

# RAID-Systeme

(Redundant Array of Independent Disks)



Mario Putz  
IT 233

# Inhalt

Was bedeutet RAID.....	3
Software RAID.....	3
Hardware RAID .....	3
RAID-Systeme .....	4
RAID-Level-0.....	5
RAID-Level-1.....	5
RAID-Level-5.....	6
RAID-Level-6.....	6
RAID-Level-10.....	7
Einsatzbereiche .....	7
Hot-Plugin und Hot-Spare.....	8
Hot-Plugin .....	8
Hot-Spare .....	8

## Was bedeutet RAID

RAID (Redundant Array of Independent Disks) ist eine Technologie, die der Virtualisierung von Datenspeichern dient. Dabei werden mehrere physische Festplattenkomponenten zu einer oder mehreren logischen Einheiten zusammengefasst, um Datenredundanz, Leistungssteigerung oder beides zu erreichen. Das Konzept steht im Gegensatz zu dem früheren Begriff der hochzuverlässigen Mainframe-Festplattenlaufwerk, diese wurden damals als "Single Large Teasury Disk" (SLED) bezeichnet.

Daten können auf unterschiedliche Arten auf Festplatten verteilt werden. Zur berücksichtigen sind dabei das gewünschte Niveau von Redundanz und Leistung. Diese unterschiedlichen Arten werden als RAID-Level bezeichnet. Die verschiedenen Layouts der Datenverteilung werden durch das Wort "RAID" gefolgt von einer Zahl bezeichnet, z. B. RAID 0 oder RAID 1. Jedes Level bietet ein anderes Gleichgewicht zwischen den wichtigsten Zielen: Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Leistung und Kapazität. RAID-Levels größer als RAID 0 bieten Schutz vor nicht wiederherstellbaren Sektor-Lese Fehlern sowie vor Ausfällen ganzer physischer Laufwerke.

## Software RAID

Von einem Software-RAID spricht man, wenn das Zusammenwirken der Festplatten komplett softwareseitig organisiert wird. Auch der Begriff Host based RAID ist geläufig, da nicht das Speicher-Subsystem, sondern der eigentliche Computer die RAID-Verwaltung durchführt. Dazu werden die Speichermedien zunächst als JBODs (Just a Bunch Of Disks) in das System integriert, also ohne RAID-Controller. Die RAID-Funktionalität wird anschließend per Software realisiert.

## Hardware RAID

Wie die Speichermedien zusammenwirken, organisiert bei einem Hardware-RAID der sogenannte RAID-Controller. Diese speziell entwickelte Baugruppe ist immer in physischer Nähe zum Speichermedium positioniert. In Rechenzentren beispielsweise auf dem gleichen Disk-Array wie die Festplatten. Bei professionellen Hardware-RAIDs sind eingebettete CPUs und große, zusätzliche Cache-Speicher zu finden. Das entlastet den Hauptprozessor und bietet den höchsten Datendurchsatz.

## RAID-Systeme

Durch RAID werden mehrere physische Massenspeicher, beispielsweise Festplatten, zu einem logischen Laufwerk zusammengefasst. Es gibt verschiedene RAID-Level. Jedes RAID-Level benutzt eine oder mehrere Verfahren, um entweder den Datendurchsatz oder die Ausfallsicherheit zu erhöhen. Die verschiedenen Verfahren geben vor, welche Daten auf welcher der verwendeten Festplatten gespeichert werden.

Das erste Verfahren ist das Data Striping. Dabei werden logisch zusammenhängende Daten zerlegt und die entsprechenden Datenblöcke dann auf die Festplatten verteilt. Dadurch erhöhen sich die Lese- und Schreibgeschwindigkeit, weil diese Vorgänge parallel auf allen Festplatten laufen.

Ein weiteres Verfahren ist das Data Mirroring. Hier werden Daten immer doppelt gespeichert: Einmal auf einer Festplatte und zusätzlich auf einer weiteren, identischen Festplatte, dem Spiegellaufwerk. Dadurch erhöht sich die Datensicherheit.

Zuletzt gibt es Parity. Hierbei werden aus den Datenstreifen, die durch Striping auf verschiedene Festplatten verteilt vorliegen, Paritätsinformationen berechnet. Diese Informationen beinhalten Daten, welche bei Datenverlust oder Festplattenausfall die Wiederherstellung ermöglichen.



