

## R.A.I.D.

### Redundant Array of Inexpensive ( oder Independent ) Disks Redundante Reihe billiger (oder unabhängiger ) Laufwerke

#### 1 Die Geschichte

1987 wurde an der kalifornischen Universität in Berkeley zum erstenmal ein Versuch, zur Verwendung mehrerer Festplatten als ein Laufwerk durchgeführt. Hieraus entwickelte sich das RAID-System. Ursprünglich war dieses System für nichts anderes als High – End SCSI – Systeme in Servern gedacht. Dank der deutlichen Nachfrage am Desktopmarkt, wurden jedoch bald billigere IDE-RAID-Systeme entwickelt, die sich heute jeder kaufen kann.

#### 2 Verschiedene RAID-Systeme

##### 2.1 JBOD –Just a Bunch of Disks ( wird auch „Drive Spanning“ genannt )

JBOD ist kein eigentliches RAID-System wie man es kennt –es entspricht lediglich einer Aneinanderreihung von Festplatten ohne Verbesserung der Geschwindigkeit und/oder der Datensicherheit. Es können Festplatten verschiedener Größe und Umdrehungszahl aneinander gehängt werden. Geschrieben wird wie auf einer gewöhnlichen Festplatte. Ist die Kapazität einer Festplatte erschöpft wird einfach auf der nächsten weitergeschrieben.

Beispiel: 4 Festplatten die mit JBOD verknüpft sind. Jeder Balken steht für eine Festplatte.



#### 2.2 Singel – RAID – Levels

##### 2.2.1 RAID – 0 „Data Striping“ oder „Distributed Data“

Bei RAID – 0 werden alle Daten auf mindestens zwei Festplatten in Blöcken aufgeteilt. Diese Blöcke können 8KB, 16KB, 32KB, 64KB oder auch größer sein. Große Blöcke sind nur für große Dateien geeignet, da ein 64KB Block immer 64 KB belegt auch wenn die Datei nur 100 Byte groß ist. Eine zu kleine Blocksize mindert allerdings die Performance da mehrere Blöcke pro Datei adressiert werden müssen.

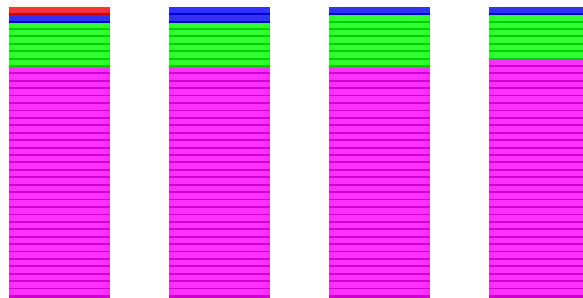
RAID – 0 bietet zwar keine Verbesserung der Datensicherheit, aber von allen RAID-Systemen die größte Steigerung der Geschwindigkeit.

Es können Festplatten unterschiedlicher Größe und Geschwindigkeit zusammengehängt werden. Allerdings wird die Geschwindigkeit durch die langsamste und die Größe von der kleinsten Platte bestimmt

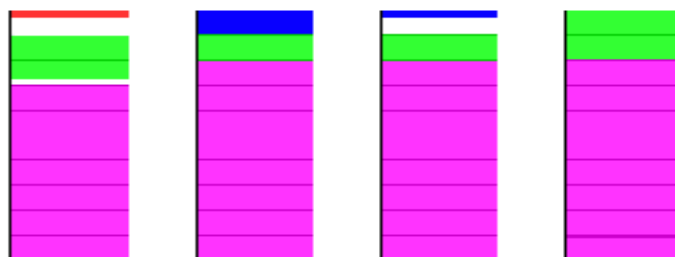
ACHTUNG: Bei RAID – 0 sind alle Daten blockweise auf mehrer Festplatten verteilt. Erleidet ein Datenträger einen Totalschaden sind alle Daten des gesamten Arrays verloren.

Folgende Beispiele sollen zeigen wie verschieden große Dateien ( rot = 4KB, blau = 20KB, grün = 100KB, Magenta = 500KB ) bei verschiedenen großen Blockgrößen verteilt werden.

