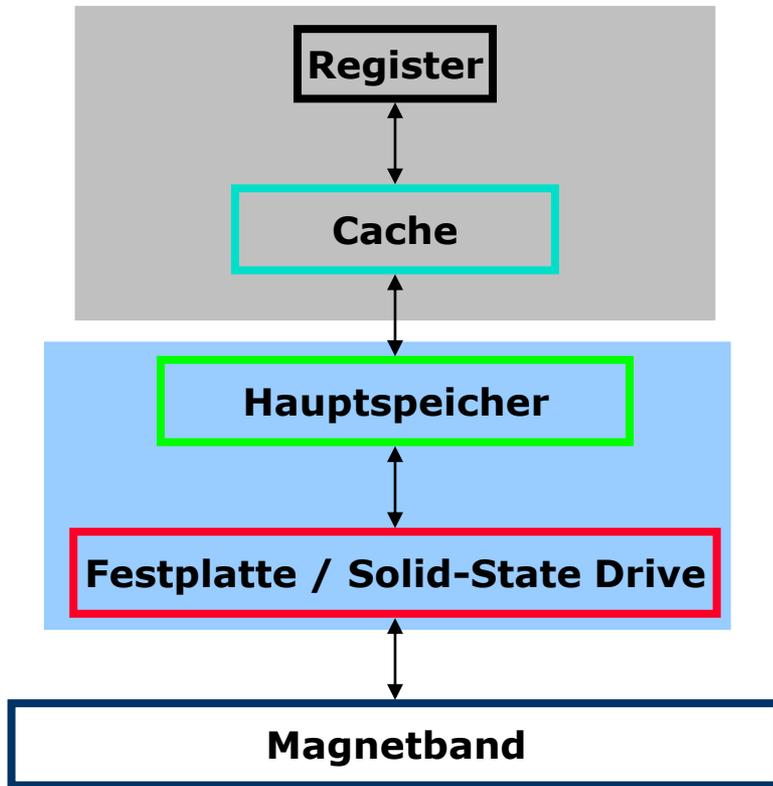
Speicherhierarchie



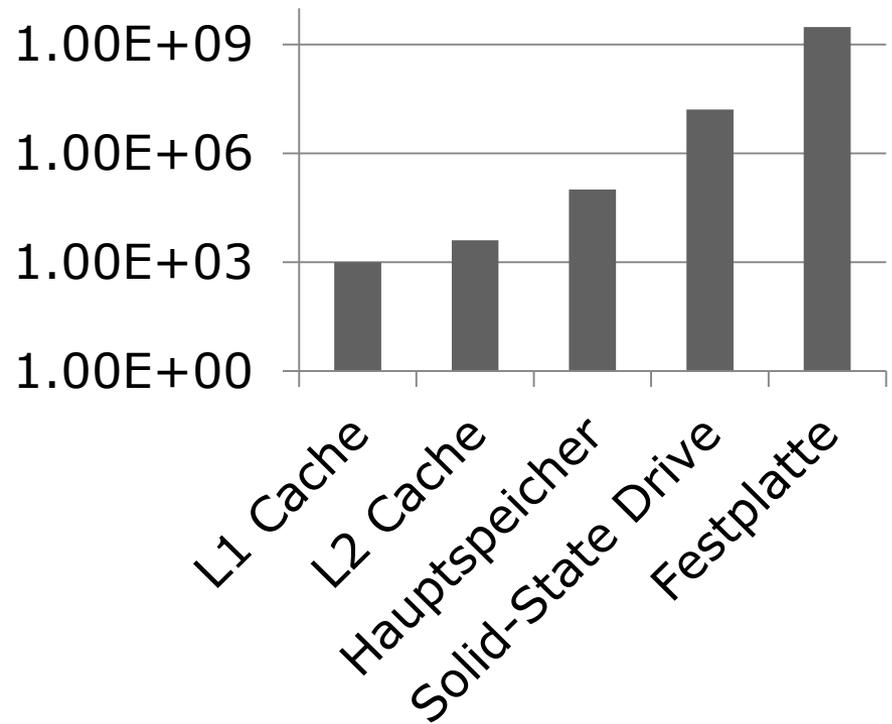
Typische Kapazität [Byte]



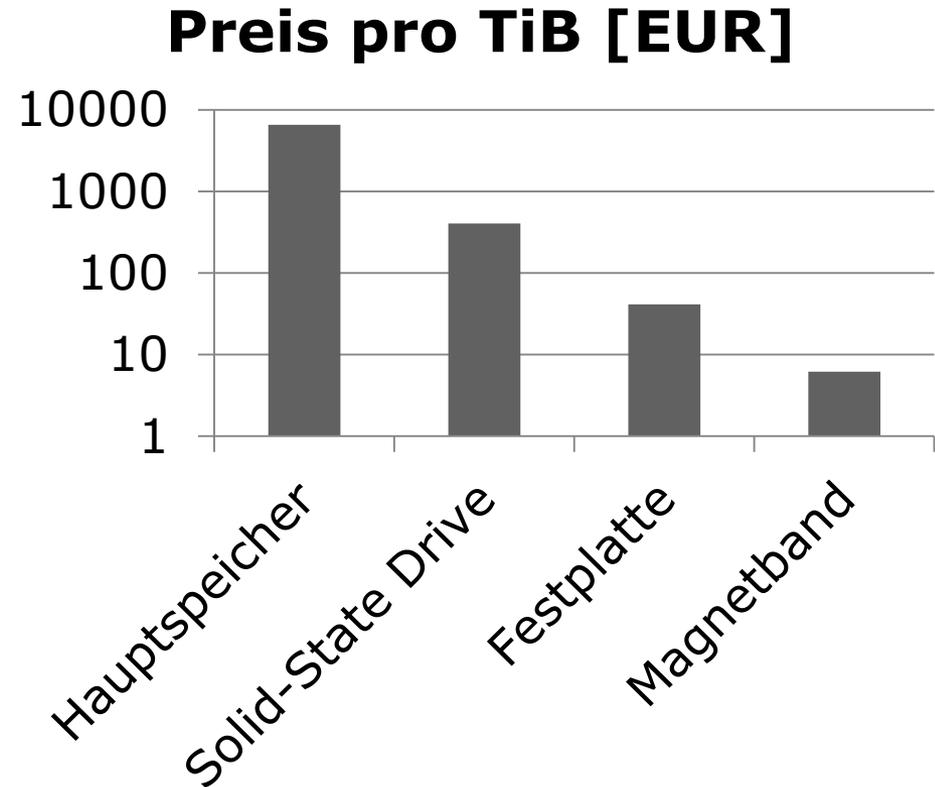
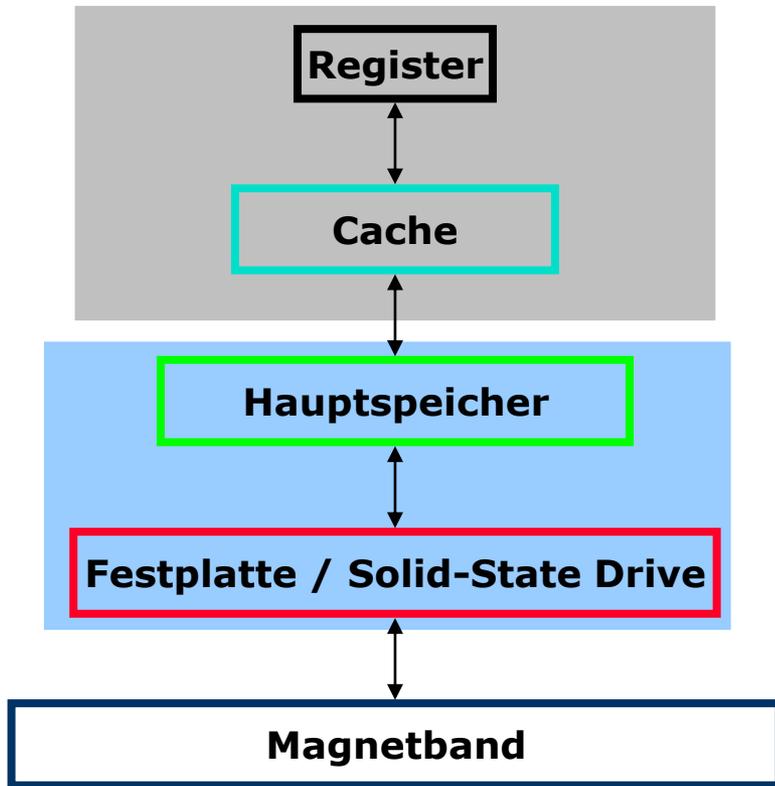
Speicherhierarchie



