

# **Moderne RAID Technologie**

## **Grundlagen**

**Technisches Wissen, verständlich erklärt**

© Copyright 1997-1998

ICP vortex Computersysteme GmbH  
Falterstrasse 51-53  
74223 Flein - Germany

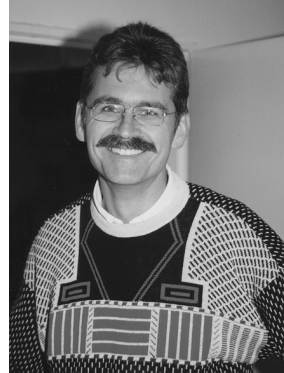


## Über den Autor

Dr. Dipl.-Phys. Andreas Köpf ist Technical Support Manager bei ICP vortex.

Mit über 6 Jahren Expertenerfahrung im Bereich moderner RAID Technologie, ist Dr. Köpf branchenweit dafür bekannt, daß er komplexe Sachverhalte und Zusammenhänge in verständliche Sätze umsetzen und dem interessierten Publikum nahe bringen kann.

Dr. Köpf lebt zur Zeit in Phoenix, Arizona, USA zusammen mit seiner Frau und seinen beiden Kindern. Dort zeichnet er bei der ICP vortex Corporation, dem amerikanischen Tochterunternehmen der ICP vortex Computersysteme GmbH verantwortlich für die Bereiche Technischer Support und OEM-Kunden Betreuung.



## Über diese Einführung

Das in dieser Einführung vermittelte RAID Grundlagenwissen, soll dem interessierten Leser dabei helfen für eine gegebene Systemkonfiguration die richtige Entscheidung hinsichtlich des ICP PCI-SCSI Disk Array Controllers und des zu verwendenden RAID Levels zu treffen.

Sollten Sie Fragen haben, können Sie sich direkt an ICP vortex Computersysteme GmbH wenden:

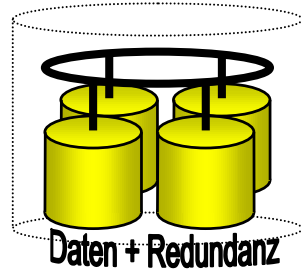
Telefon: 07131-5972 -0 oder email: [sales@vortex.de](mailto:sales@vortex.de).

Informieren Sie sich über die gesamte ICP Disk Array Controller Produktpalette: <http://www.icp-vortex.com>.

<b>Einleitung - Was ist RAID?</b>	4
<b>Teil I - RAID Levels - Organisation der Laufwerke</b>	5
RAID 0 oder Data Striping	5
RAID 1 oder Drive Mirroring / Drive Duplexing	5
RAID 2 oder Hamming System	6
RAID 3 oder Byte Striping mit Parity Laufwerk	6
RAID 4 oder Block Striping mit Parity Laufwerk	7
RAID 5 oder Block Striping mit verteilter Parity	7
RAID 10 oder Mirrored Striping Array	8
<b>Teil II - Typische Konfigurationsbeispiele</b>	9
1. NT oder Unix Workstation	9
2. Schnelle Workstation mit großen Dateien	10
3. Kleiner NetWare Server (4 GB)	10
4. Kleiner Windows NT oder Unix Server (6 GB)	12
Mehr Kapazität hinzufügen	14
5. Mittelgroßer NetWare File Server (8 GB)	15
Mehr Kapazität hinzufügen	16
Geschwindigkeit und Redundanz dem Server hinzufügen	16
6. Mittelgroßer Windows NT oder Unix Applikations-Server (10 GB)	17
Mehr Kapazität hinzufügen zu der 3-Kanal Konfiguration	19
7. Großer Datenbank Server	20
Noch mehr Kapazität für den Datenbank Server	21
<b>Teil III - Index</b>	23

## Einleitung - Was ist RAID?

Mit RAID (Redundant Array of Independent Disks) werden mehrere unabhängige Festplatten zusammen geschaltet (die grauen „Zylinder“ in dem Bild) um einen großes logisches Laufwerk (gestrichelter „Zylinder“) zu bilden. Nicht nur Daten werden auf diesem Array gespeichert, es werden auch „Redundanz Informationen“ hinzugefügt. Diese Redundanz Informationen können die Daten selbst sein (Spiegeln) oder Parity Daten die aus mehreren Datenblöcken berechnet werden (RAID 3,4, oder 5).



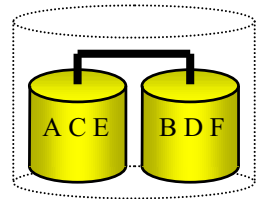
Das Betriebssystem (z.B. Windows NT, NetWare oder Unix) greift nun nicht mehr auf die einzelnen Festplatten, sondern statt dessen auf das Array zu. Die Verfügbarkeit erhöhen ist das eigentliche Ziel von RAID. RAID verhindert Ausfallzeiten im Falle eines Festplattenausfalls. Allerdings kann es keine Daten restaurieren, die von den Benutzern gelöscht, oder durch ein Ereignis wie Diebstahl oder Feuer zerstört wurden. Deshalb benötigt man immer ein **Backup** um das System vor diesen Ereignissen zu schützen, auch dann wenn ein RAID System installiert ist.