## RAID-Level-0

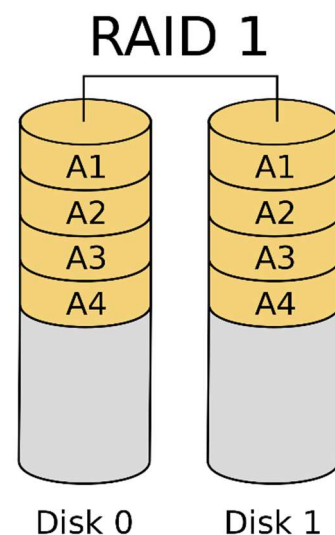
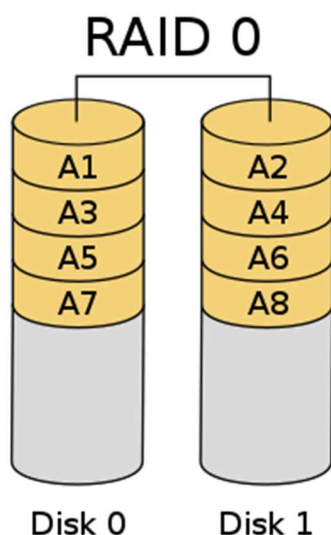
Streng genommen handelt es sich bei RAID 0 nicht um ein echtes RAID, sondern nur um ein schnelles „Array of Independent Disks“. Es bietet also Beschleunigung ohne Redundanz. Die beteiligten Festplatten werden im Reißverschlussverfahren aufgeteilt, in zusammenhängende Blöcke gleicher Größe. Das ermöglicht gesteigerte Transferraten und einen parallelen Zugriff auf alle Platten.

Kommt es zu einem Defekt, kann der RAID-Controller die Nutzerdaten ohne die ausgefallene Platte nicht vollständiger wiederherstellen. Deshalb ist RAID 0 vor allem für Systeme mit lesenden Zugriffen (Musik-/Videowiedergabe) relevant oder Anwendungen, bei denen Ausfallsicherheit kaum von Bedeutung ist.

## RAID-Level-1

Bei RAID 1 ist hingegen volle Redundanz gegeben, da die Festplatten gespiegelt (Mirroring) werden. Dazu benötigt das System mindestens zwei Speichermedien, auf denen jeweils die gleichen Daten abgelegt werden. Die Kapazität des RAID ist dabei maximal so groß wie die kleinste beteiligte Festplatte. RAID 1 wird heute nur noch selten genutzt, beispielsweise für Datenlaufwerke.

Vorteile dieser Lösung: Sie ist einfach und ausfallsicher, da jede andere Platte weiterhin alle Daten liefern kann. Der Rebuild erfolgt in der Regel als einfache Kopieraktion ohne komplexe Rechenoperationen.



## RAID-Level-5

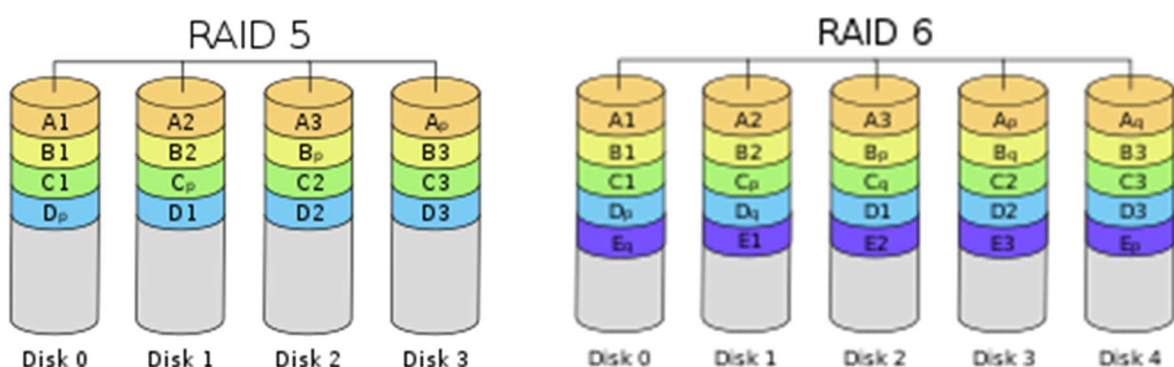
RAID 5 vereint Block-Level-Striping mit verteilter Paritätsinformation. Dabei bilden die Datenblöcke, die an der gleichen Adresse anliegen, eine logische Gruppe. Einer der Blöcke in jeder Gruppe enthält die Paritätsdaten, während die anderen die Nutzerdaten speichern. Wie bei RAID 0 werden die Nutzerdaten auf alle Festplatten verteilt (gestriped), hier jedoch zusätzlich noch die Paritätsdaten. Die Schreib- und Leseleistung ist weitgehend von der Anzahl der Festplatten abhängig – das Minimum sind drei Festplatten. Ergänzend verbessert ein großer Cache die Lese-Performance.