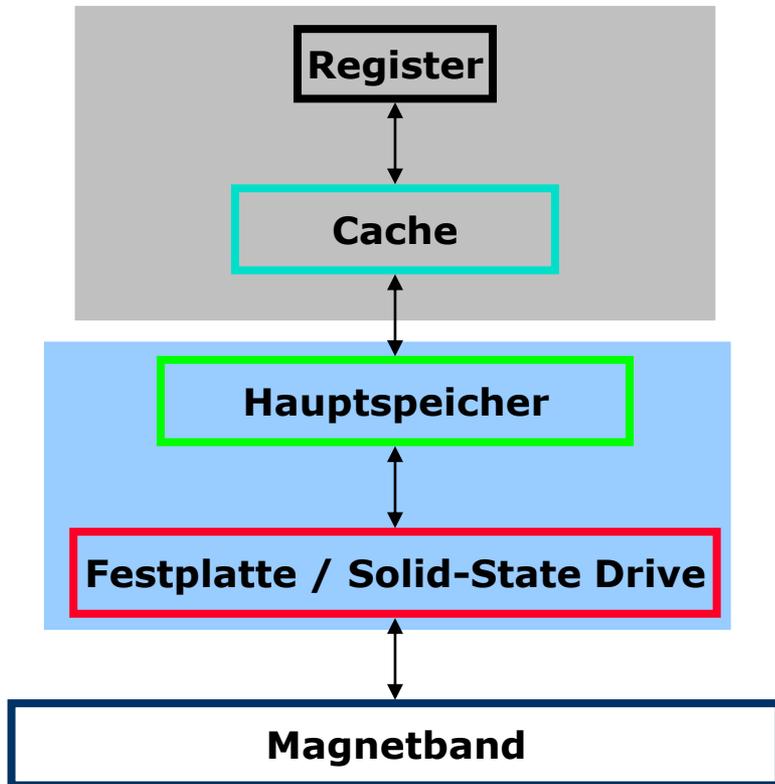
Zugriffszeit [ps]



Speicherhierarchie



Speicherhierarchie



Kleine Kapazität, kurze Zugriffszeit,
hohe Kosten pro Bit

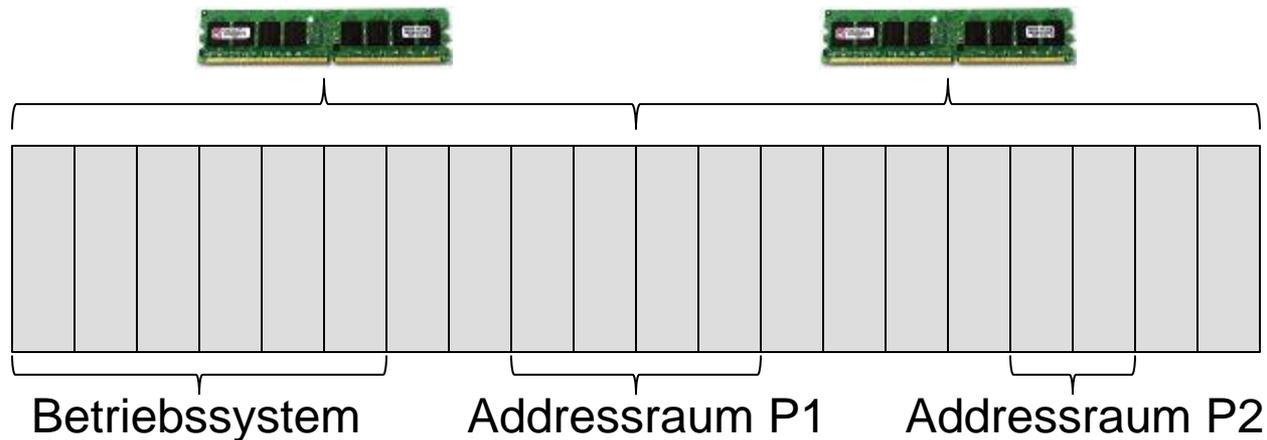
Große Kapazität, lange Zugriffszeit,
niedrige Kosten pro Bit

Einführung

- Hauptspeicher ist in mehrere Bereiche aufgeteilt
 - Bereich für das Betriebssystem
 - Bereich für Prozesse
- Speicherverwaltung: Dynamische Aufteilung entsprechend aktueller Prozesse
- Speicher muss effizient aufgeteilt werden, damit möglichst viele Prozesse Platz haben

