

Speichermedien

3 Stufen von Speichermedien

Primärspeicher (Hauptspeicher)

- teuer
- sehr schnell
- geringe Größe
(bezogen auf die Datenmenge)
- Feingranularer Direktzugriff
(auf Adressen) möglich
- Nicht gesichert gegen Ausfälle

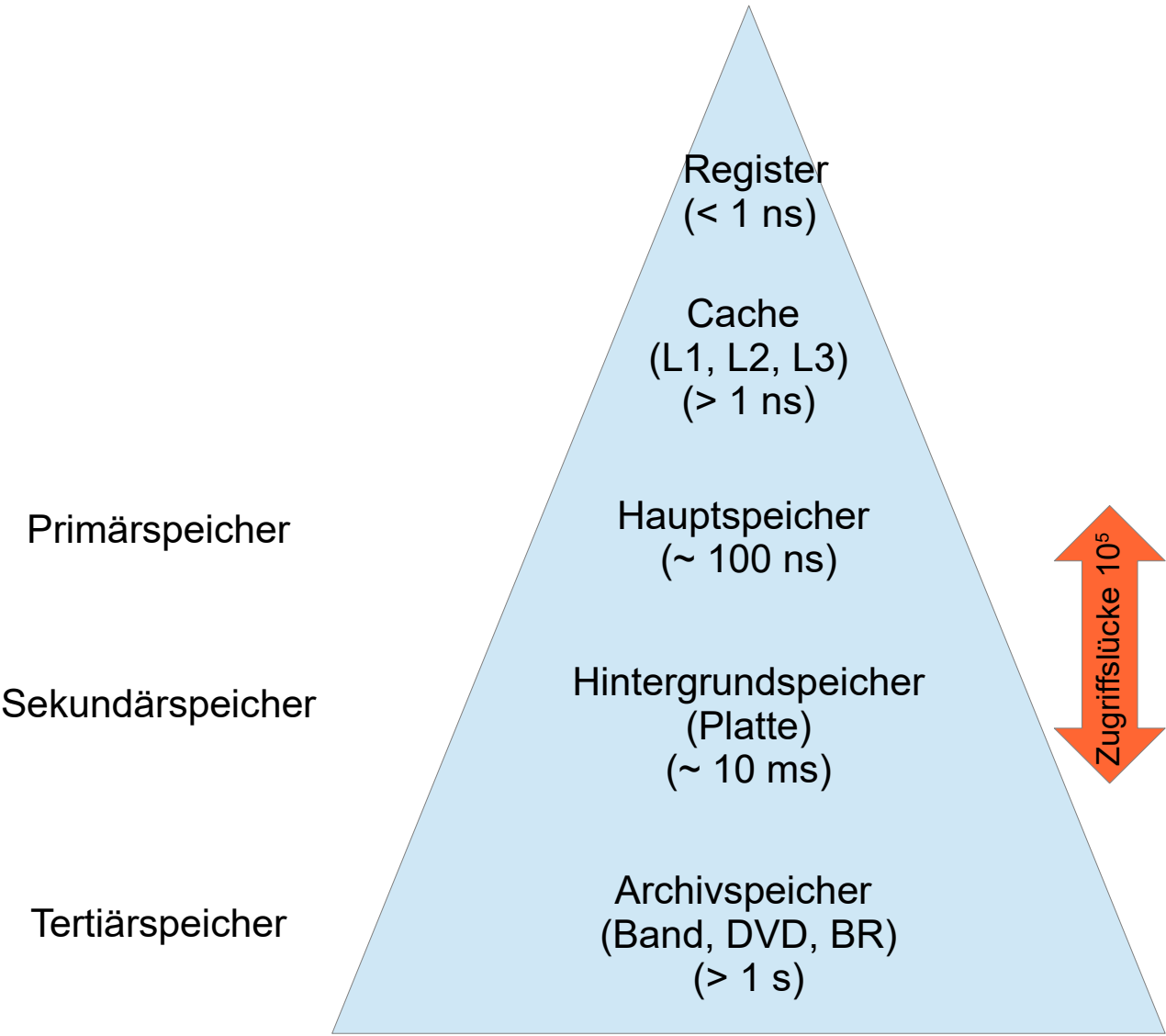
Sekundärspeicher (Festplatte)

- günstiger
- langsamer (\sim Faktor 10^5) ¹⁾
- größer
- (relativ) ausfallssicher
- Grobgranularer Direktzugriff
(auf Blockebene) möglich

Archivspeicher (Magnetbänder)

- Günstig
- Nur sequentielles Lesen/Schreiben
- Wichtig für Datensicherung

Speicherhierarchie



Plattenzugriff

Lesedauer von der Festplatte:

- Seek Time: ~ 4 ms
Arm auf gewünschte Spur positionieren
- Latenzzeit (rotational delay): ~ 3 ms
Warten, bis sich der gesuchte Block am Kopf vorbeibewegt ($\frac{1}{2}$ Umdrehung, 10.000 U/min)
- Transfer von der Platte zum Hauptspeicher
(~ 150 MB/s)