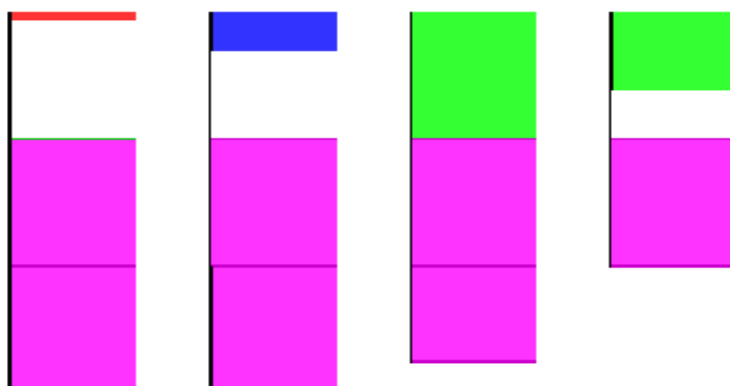
4KB Blocksize



16KB Blocksize



64KB Blocksize



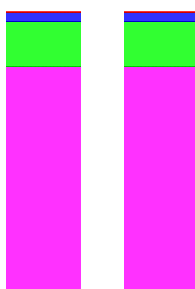
### 2.2.2 RAID – 1 „Data Mirroring“ Data Duplexing“

RAID – 1 ist die Datensicherheit in Person. Die Daten werden nicht auf Platten verteilt, sondern auf 2, 4, 6, 8, ... Platten gespiegelt. Es ist auch möglich 3, 5, .. zu verwenden. Hierbei ist eine Festplatte nicht in gebrauch sondern dient als „Hot Fix“, d.h. wird nicht beschrieben, sondern springt nur dann ein wenn eine der anderen ausfällt.

RAID –1 kann mit RAID – 0, RAID – 5 und RAID – 6 kombiniert werden.

RAID – 1 bietet die höchste Datensicherheit, aber keinerlei Steigerung der Performance.

Beispiel: RAID – 1 mit 2 Festplatten



### 2.2.3 RAID – 2

Wird in der Praxis nicht ( mehr ) angewandt

Im Unterschied zu RAID 0 und 1 arbeitet RAID 2 auf Wort- bzw. Bytebasis. Hierzu wird ein Byte in ein paar Halbbytes (4-Bit-Nibbles) verwandelt, von denen jedes durch Hinzufügen eines Hamming-Codes zu einem 7 Bit-Wort wird. Die Bits 1, 2 und 7 bilden hier die Paritätsbits. Verteilt man dieses 7 Bit-Wort auf 7 vollständig synchronisierte Festplatten, ergibt sich ein nahezu siebenfacher Datendurchsatz. RAID – 2 setzt einen leistungsfähigen Controller voraus, da in jeder Bitzeit eine Hamming-Prüfsumme gebildet werden muss.

### 2.2.4 RAID – 3 und RAID – 4 „Data Striping Dedicated Parity“

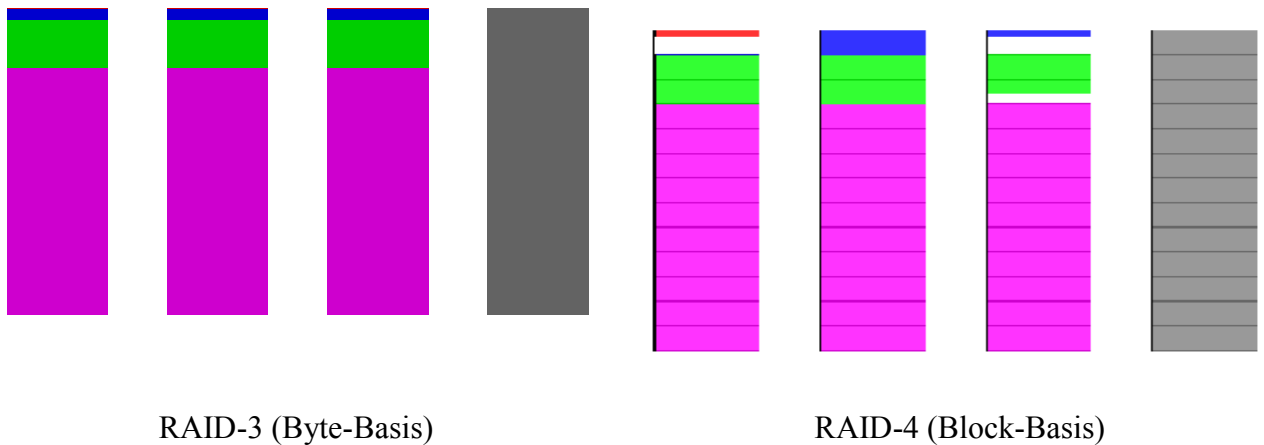
RAID – 3 und 4 waren die ersten Modi die sich mit Fehlerkorrektur durchsetzen konnten. Die Daten werden hier wieder über mehrer Festplatten aufgeteilt, wobei eine Platte die Checksummendaten aufnimmt. Die Fehlerkorrekturdaten werden in Echtzeit beim Schreiben auf die Festplatte generiert. Da die Checksummen nur auf einer Platte gespeichert werden stellt dieses Laufwerk meist einen deutlichen Performanceflaschenhals dar. Das Verhältnis Datenplatten zu Paritätsplatte beträgt 3:1, d.h. meistens werden 3 Datenplatten und 1 Paritätsplatte zum Einsatz kommen.

