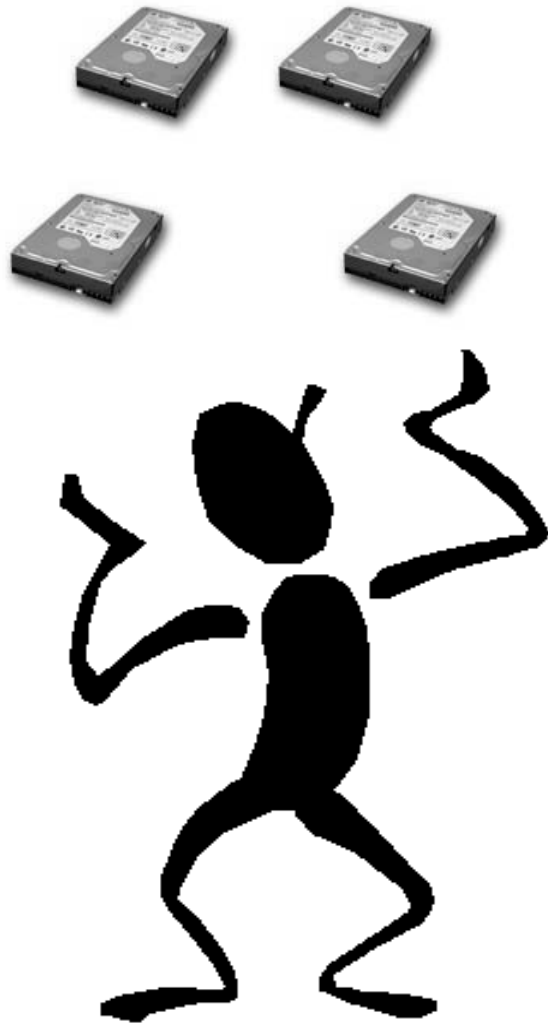


# RAID



Name: Artur Neumann

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Was ist RAID</b>	<b>3</b>
1.1	RAID-Level .....	3
<b>2</b>	<b>Wozu RAID</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Wie werden RAID Gruppen verwaltet</b>	<b>3</b>
3.1	Software RAID .....	3
3.2	Hardware RAID.....	4
<b>4</b>	<b>Die Verschiedenen RAID-Level</b>	<b>4</b>
4.1	RAID 0 (Striping).....	4
4.2	RAID 1 .....	5
4.3	RAID 2 .....	5
4.4	RAID 3 .....	6
4.5	RAID 4 .....	6
4.6	RAID 5 .....	7
4.7	RAID 6 .....	7
4.8	RAID 7 .....	8
4.9	RAID 1/0 .....	8
4.10	RAID 5/0 .....	9
<b>5</b>	<b>Quellen und Links</b>	<b>10</b>

# 1 Was ist RAID

Die Abkürzung RAID bedeutet **R**edundant **A**rray of **I**ndependent **D**isks. RAID ist ein Konzept, eine Anzahl von Festplatten zur Erhöhung der Übertragungsleistung und Ausfallsicherheit als eine Einheit zu betreiben.

## 1.1 RAID-Level

RAID-Level definieren die verschiedenen Implementierungen. Entwickelt wurden die RAID Level 0-7, wobei sich nur die Level 0,1 und 5 durchgesetzt haben. Es sind auch Kombinationen der Level möglich.

# 2 Wozu RAID

Mit RAID-Verbänden werden vorrangig zwei Ziele verfolgt:

- Datensicherheit, durch speichern der Daten auf verschiedenen physikalischen Festplatten
- Höhere Performance, durch gleichzeitigen Zugriff auf mehrere physikalische Festplatten.

# 3 Wie werden RAID Gruppen verwaltet

Die Verwaltung von RAID Festplatten ist recht kompliziert. Es muss darauf geachtet werden, dass die Daten konsistent auf die Festplatten gelangen und auch wieder korrekt gelesen werden. Dies wird schwieriger, je mehr Festplatten zu verwalten sind und je komplexer die Speicheralgorithmien sind.

Des Weiteren sollten bei einer professionellen Lösung auch Möglichkeiten vorhanden sein, defekte Festplatten im laufenden Betrieb auszutauschen.

## 3.1 Software RAID

Beim Software RAID verwaltet das Betriebssystem (z.B. Linux Kernel) oder zusätzliche Software (z.B. Veritas Volume Manager) die RAID Festplatten.