Adressraum

- Abstraktion vom physikalischen Speicher
- Speicherzellen im Hauptspeicher haben eindeutige Adresse
- Adressraum: Menge von Adressen, die ein Prozess benutzen darf (lesen / schreiben)
- Jeder Prozess hat eigenen Adressraum



Anforderungen an Speicherverwaltung

- Bereitstellung von Platz im Hauptspeicher für Betriebssystem und Prozesse
- Ziel aus Betriebssystemersicht: Möglichst viele Prozesse im Speicher
- Fünf wichtige Anforderungen:
 - Relokation
 - Schutz
 - Gemeinsame Nutzung
 - Logische Organisation
 - Physikalische Organisation

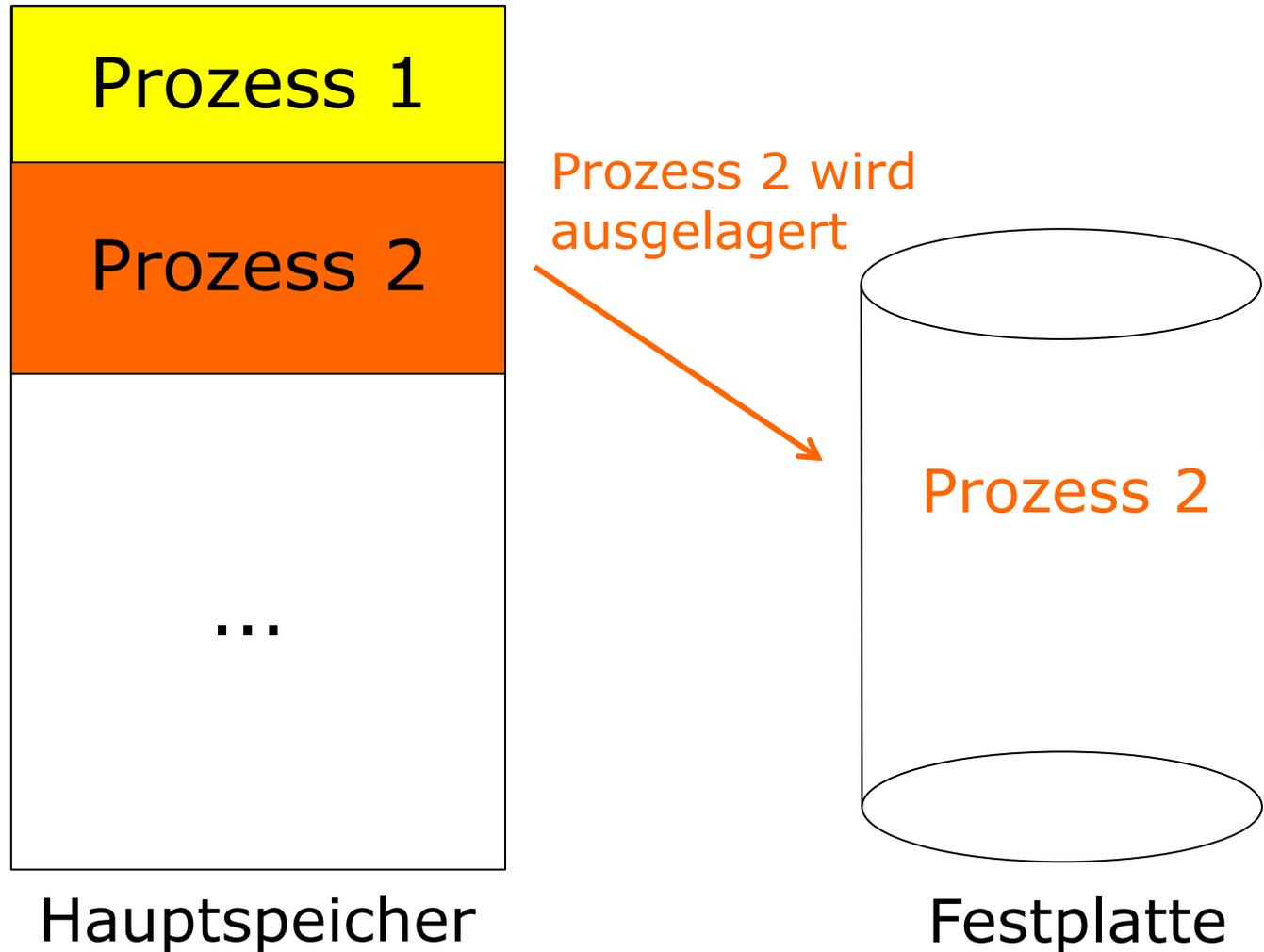
Anforderungen an Speicherverwaltung

- Bereitstellung von Platz im Hauptspeicher für Betriebssystem und Prozesse
- Ziel aus Betriebssystemersicht: Möglichst viele Prozesse im Speicher
- Fünf wichtige Anforderungen:
 - **Relokation**
 - Schutz
 - Gemeinsame Nutzung
 - Logische Organisation
 - Physikalische Organisation