Der einzige Unterschied zwischen RAID – 3 und RAID – 4 besteht darin, das RAID – 3 auf Byte-Basis und RAID – 4 auf Block-Basis arbeitet.

Diese beiden RAID – Level tolerieren den Ausfall einer Festplatte. Die Verloren Daten können durch die Checksummen zu 100% wieder hergestellt werden.

RAID – 4 gewinnt durch die Blockadressierung gegenüber RAID – 3 etwas an Geschwindigkeit, die Paritätsplatte als Flaschenhals bleibt aber weiterhin bestehen.

Die beiden Beispiele zeigen die Aufteilung der Daten bei diesen beiden Modi. Die Farbe Grau steht für die Checksummen.

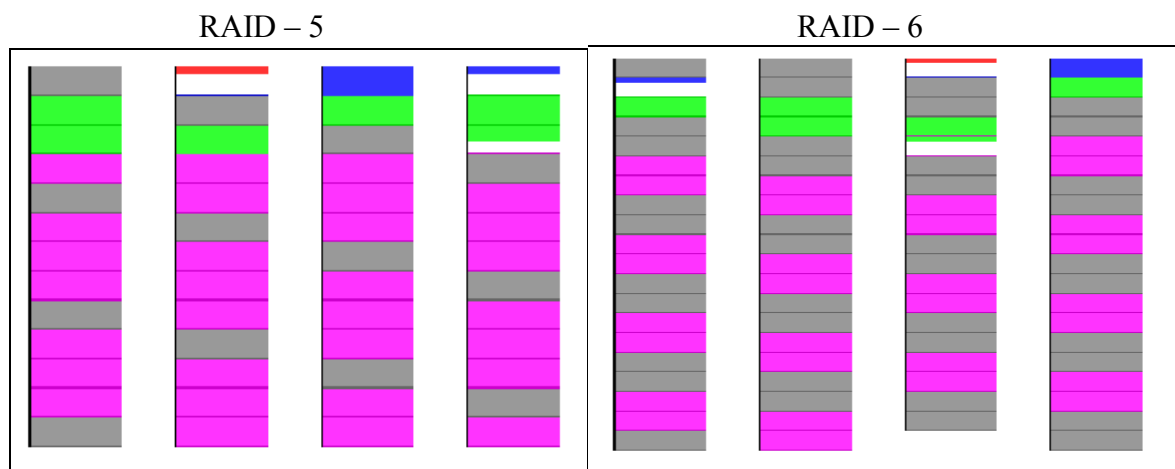


### 2.2.5 RAID – 5 RAID – 6 “Distributed Data Distributed Parity”

RAID – 5 kann wie RAID – 3 und RAID – 4 nur den Ausfall einer Festplatte verschmerzen. RAID – 5 kann gegenüber den anderen beiden Modi einen deutlichen Performancegewinn verzeichnen. Wie bei RAID – 3 und 4 wird auch hier eine Checksumme für die Fehlerkorrektur in Echtzeit erzeugt. Bei diesem Level allerdings werden die Checkdaten wie die Nutzdaten nach dem Striping-Verfahren unter schneller Blockadressierung auf alle Festplatten im Array verteilt.

Durch seine höhere Performance erfreut sich RAID –5 im Serverbereich höchster Beliebtheit. RAID –6 ist eine sicherere wenn auch langsamere Version von RAID –5. Dadurch, dass bei RAID – 6 doppelt so viele Paritätsdaten generiert werden, kann dieser Level auch beim Ausfall von 2 Platten im Array alle Daten wieder zu 100% herstellen. Für RAID –5 und RAID –6 müssen mindestens 3 Festplatten vorhanden sein.

Die beiden Beispiele zeigen die Verteilung der Daten auf 4 Festplatten bei einer Blocksize von 16 KB ( rot = 4KB, blau = 20KB, grün = 100KB, Magenta = 500KB )