### Vorteile:

- Geringere Kosten, weil keine neue Hardware angeschafft werden muss. Dieser Vorteil sticht besonders hervor, wenn im Betriebssystem interne Funktionen genutzt werden und somit auch keine weitere Software gekauft werden muss.
- Höhere Flexibilität. Beim Ändern der Konfiguration muss die Hardware nicht umkonfiguriert werden. Die Änderung kann in der Softwareschicht vorgenommen werden. Dies ist zumeist flexibler und problemloser möglich.

### Nachteile:

- Höhere Systemlast. Da alle Berechnungen und Verwaltungsoperationen auf Softwareebene durchgeführt werden, wird das System, insbesondere die CPU, höher belastet als bei Verwendung von Hardware RAID.

## 3.2 Hardware RAID

Beim Hardware RAID wird die Verwaltung von entsprechenden Hardwarekomponenten übernommen. Solche Komponenten können entweder RAID-Controller sein, an welche die Festplatten direkt angeschlossen werden, oder moderne Storagesysteme. Solche Storagesysteme (EMC<sup>2</sup> Symmetrix, IBM Shark u.a.) verfügen über verschiedene, konfigurierbare RAID Funktionen.

### Vorteile:

- Geringere Systemauslastung. Die Hardwarekomponenten verfügen über eine eigene Intelligenz, die alle nötigen Berechnungen und Verwaltungsoperationen durchführt. Dies führt zu einer geringeren Belastung des eigentlichen Systems.

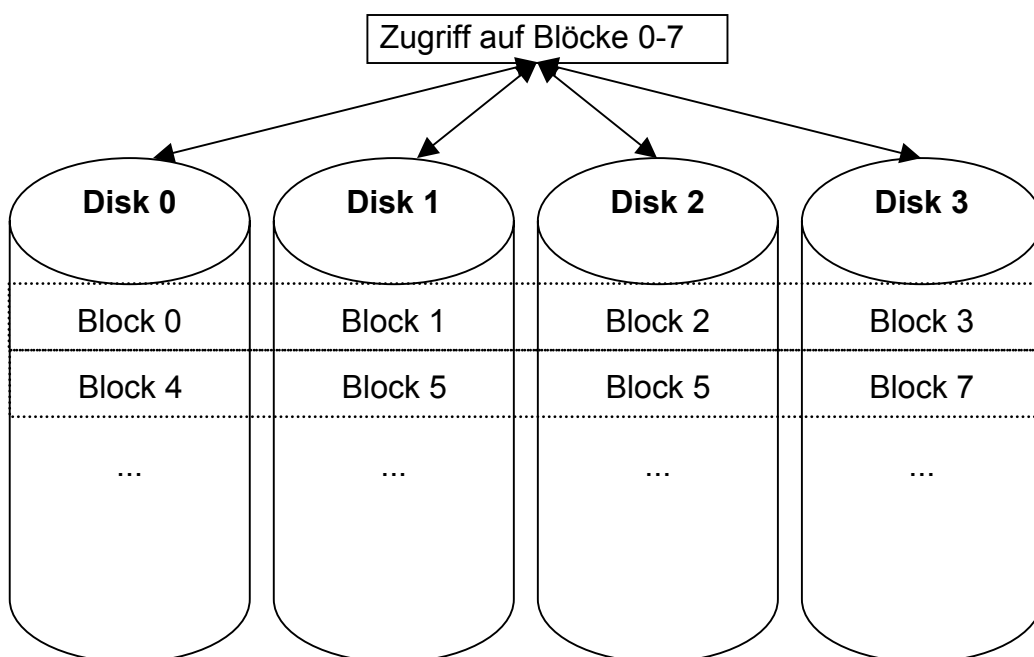
### Nachteile:

- Zumeist höhere Kosten durch die zusätzliche Hardware.
- Geringere Flexibilität, da jede Konfiguration auf Hardwareebene erledigt werden muss.