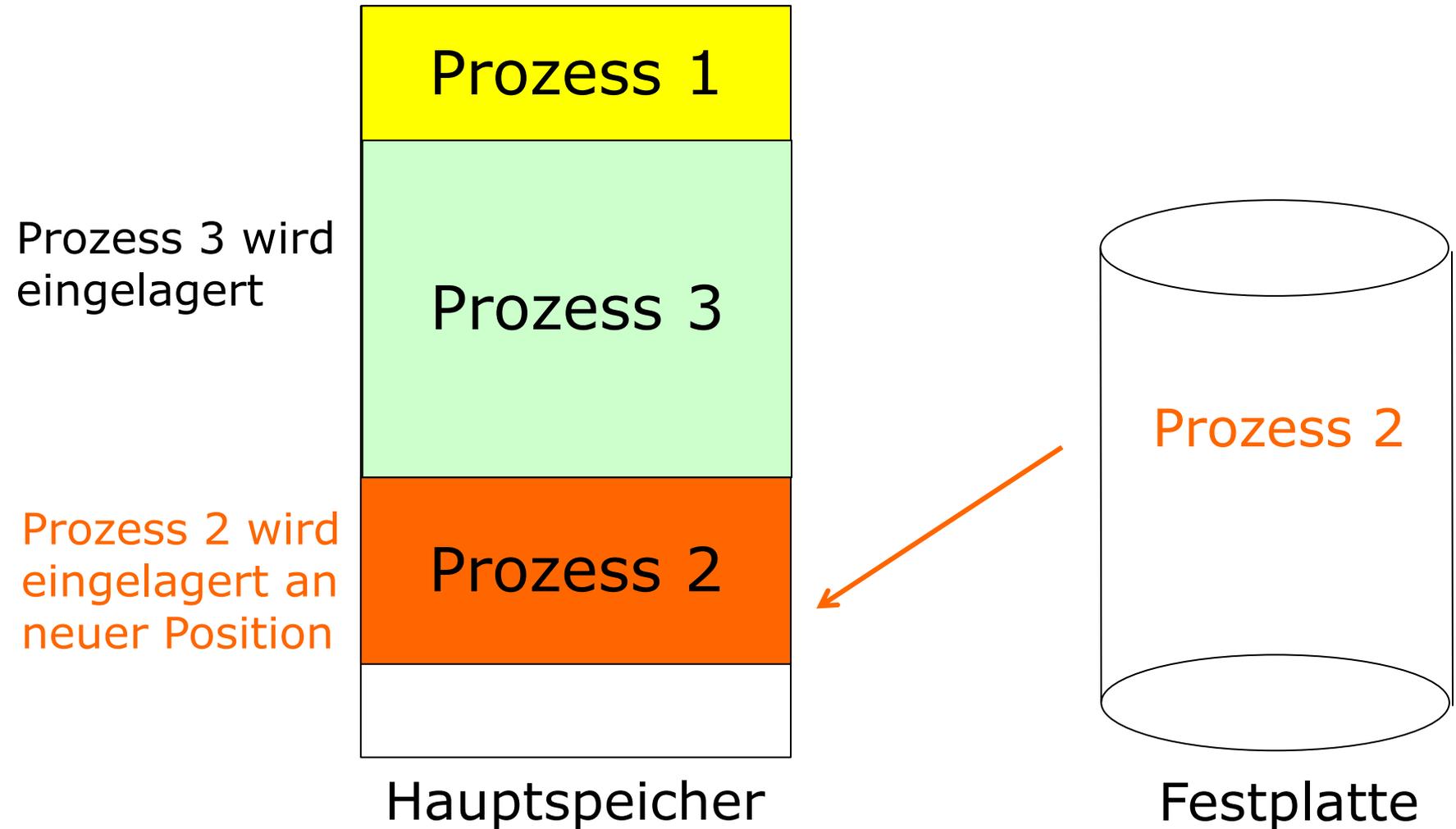
Relokation (1)

- Relokation = Verlagerung
- Mehrere Prozesse gleichzeitig im System
- Auslagern und Wiedereinlagern von Prozessen aus dem Hauptspeicher
- Ort der Einlagerung im Voraus **unbekannt**

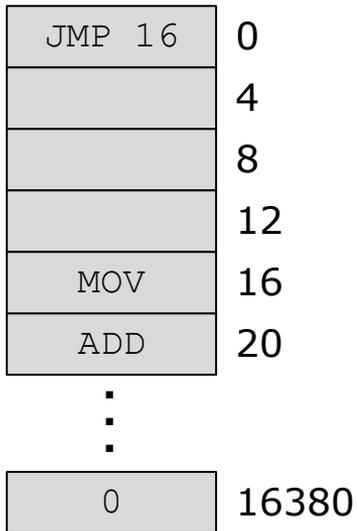
Relokation (2)



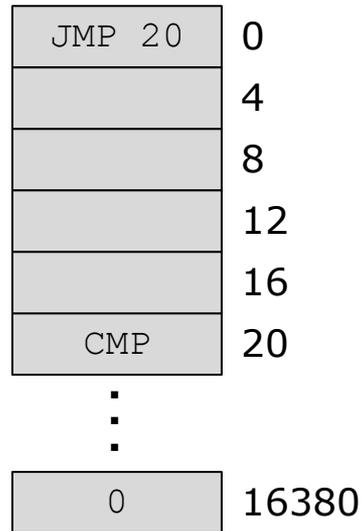
Relokation (3)