Berechnen Sie die jeweilige Lesedauer bei

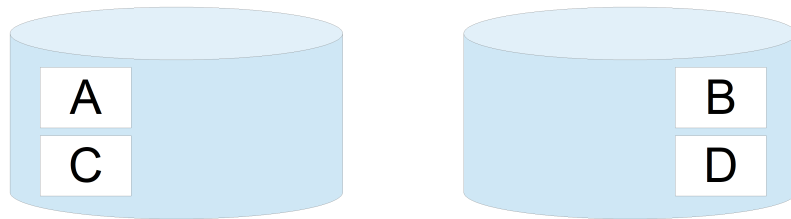
- *Random I/O* (1000 verteilte Blöcke zu je 4 KB)
- *Chained I/O* (Blöcke sequentiell angeordnet)

Redundant Array of Inexpensive Disks

- nutzt intern mehrere Laufwerke parallel
- Nach außen transparent wie ein Laufwerk
- Unterscheidung von bis zu acht RAID-Level, wobei unterschiedliche Zugriffsprofile optimiert werden (Sicherheit, Performance)

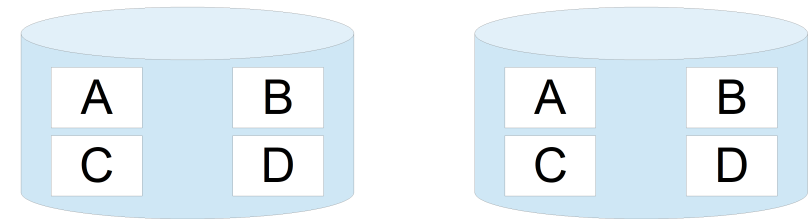
RAID

RAID 0 (Striping)



- Datenmenge durch blockweise Rotation auf die Laufwerke aufgeteilt
- Lesen erfolgt parallel, Controller fügt Daten zusammen
→ Performancegewinn
- Fehleranfällig !!

RAID 1 (Spiegelung)



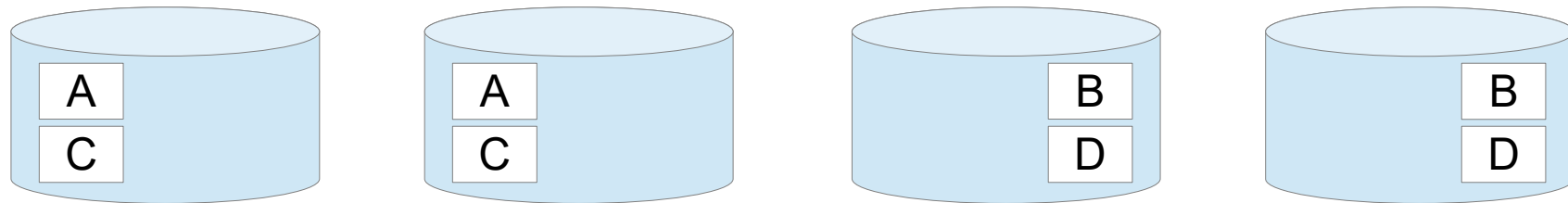
- Daten werden auf jedem Laufwerk gespeichert
- Im Fehlerfall von anderer Platte gelesen
- Leseoperationen werden verteilt → Performance
- Schreiboperationen parallel



Berechnen Sie die durchschnittliche Zeit bis zum Ausfall eines Laufwerks, wenn 100 Platten im Einsatz sind und die MTBF einer Platte bei 100.000 Stunden liegt. → Risiko bei RAID 0 sehr groß!

RAID

RAID 0+1(RAID 10)



- Kombination aus RAID 0 und RAID 1
- Datenblöcke werden auf mehrere Laufwerke aufgeteilt
- Von den Laufwerken existieren exakte Kopien
→ Doppelter Speicherplatzbedarf

RAID

Ab RAID Level 2 werden **Paritätsinformationen** verwendet, um Datensicherheit günstiger herstellen zu können.

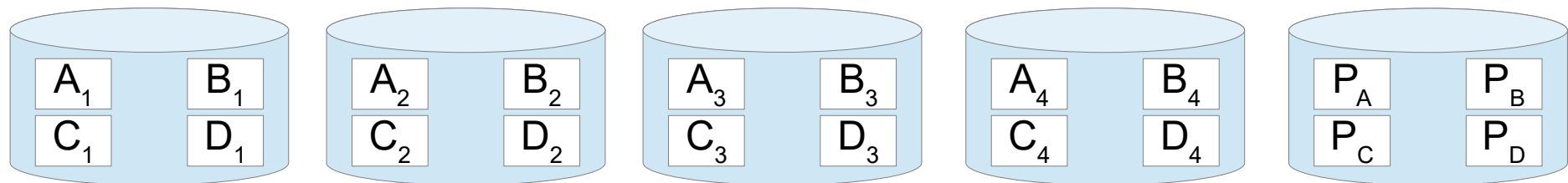
Dazu wird zu Datenbereichen, die auf mehreren Laufwerken verteilt sind, Prüfsummen berechnet und gespeichert. Fällt ein Laufwerk aus, kann über die Prüfsumme der fehlende Wert errechnet werden.