## 4 Die Verschiedenen RAID-Level

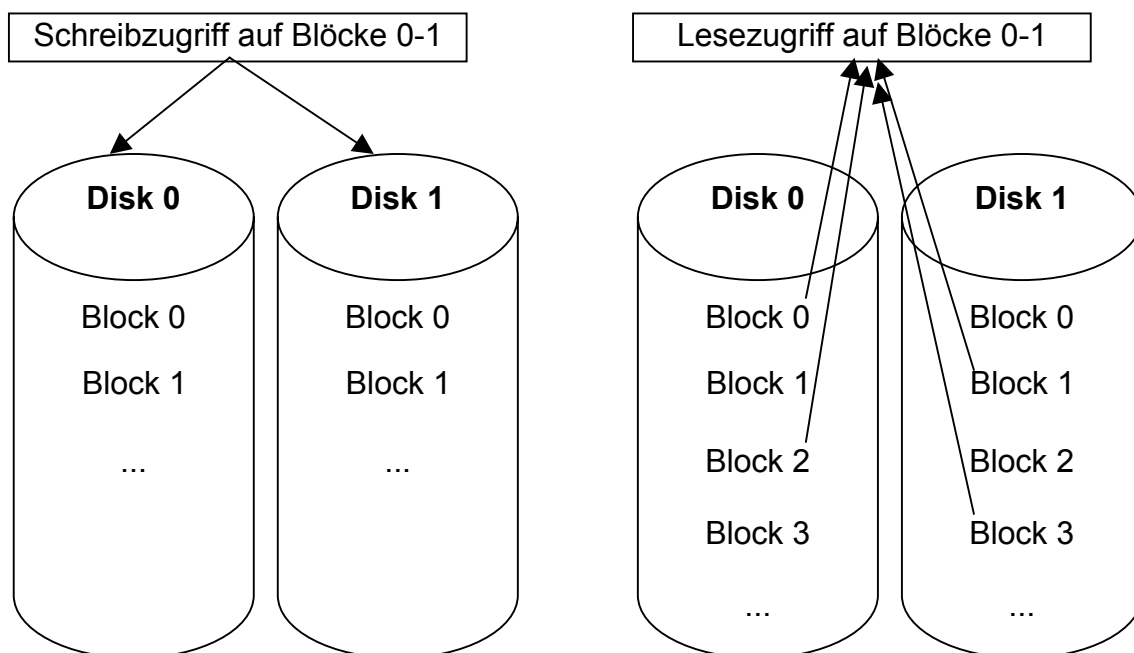
### 4.1 RAID 0 (Striping)

RAID 0 wird als Striping bezeichnet. Beim RAID 0 Verfahren werden die Daten im Wechsel über mehrere Festplatten verteilt. Durch diese Parallelisierung der Zugriffe auf die Festplatten wird ein höherer Datendurchsatz erreicht. Der entscheidende Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch die hohe Ausfallwahrscheinlichkeit. Fällt eine der Festplatten aus, so sind alle Daten verloren.



## 4.2 RAID 1

RAID 1 wird auch als Mirroring (Spiegelung) bezeichnet. Bei diesem Verfahren werden die Daten parallel auf mindestens zwei Festplatten geschrieben. Dadurch wird eine sehr hohe Ausfallsicherheit erreicht, da die Daten doppelt zur Verfügung stehen. Fällt eine der Festplatten aus, so sind alle Daten trotzdem noch auf der Spiegelfestplatte vorhanden. Bei Schreibzugriffen ist ein RAID 1 Verbund maximal so schnell wie eine einzelne Festplatte. Die Leseperformance eines RAID 1 Verbunds ist jedoch höher als bei einer einzelnen Festplatte. Dies wird durch abwechselndes Lesen von den verschiedenen physikalischen Festplatten erreicht. Der große Nachteil dieses Verfahrens sind die höheren Kosten die durch den doppelt benötigten Speicherplatz entstehen.



## 4.3 RAID 2

Der RAID - Level 2 ist ein Versuch die Ausfallsicherheit durch Schreiben von Parity-Informationen zu erhöhen. Bei dieser Implementierung werden die Daten bitweise auf die Festplatten verteilt. Neben 8 Bit Nutzdaten werden 2 Bit ECC Code geschrieben. Dieses Verfahren bietet Vorteile die mit keinem anderem RAID-Level zu erreichen ist. Alle anderen RAID-Level versagen, wenn nicht eine komplette Platte ausfällt, sondern die Daten beispielsweise durch einen Schreibfehler inkonsistent sind. Ein Fehler wird bei den anderen Verfahren zwar erkannt, doch welche Platte falsche Daten liefert, ist nicht festzustellen - ein Korrektur ist somit unmöglich. Das RAID 2 Verfahren benötigt mindestens 10 Laufwerke, da es die Daten bitweise auf eigene Laufwerke verteilt. Die Lesegeschwindigkeit wird zwar durch parallelen Zugriff gesteigert, bei Schreiboperationen sinkt allerdings die Performance durch den hohen ECC-Overhead unter jene eines Einzellaufwerks.