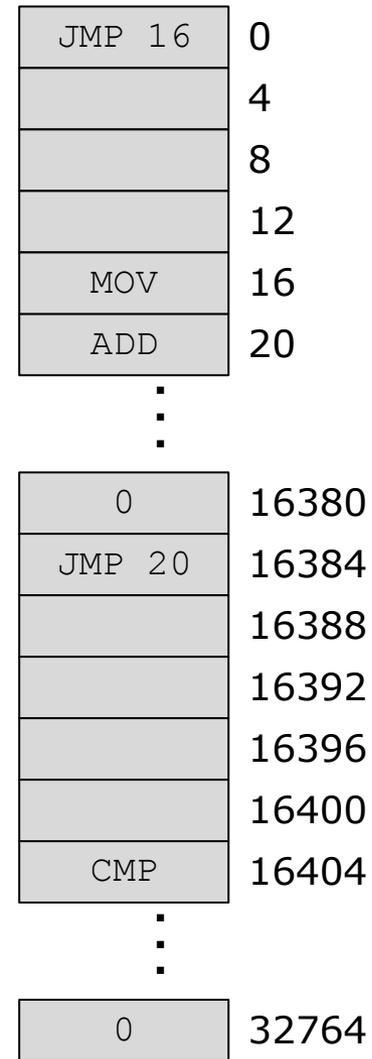
Beispiel Relokationsproblem



Programm A



Programm B

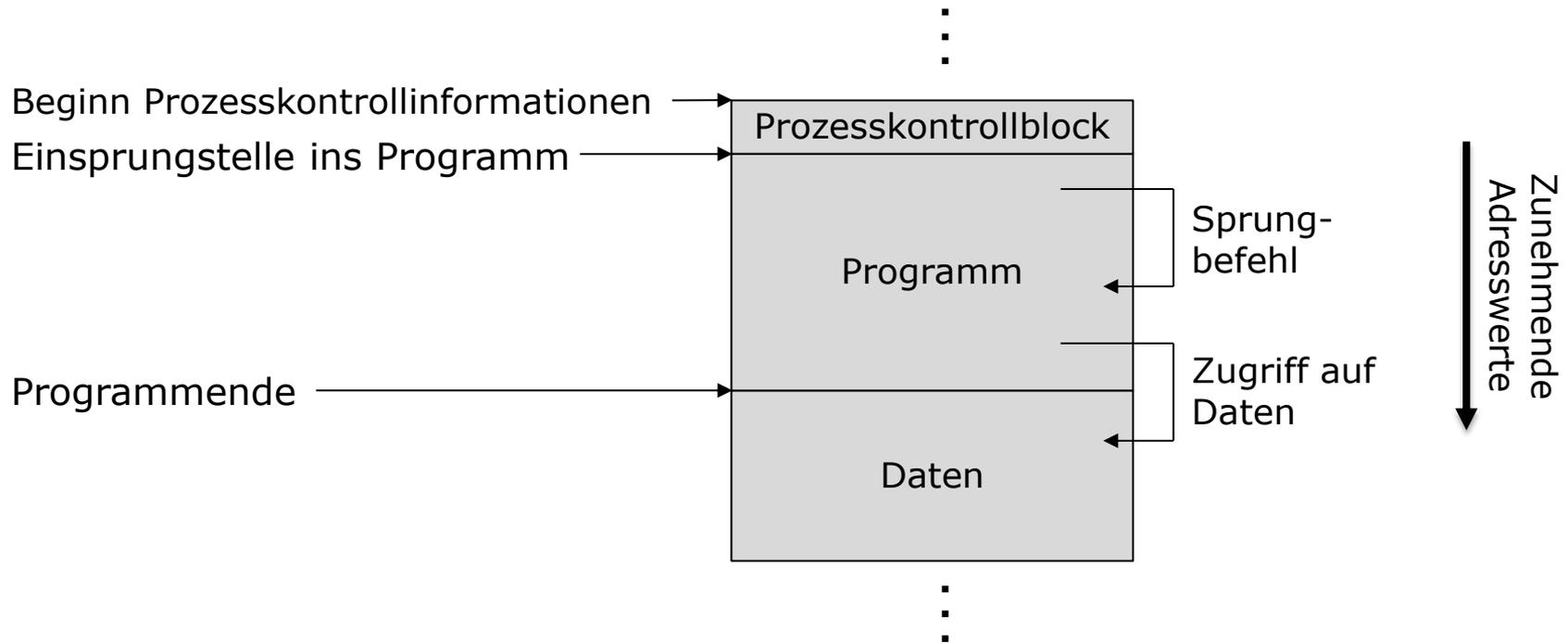


A und B im Speicher

Relokation (4)

- Problem: Speicherreferenzen innerhalb des Programms
- Absolute Sprungbefehle: Adresse auf den nächsten auszuführenden Befehl
- Datenzugriffsbefehle: Adresse des Bytes, das referenziert wird
- Prozessorhardware und Betriebssystem müssen die Speicherreferenzen in physikalische Speicheradressen übersetzen

Relokation (5)



- Beispiel Sprungbefehl: `JMP i`
- Beispiel Datenzugriffsbefehl: `MOV REG1, j`

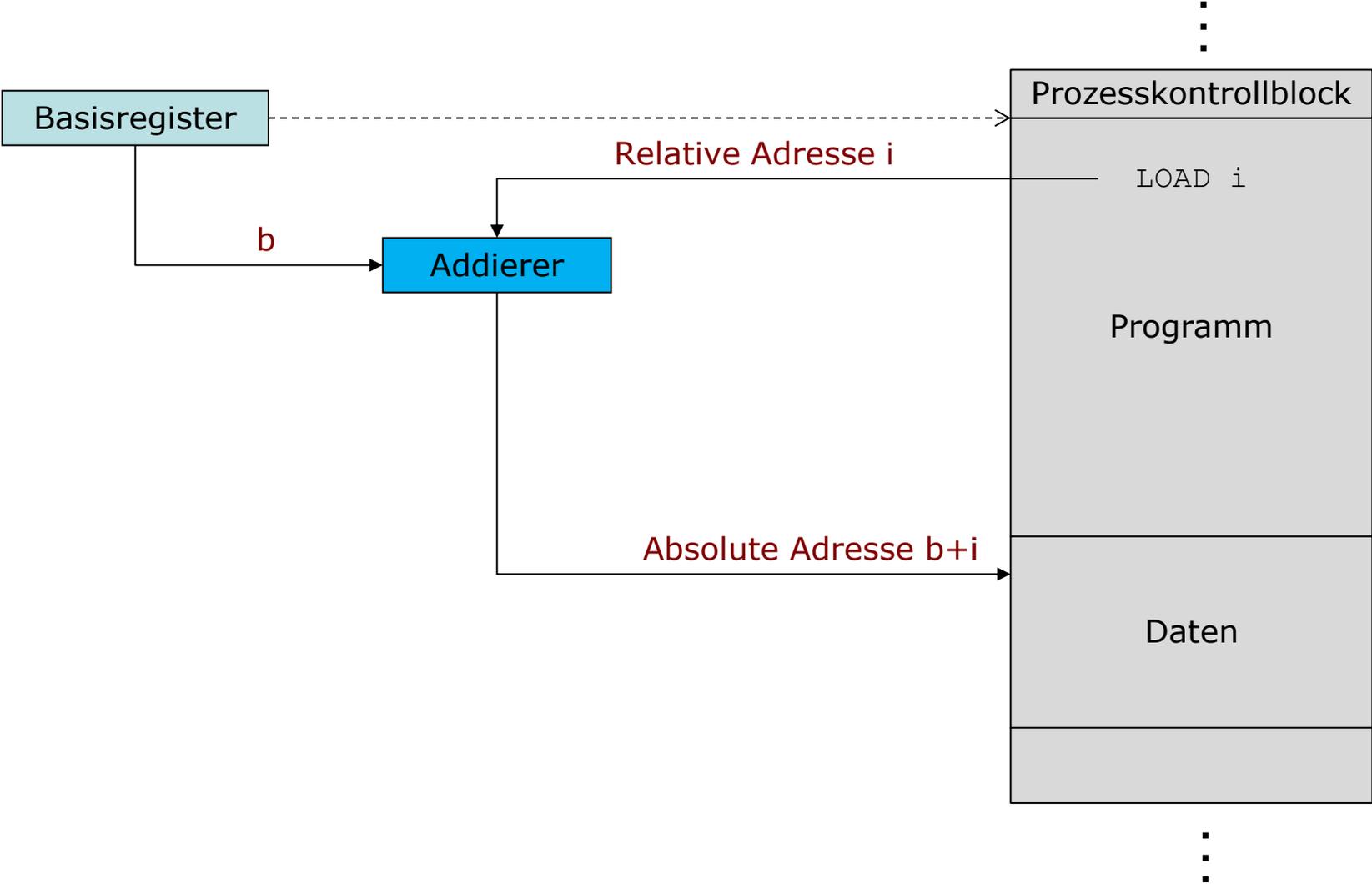
Relokation (6)