RAID 2

- Striping auf Bitebene mit Hamming-Code Fehlerkorrektur
- Zusätzliche Platten zur Speicherung von Paritätsinfos zur Fehlererkennung/Korrektur
- Früher bei Großrechnern eingesetzt

RAID

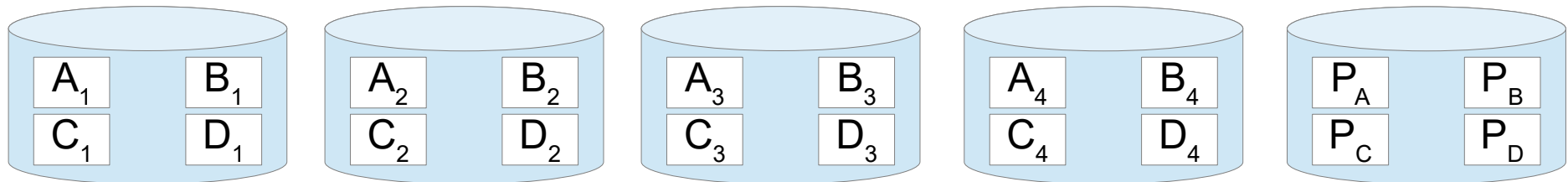
RAID 3



- Daten werden **bit- oder byteweise** auf die Laufwerke verteilt (im gezeigten Beispiel mod 4)
- Zusätzliche Paritätsplatte:
Werte mit XOR verknüpft (1=ungerade Anzahl Bits, 0=ger.)
- Leseanforderung muss im Normalfall auf alle **Daten**platten zugreifen (Paritätsplatte nur in Fehlerfällen)
- Schreib Anforderung greift auf alle Platten zu

RAID

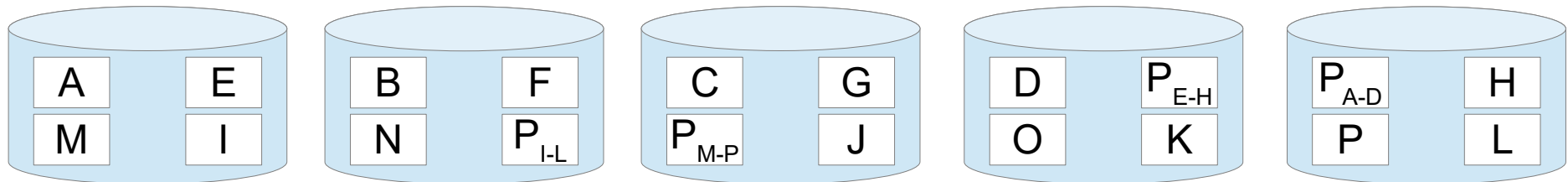
RAID 4



- Daten werden hier wieder **blockweise** verteilt
 - Effizienter bei kleineren Leseanforderungen
 - Bei Schreiboperationen folgender Ablauf:
 - Inhalt des Datenblocks lesen
 - Neuen Inhalt in den Datenblock schreiben
 - Parität korrigieren
- Alle Schreiboperationen benötigen die EINE Paritätsplatte!!

RAID

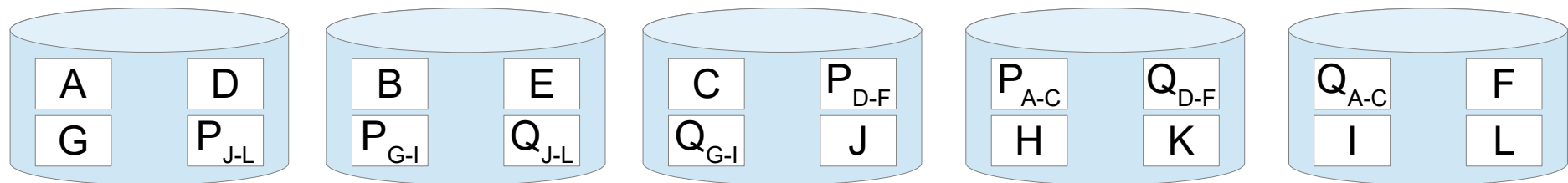
RAID 5



- Ähnlich RAID 4
- Verteilt die Paritätsinformationen allerdings auf alle Laufwerke
- Schreiboperationen ist dennoch aufwendig:
 - Lesen des Datenblocks und zugehörigen Paritätsblocks
 - Berechnen der neuen Paritätsinfo aus alten und neuen Daten
 - Schreiben des Daten- und Paritätsblocks

RAID

RAID 6



- Ähnlich RAID 5 (Block-Level-Striping)
- Paritätsinformationen werden doppelt gehalten
- Somit Ausfall von bis zu 2 Platten gleichzeitig möglich