## 4.4 RAID 3

Bei RAID 3 wird byteweise über mehrere Festplatte gestriped. Um die Ausfallsicherheit zu erhöhen werden Parity-Daten auf ein separates Laufwerk geschrieben. Diese Parity-Informationen ermöglichen eine Rekonstruktion der Daten wenn eine Festplatte ausfallen sollte.

Um die Generierung der Parity-Daten zu erleichtern, synchronisiert RAID 3 die Kopfpositionen der Laufwerke. Das ermöglicht Schreibzugriffe ohne Overhead, da sich Parity- und Nutzdaten parallel auf den Laufwerken speichern lassen. Viele Lesezugriffe auf kleine, verteilte Dateien erfordern aber die synchrone Neupositionierung der Köpfe aller Platten im Verbund und kosten entsprechend Zeit.

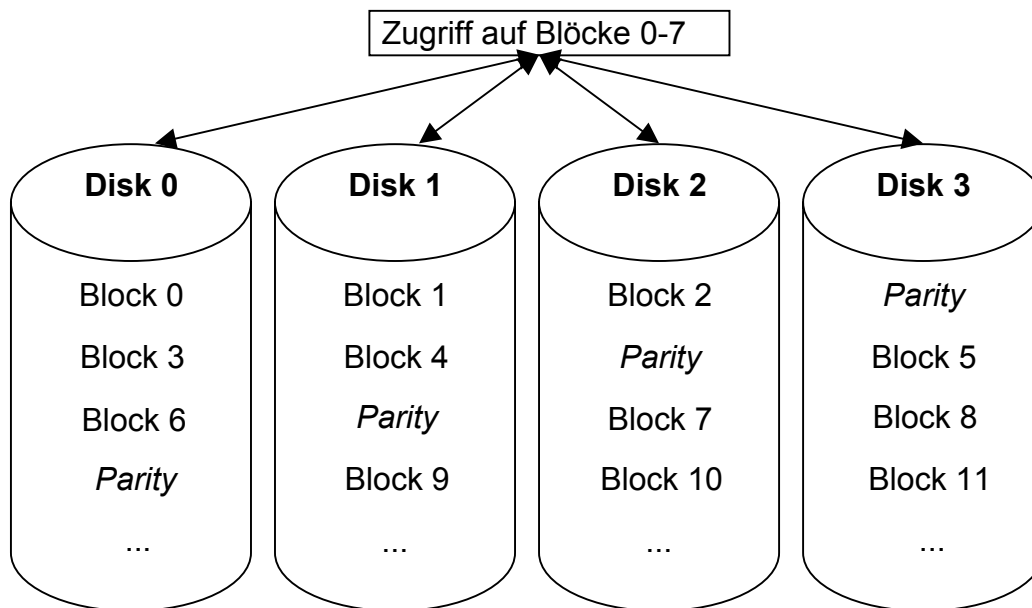
## 4.5 RAID 4

RAID 4 arbeitet mit blockweisem Striping der Nutzdaten. Um die Nachteile von RAID 3 bei der Verarbeitung kleiner Dateien zu umgehen, wird beim RAID 4 Verfahren auf eine Synchronisierung der Kopfbewegungen aller Laufwerke verzichtet. Zur Speicherung der Parity - Informationen nutzt es dagegen wie RAID 2 und 3 ein dediziertes Laufwerk.

Die Kombination des blockweisen Striping mit dem unabhängigen Plattenzugriff ermöglicht schnelles Lesen auch kleinerer Dateien. Je nach Dateigröße kann hier jedes Datenlaufwerk eine unabhängige Leseoperation vornehmen. Bei Schreiboperationen ist RAID 4 jedoch, wegen der fehlenden Synchronisation, langsamer als das RAID 3 Verfahren. Bei jedem Schreiben der Parity - Informationen muss die passende Stelle auf dem Parity- Laufwerk gefunden und angesteuert werden. Das Parity - Laufwerk wird somit zum Flaschenhals.

## 4.6 RAID 5

RAID 5 versucht hohe Performance und hohe Ausfallsicherheit zu kombinieren. Die Daten werden wie auch bei RAID 0 über mehrere Festplatten verteilt. Zusätzlich werden auch noch Parity-Daten geschrieben. Aus diesen Parity-Daten können, im Fehlerfall die verlorenen Daten rekonstruiert werden. Da die Parity Informationen und die dazugehörigen Nutzdaten auf verschiedenen physikalischen Festplatten liegen sollten, macht RAID 5 erst ab 3 Festplatten Sinn. Durch die Parallelisierung der Zugriffe erreicht RAID 5 sowohl beim Lesen wie auch bei Schreiben gute Performancewerte. Die Performance ist jedoch, bedingt durch das Berechnen und Schreiben der Parity Daten, nicht so gut wie bei RAID 0.