## 2.2.6 RAID – 7 (Asynchrones, gecachtes Striping mit dedizierter Parity-Platte)

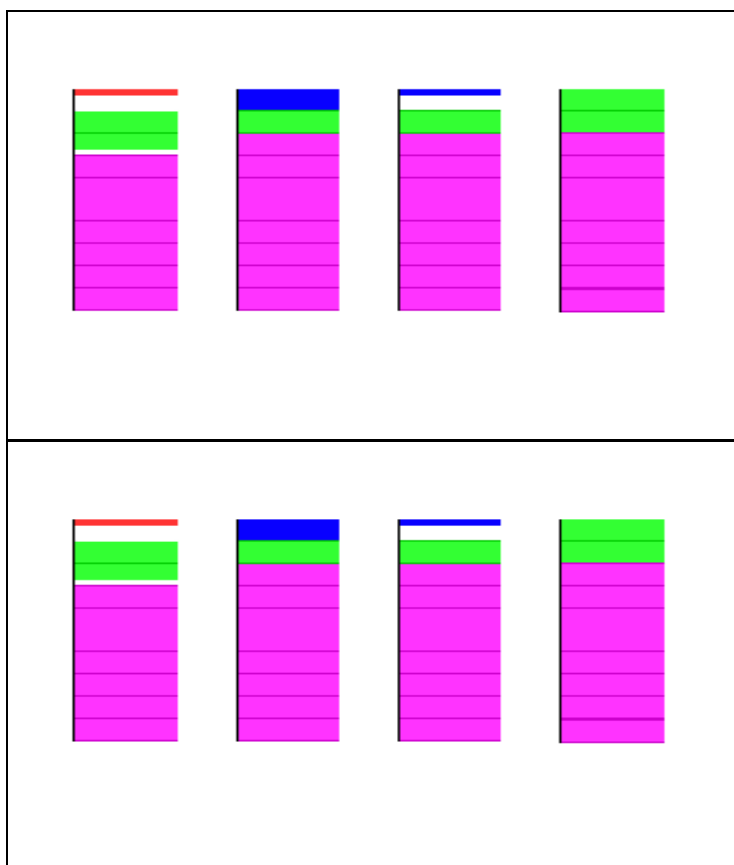
RAID – 7 ist kein offener Standard, sondern ein patentiertes Verfahren der Firma Storage Computer Corporation. Level 7 kommt somit nur auf Controllern dieser Firma zum Einsatz und ist nur für den High – End – Servermarkt gedacht. RAID – 7 baut auf RAID – 3 und RAID – 4 auf, wurde jedoch sehr stark modifiziert, um die Nachteile dieser Levels zu beseitigen. Ein hochspezialisierter Controller verwaltet hierbei jede Platte einzeln. Um die Echtzeit aufrecht zu erhalten, kommen sehr große Puffer zum Einsatz. Dies ermöglicht ein fehlertolerantes System bei höchster Performance.

Mann sollte aber nicht vergessen, dass bei einem Stromausfall alle Daten in den Puffern verloren gehen.

## 2.3 Nested RAID – Modi ( verschachtelte RAID – Modi)

Neben den Singel – RAID – Levels gibt es noch Nested – RAID – Levels. Dies sind zum Beispiel RAID – 0+1, RAID – 1+5 und RAID – 0+5. Beim RAID – 0+1 werden mindestens 4 Festplatten benötigt. Über 2 werden im blockadressierten Striping – Modus die Daten aufgeteilt. Die anderen beiden spiegeln diese Daten um die Datensicherheit zu erhalten. Mit Nested RAID lassen sich riesige Cluster aufbauen, in den 32, 64 oder mehr Festplatten zusammenarbeiten.

Beispiel: RAID – 0+1



## 2.4 Hot Fix Festplatten

Unter Hot Fix Festplatten versteht man zusätzliche Festplatten die im Falle eines Falles automatisch die Funktion der ausgefallenen Festplatte übernehmen. Für diese Funktionalität wird normalerweise ein spezieller Festplattencontroller benötigt.

## 2.5 Hot Plug Platten

Mit HOT Plug kann eine ausgefallene Festplatte während des normalen Betriebs getauscht werden. Für diese Funktionalität wird neben der Verwendung eines speziellen Festplattencontrollers auch ein geeignetes Gehäuse benötigt. Nur in dieser Kombination kann ein kontrollierter Wechsel der Festplatte erfolgen.

## 2.6 Anmerkung

Die Industrie hat noch viele weitere RAID – Modi entwickelt, die unter Namen wie RAID – 20 oder RAID – 100 bekannt sind. Diese Modi bauen aber alle auf Level 3 und 4 auf und werden deshalb hier nicht näher erläutert

## 3 Software – RAID und Hardware – RAID

### 3.1 Software – RAID

Beim Software – RAID übernimmt das Betriebssystem die Verwaltung des RAID's. Hier können alle Platten gesehen werden und auch einzelne Partitionen zu einem RAID – Array zusammengefasst werden. Der größte Nachteil dieses Verfahrens ist die starke Belastung des laufenden Systems, da es das RAID steuern muss und alle Checksummen berechnen muss. Aus diesem Grund ist es auch nur sinnvoll Software – RAID im Level 0 und 1 zu betreiben, da hier keine Checksummen gebildet werden.

### 3.2 Hardware – RAID

Beim Hardware – RAID übernimmt ein extra Controller die Steuerung des RAID's. Der Controller tritt dem Betriebssystem gegenüber auf, als würde er nur eine Festplatte verwalten. Die einzelnen Festplatten können nicht gesehen werden. Die gesamte Rechenarbeit wird von einem speziellen Prozessor auf dem Controller übernommen. Ein Hardware – RAID belastet das laufende System nicht.

Moderne Controller können bei Störungen den Administrator verständigen.