Vorteile von RAID 5: Beim Lesen von Daten wird ein gesteigerter Durchsatz erreicht. Außerdem ist Redundanz bei relativ geringen Kosten möglich. Das macht dieses System als Fileserver interessant.

## RAID-Level-6

RAID 6 vereint, wie RAID 5, Block-Level-Striping mit verteilter Paritätsinformation. Hier ist jedoch die Paritätsinformation doppelt vorhanden. Das wird je nach System durch verschiedene Methoden erreicht.

Vorteile von RAID 6: Es bietet die gleichen Vorteile wie RAID 5. Ergänzend wird der Ausfall von bis zu zwei Einzelaufwerken kompensiert. Gerade beim Einsatz von hochkapazitiven Festplatten ist das im Fehlerfall ein zusätzlicher Schutz während des sehr lange dauernden Rebuilds.

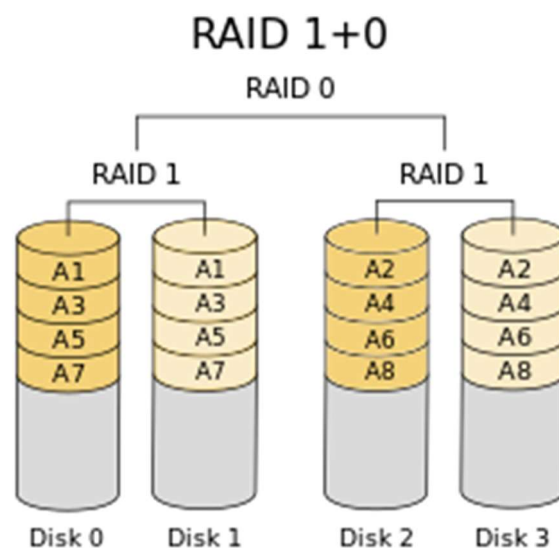


## RAID-Level-10

Bei RAID 10 handelt es sich um einen Verbund, bei dem RAID 0 über mehreren RAID 1 organisiert ist. Dazu sind mindestens vier Festplatten notwendig, wobei durch die Spiegelung maximal die Hälfte der gesamten Festplattenkapazität verfügbar ist. RAID 10 kombiniert Sicherheit und gesteigerte Lese-/Schreibgeschwindigkeit – also die Eigenschaften beider RAID-Level.

Das bringt zwei entscheidende Vorteile mit sich: einerseits die bessere Ausfallsicherheit und andererseits eine schnellere Rekonstruktion nach einem Plattenausfall. Denn es muss lediglich ein Teil der Daten rekonstruiert werden.

Anwendung findet RAID 10 beispielsweise bei Laufwerken virtueller Server mit hoher I/O-Last.



## Einsatzbereiche

RAID wird immer dann eingesetzt wenn erhöhte Zugriffsgeschwindigkeit oder Daten- und Ausfallsicherheit benötigt wird.

Je nach Einsatz ist das passende RAID-Level zu wählen.

Beispiele für Verwendung in der Praxis:

- Webserver
- Fileserver
- Mediaserver
- Datensicherung



# Hot-Plugin und Hot-Spare

## Hot-Plugin

Bei RAID-Verbünden oder Storage-Systemen ist es üblich, dass Festplatten ohne das Herunterfahren des Gesamtsystems austauschbar sind. In einem RAID-Verbund wird eine getauschte Festplatte automatisch wieder mit Daten bespielt. Auch die Netzteile großer Speichersysteme sind in der Regel hot-swappable ausgeführt und erlauben bei einem Defekt das Tauschen ohne Herunterfahren des Systems.

## Hot-Spare

Das Hot-Spare-Laufwerk (auch Hot-Fix oder einfach Spare Drive) ist ein unbenutztes Reservelaufwerk. Fällt ein Laufwerk innerhalb des RAID-Verbundes aus, wird es vom RAID-Controller oder der RAID-Software automatisch durch das Reservelaufwerk ersetzt. Unterstützt das System mehrere RAID-Arrays, so kann ein Spare-Laufwerk (oder auch mehrere) für alle Arrays definiert werden, ein sogenanntes Global Spare. Wird jedem Array ein eigenes Spare-Laufwerk zugewiesen, spricht man von einem Local oder Dedicated Spare.

Vorteil von Spare-Laufwerken: Die Redundanz wird schnellstmöglich automatisch und ohne Benutzereingriff wiederhergestellt. Der tatsächliche Tausch des defekten Laufwerks kann dann auch zeitverzögert erfolgen.