## 4.7 RAID 6

RAID 6 stellt einen Versuch dar, gegenüber RAID 3 bis 5 die Ausfallsicherheit nochmals zu erhöhen. Bei diesen beiden Verfahren darf nur eine Platte des Verbunds ausfallen, da sich sonst die Daten nicht mehr rekonstruieren lassen. RAID 6 umgeht diese Einschränkung, indem es quasi ein RAID 5 um eine zusätzliches Parity-Laufwerk ergänzt. Zwar dürfen nun zwei Platten des Verbunds ausfallen, ohne dass Datenverluste auftreten, aber die zusätzliche Sicherheit muss allerdings mit gegenüber RAID 3 bis 5 deutlich langsameren Schreibzugriffen erkauft werden.

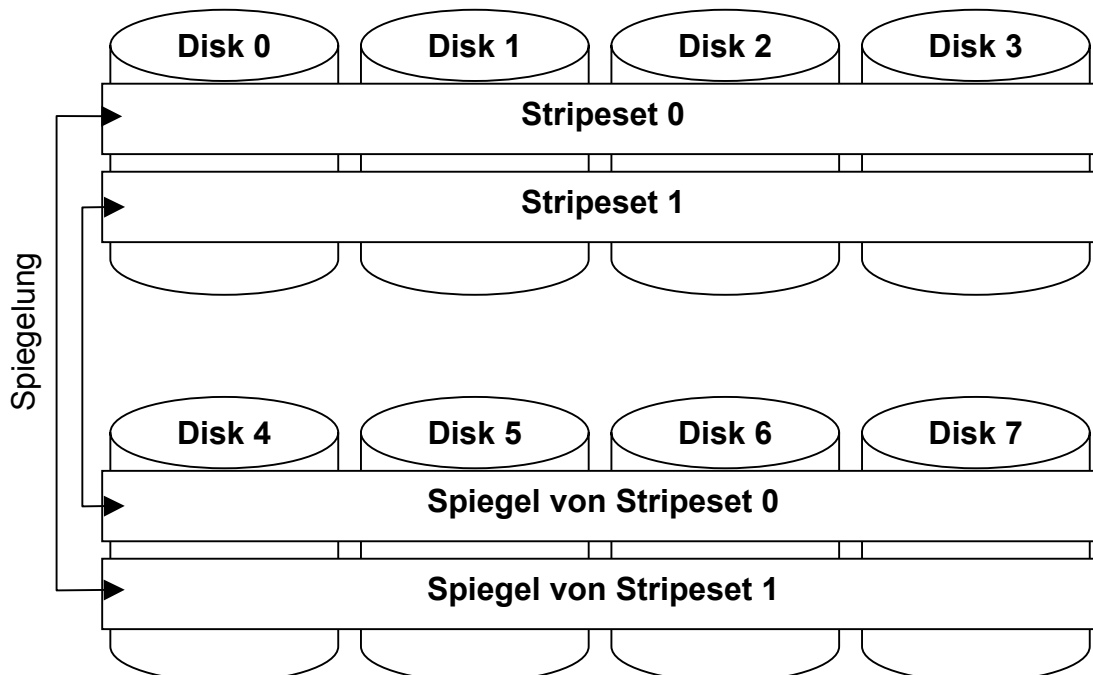
## 4.8 RAID 7

Auch das proprietäre RAID 7 ist ähnlich wie RAID 5 aufgebaut. Allerdings setzt der Hersteller Storage Computer im Controller zusätzlich ein lokales Echtzeitbetriebssystem ein. Schnelle Datenbusse und mehrere große Pufferspeicher koppeln die Laufwerke vom Bus ab. Dieses asynchrone Verfahren soll Lese- wie Schreiboperationen gegenüber anderen RAID-Varianten erheblich beschleunigen. Zudem lässt sich, ähnlich wie bei RAID 6, die Paritätsinformation auch auf mehrere Laufwerke speichern.