- **Physikalische bzw. absolute Adresse:** Konkrete Stelle im Hauptspeicher
- **Logische Adresse:** Bezug auf eine Speicherstelle, unabhängig von der aktuellen Zuteilung im Speicher
- **Relative Adresse:**
 - Spezialfall einer logischen Adresse
 - Adresse relativ zu einem bekannten Punkt (in der Regel Programmmanfang)

Relokation (7)

- Dynamisches Laden zur Laufzeit:
Berechnung von absoluten Adressen aus relativen Adressen durch Hardware
- Beim Einlagern: Adresse des Programm-
anfangs wird im **Basisregister** gespeichert

Relokation über Basisregister



Relokation (7)

- Dynamisches Laden zur Laufzeit:
Berechnung von absoluten Adressen aus relativen Adressen durch Hardware
- Beim Einlagern: Adresse des Programm-
anfangs wird im **Basisregister** gespeichert
- Absolute Adresse: Relative Adresse wird um
den Wert erhöht, der sich im Basisregister
befindet

Anforderungen an Speicherverwaltung

- Bereitstellung von Platz im Hauptspeicher für Betriebssystem und Prozesse
- Ziel aus Betriebssystemersicht: Möglichst viele Prozesse im Speicher
- Fünf wichtige Anforderungen:
 - Relokation
 - **Schutz**
 - Gemeinsame Nutzung
 - Logische Organisation
 - Physikalische Organisation

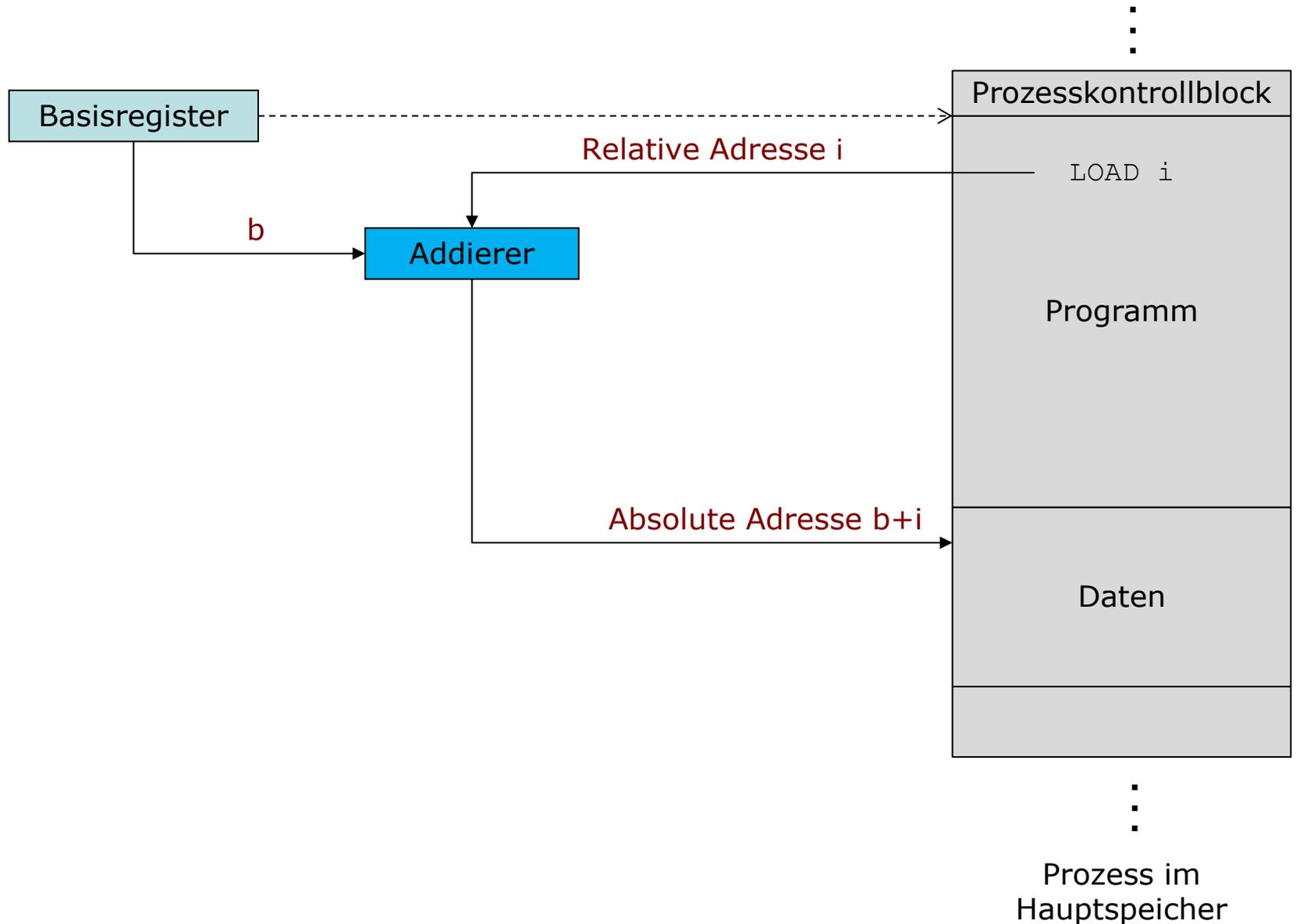
Schutz (1)

- Schutz von Prozessen gegen Störungen durch andere Prozesse
- Überprüfung aller Speicherzugriffe notwendig
- Schwierigkeit: I.d.R. nicht zur Übersetzungszeit eines Programms überprüfbar
- Grund: Dynamisch berechnete Adressen während der Laufzeit, absolute Adressen nicht bekannt