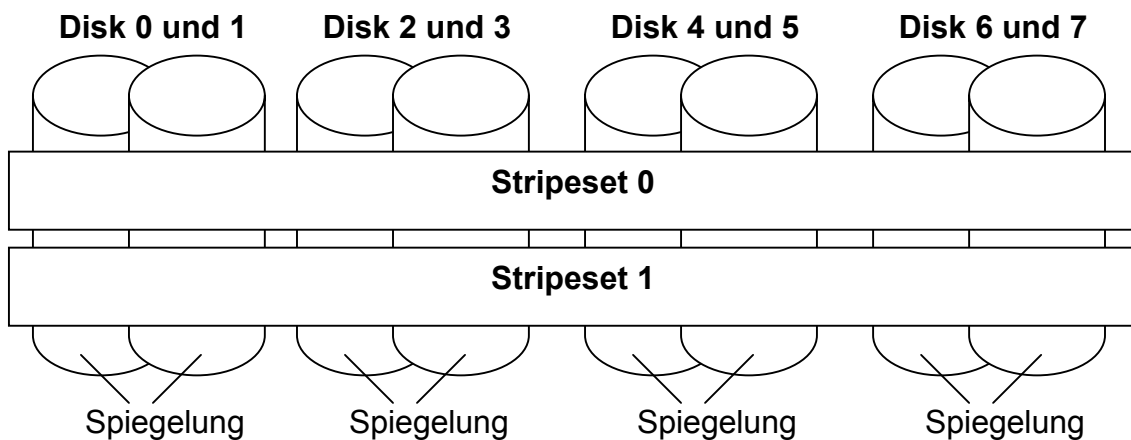
## 4.9 RAID 1/0

RAID 1/0 (wird auch als RAID 0+1, RAID 0/1 oder RAID 10 bezeichnet) ist eine Kombination aus RAID 1 und RAID 0, um die Vorteile beider Verfahren zu nutzen. Durch eine Kombination von Mirroring und Striping lassen sich hohe Performance und Datensicherheit verbinden. Durch Spiegelung (RAID 1) ist eine hohe Ausfallsicherheit gegeben und durch Striping (RAID 0) wird die Performance sowohl beim Schreiben wie auch beim Lesen gesteigert.

Zur Verwirklichung von RAID 1/0 sind zwei Verfahren denkbar. Die erste Möglichkeit wäre zuerst zu Stripen (RAID 0) und dann die entstandenen logischen Laufwerke zu spiegeln.



Die zweite Möglichkeit ist entsprechend zuerst spiegeln und dann über die entstandenen Paare zu Stripen.



In beiden Fällen steht die selbe Kapazität zur Verfügung. Jedoch ist die zweite Methode der ersten aus zwei Gründen vorzuziehen.

1. Wurde zuerst gestriped, ist nach einem Plattenausfall das betroffeneStripeset komplett unbrauchbar. Die Daten stehen zwar noch auf dem zweitenStripeset zur Verfügung, fällt aber ein Laufwerk dieses zweiten Verbunds aus, sind die Daten verloren. Im umgekehrten Fall verliert ein gespiegeltes logisches Laufwerk zwar durch den Ausfall ebenfalls seine Redundanz, aber es entsteht nur dann ein Datenverlust wenn auch die zweite Festplatte aus dieser Einheit ausfällt. Die Wahrscheinlichkeit eines Totalausfalls sinkt somit erheblich gegenüber der ersten Methode.
2. Nach dem Austausch einer defekten Festplatte müssen alle Daten, von dem noch intakten Spiegel, auf diese Festplatte kopiert werden. Im ersten Fall müssen die Daten den komplettenStripesets kopiert werden. Wurde dagegen zuerst gespiegelt und dann gestriped so muss lediglich eine einzige Festplatte kopiert werden.

## 4.10 RAID 5/0

Bei RAID 5/0 wird ein ähnlicher Ansatz wie bei RAID 1/0 verfolgt. Es wird versucht durch Striping die Performance eines RAID 5 Verbunds noch zusätzlich zu steigern. Dabei gibt es auch wieder zwei verschiedene Möglichkeiten wie diese realisiert werden kann.

Die erste Möglichkeit ist zuerst mehrereStripesets (RAID 0) zu bilden. DieseStripesets werden dann zu einem RAID 5 Verbund zusammengefasst.

Entsprechend ist die zweite Möglichkeit zunächst RAID 5 Verbände zu bilden und über diese dann einStripeset zu legen.

Aus den Gründen die auch schon bei RAID 1/0 beschrieben wurden sollte die zweite Variante verwendet werden, um die höchste Ausfallsicherheit und die schnellste Wiederherstellung im Problemfall zu erreichen.

## **5 Quellen und Links**

- [1] TecChannel Artikel „RAID im Überblick“ vom 30.05.2001, Update am 04.07.2001  
<http://www.tecchannel.de>