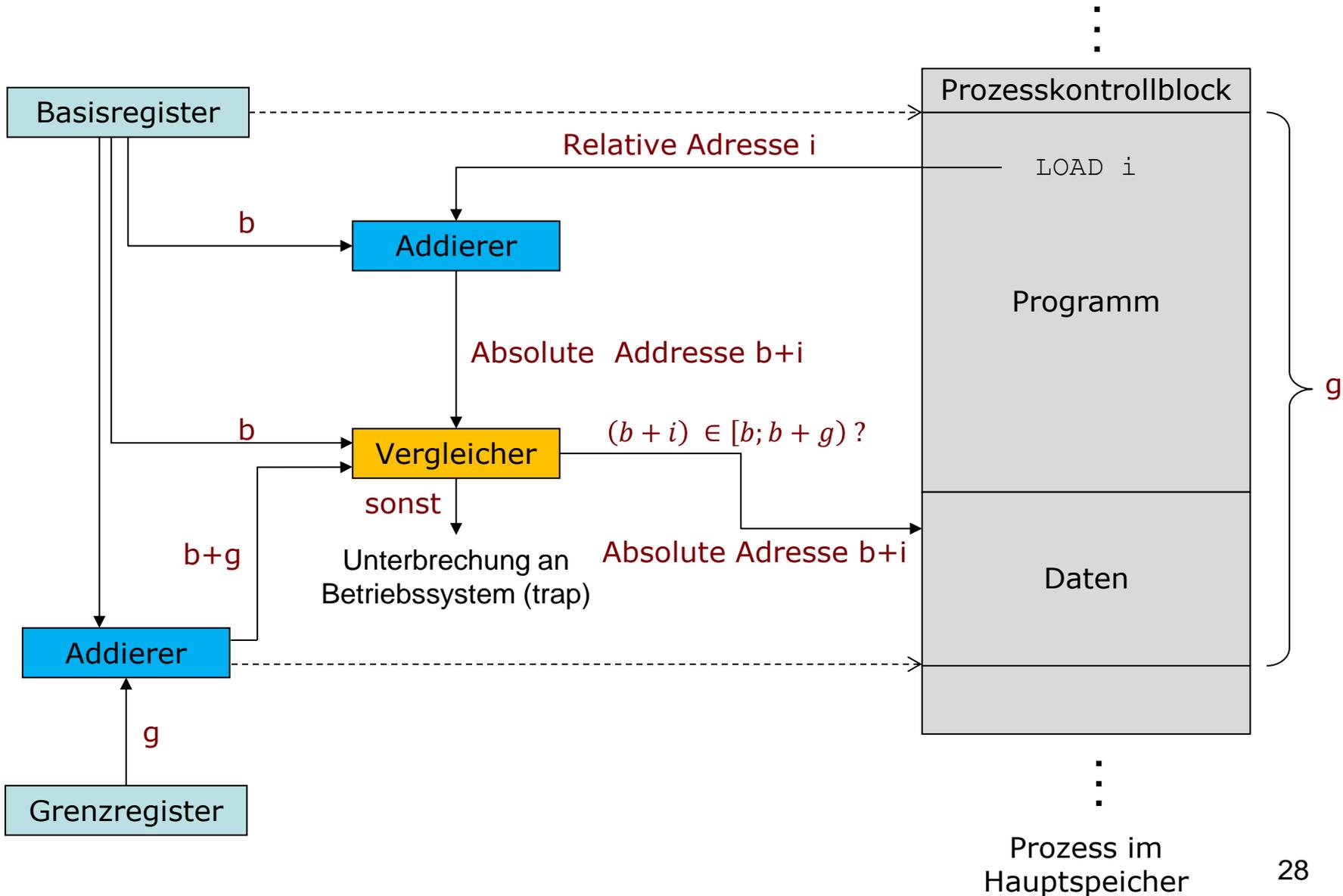
Schutz (2)

- Lösung: Dynamische Überprüfung zur Laufzeit
- Ggf. Abbruch von Befehlen bei Zugriff auf Datenbereich anderer Prozesse
- **Grenzregister/Limitregister**: Enthält die Größe des Adressraums eines Programms

Relokation und Schutz (1)



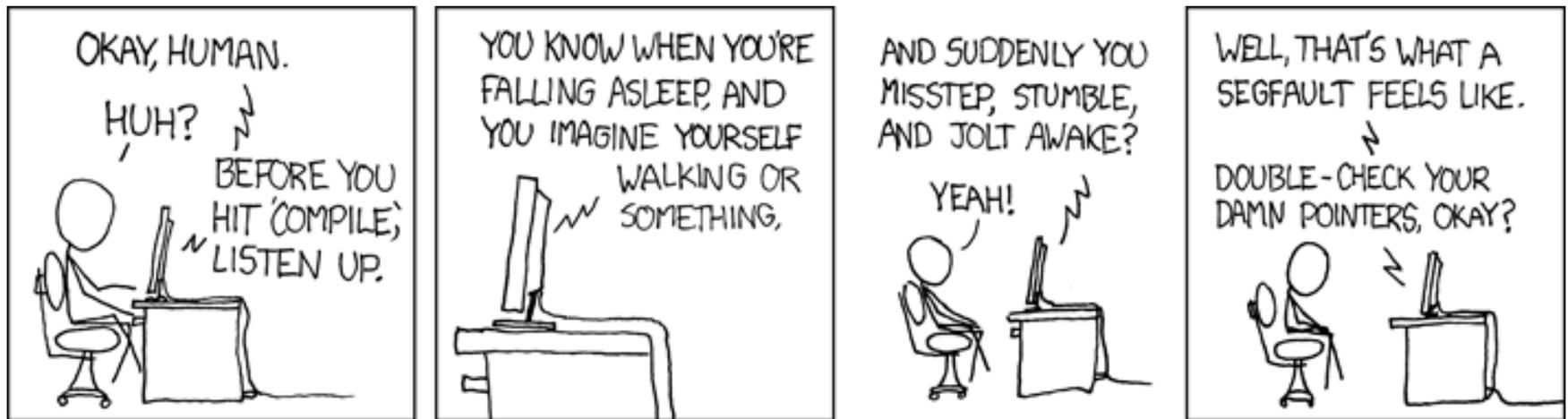
Relokation und Schutz (1)



Relokation und Schutz (2)

- Absolute Adresse: Relative Adresse wird um den Wert erhöht, der sich im Basisregister befindet
- Vergleich der resultierenden Adresse
 - Mit Basisregister
 - Mit Basisregister + Grenzregister
- Befehlsausführung nur, wenn die Adresse innerhalb der Grenzen liegt, sonst Interrupt

Relokation und Schutz (3)



<http://xkcd.com/371/>

Anforderungen an Speicherverwaltung

- Bereitstellung von Platz im Hauptspeicher für Betriebssystem und Prozesse
- Ziel aus Betriebssystemersicht: Möglichst viele Prozesse im Speicher
- Fünf wichtige Anforderungen:
 - Relokation
 - Schutz
 - **Gemeinsame Nutzung**
 - Logische Organisation
 - Physikalische Organisation

Gemeinsame Nutzung

- Kontrollierter Zugriff mehrerer Prozesse auf gemeinsam genutzte Bereiche des Speichers
- Anwendungsbeispiele:
 - Ausführung des gleichen Programms durch eine Reihe von Prozessen, Code nur einmal im Speicher
 - Zugriff auf dieselbe Datenstruktur bei Zusammenarbeit von Prozessen
 - Kooperation von Prozessen über gemeinsam genutzten Datenspeicher („Shared Memory“)

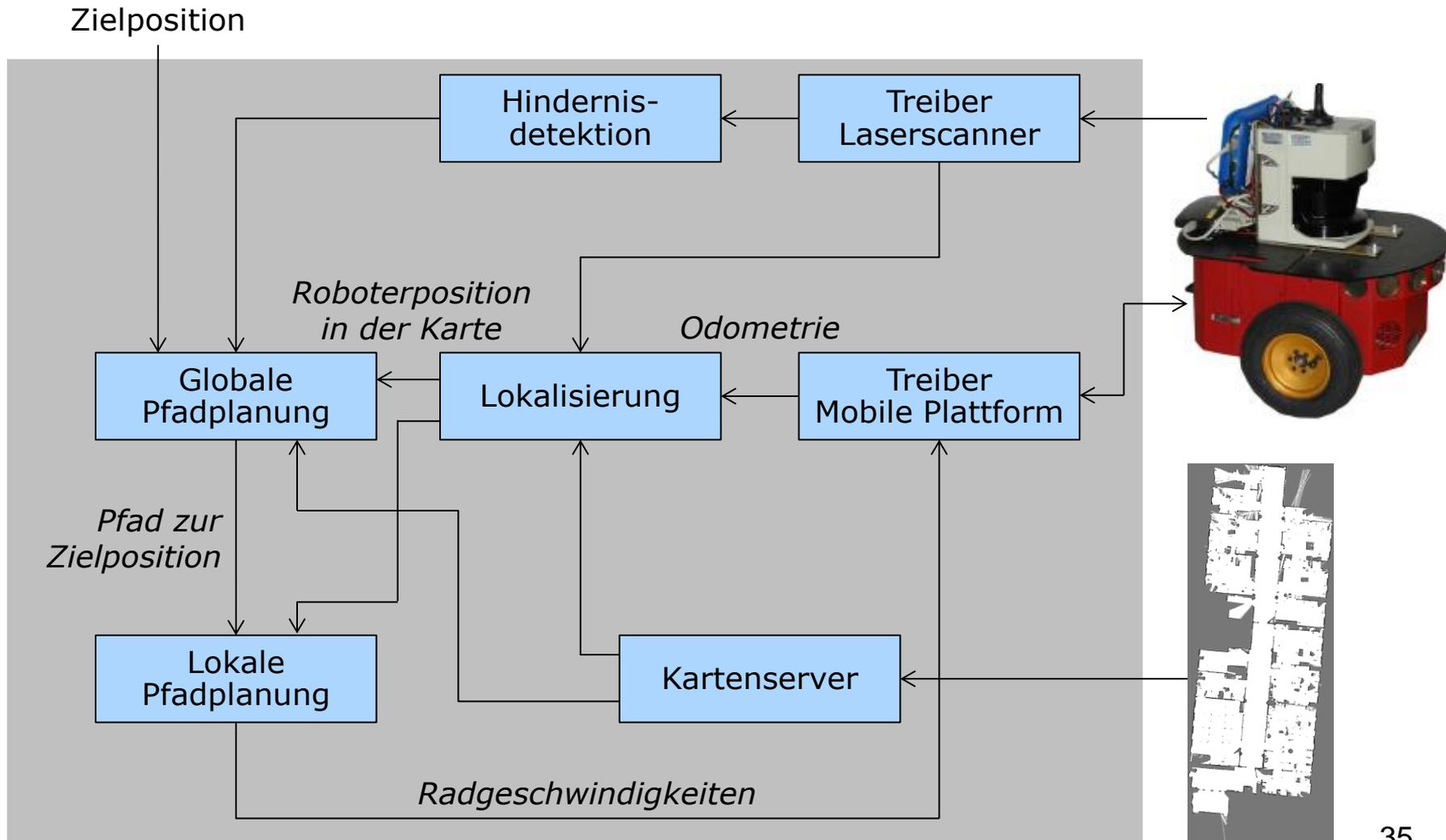
Anforderungen an Speicherverwaltung

- Bereitstellung von Platz im Hauptspeicher für Betriebssystem und Prozesse
- Ziel aus Betriebssystemersicht: Möglichst viele Prozesse im Speicher
- Fünf wichtige Anforderungen:
 - Relokation
 - Schutz
 - Gemeinsame Nutzung
 - **Logische Organisation**
 - Physikalische Organisation

Logische Organisation

- Logischer Aufbau großer Programme:
 - Verschiedene Module
 - Unabhängig übersetzt; Referenzen auf Funktionen in anderen Modulen werden erst zur Laufzeit aufgelöst
 - Verschiedene Module können unterschiedliche Grade von Schutz besitzen (z.B. nur lesen / ausführen)
 - Gemeinsame Nutzung von Modulen durch verschiedene Prozesse
- Betriebssystem muss mit Modulen umgehen können

Exkurs Logische Organisation: Mobile Roboterplattform



Anforderungen an Speicherverwaltung

- Bereitstellung von Platz im Hauptspeicher für Betriebssystem und Prozesse
- Ziel aus Betriebssystemersicht: Möglichst viele Prozesse im Speicher
- Fünf wichtige Anforderungen:
 - Relokation
 - Schutz
 - Gemeinsame Nutzung
 - Logische Organisation
 - **Physikalische Organisation**

Physikalische Organisation

- Betrachte zwei Ebenen
 - Hauptspeicher (schnell, teuer, flüchtig)
 - Festplatte (langsam, billig, nicht flüchtig)
- Grundproblem: Daten zwischen Haupt- und Sekundärspeicher verschieben
 - Aufwändig, erschwert durch Multiprogramming
 - Verwaltung durch das Betriebssystem

Grundlegende Methoden der Speicherverwaltung

Partitionierung

- Speicheraufteilung zwischen verschiedenen Prozessen (Partitionierung mit festen Grenzen)

Paging

- Einfaches Paging / kombiniert mit Konzept des virtuellen Speichers

Segmentierung

- Einfache Segmentierung / kombiniert mit Konzept des virtuellen Speichers

Grundlegende Methoden der Speicherverwaltung

Partitionierung

- Speicheraufteilung zwischen verschiedenen Prozessen (Partitionierung mit festen Grenzen)

Paging

- Einfaches Paging / kombiniert mit Konzept des virtuellen Speichers

Segmentierung

- Einfache Segmentierung / kombiniert mit Konzept des virtuellen Speichers