## Teil I - RAID Levels - Organisation der Laufwerke

Die verschiedenen RAID Konzepte werden allgemein als RAID Levels bezeichnet. Hier einen Überblick der von der UC Berkeley spezifizierten RAID Levels.

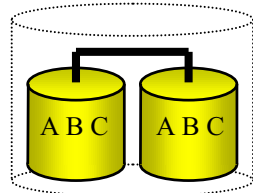
### RAID 0 oder Data Striping

Bei diesem RAID Level werden zwei oder mehr Festplatten zusammen geschaltet, indem die Nutzdaten (ABCD...) in kleine Blöcke aufgeteilt werden (4-128kB Blockgröße). Diese Blöcke werden abwechselnd auf den unterschiedlichen Platten des RAID 0 Arrays gespeichert. Damit kann auf zwei oder mehr Festplatten parallel zugegriffen werden und die Schreib-/Lesegeschwindigkeit, besonders bei sequentiellen Zugriffen, wird erhöht. Bei RAID 0 werden allerdings keinerlei Redundanz Informationen erzeugt, so daß bei dem Ausfall einer Festplatte alle Daten verloren sind. Diese fehlende Redundanz wird durch die 0 als RAID Level angezeigt. RAID 0 wird deshalb gewöhnlich nicht in Serversystemen verwendet. Dort ist Sicherheit eine unabdingbare Anforderung.



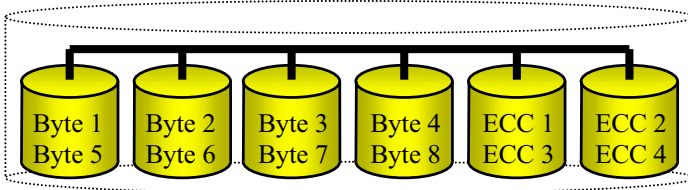
### RAID 1 oder Drive Mirroring / Drive Duplexing

In einem RAID 1 System werden identische Daten auf zwei Festplatten gespeichert (100% Redundanz). Fällt eine der beiden Festplatten aus, arbeitet das Betriebssystem mit der verbleibenden Festplatte weiter. Obwohl es die optimale Ausfallsicherheit bietet, wird RAID 1 meist nur in kleinen Servern eingesetzt. Werden große Kapazitäten benötigt, wird RAID 1 sehr schnell recht teuer, da die doppelte Plattenkapazität benötigt wird (doppelte Anzahl an Festplatten) um die Redundanz zu erhalten.



## RAID 2 oder Hamming System

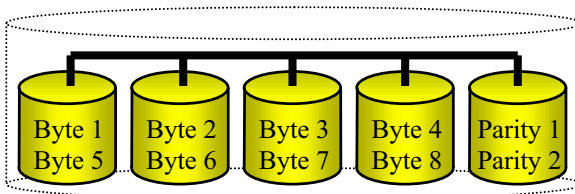
Ein RAID 2 System teilt die Daten in einzelne Bytes auf und schreibt sie auf die Datenplatten des Arrays. ECC (Error Correction Code) wird nach dem Hamming Algorithmus berechnet und auf zusätzliche Festplatten gespeichert. Dieses Verfahren wurde während der Anfänge von RAID verwendet, als die Festplatten noch keine integrierten ECC-Mechanismen hatten. Das heutzutage in allen Massenspeichern integrierte ECC Verfahren macht die Eigenschaft von RAID 2 einzelne Bit-



Fehler korrigieren zu können überflüssig. Deshalb wird dieser RAID Level nicht mehr eingesetzt.

## RAID 3 oder Byte Striping mit Parity Laufwerk

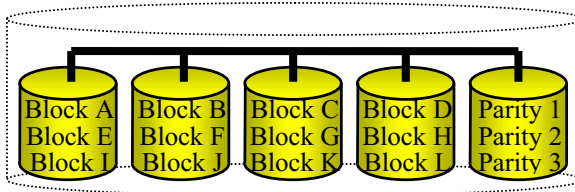
In einer RAID 3 Konfiguration werden die Daten in einzelne Bytes aufgeteilt und dann abwechselnd auf die Datenlaufwerke des Arrays geschrieben (üblicherweise 2-4 Festplatten). Ein Parity Byte wird für jede Datenreihe hinzugefügt und auf einer zusätzlichen Festplatte, dem sog. Parity Laufwerk, gespeichert. (Dies ist vergleichbar mit der Parity, die für Speichermodule auf dem Mainboard verwendet wird, wo 8 Daten Bits von einem Parity Bit geschützt werden). Fällt eine Festplatte in einem RAID 3 Array aus, können die Daten aus den übrigen Nutzdaten und den gespeicherten Parity Informationen über das RAID System berechnet wer-



den. Da moderne Festplatten und Betriebssysteme nicht mehr mit einzelnen Bytes, sondern Blöcken arbeiten, findet RAID 3 kaum noch Anwendung.

### **RAID 4 oder Block Striping mit Parity Laufwerk**

RAID 4 ist mit RAID 3 durchaus vergleichbar, allerdings mit dem Unterschied, daß die Daten in größere Blöcke (8, 16, 64 oder sogar 128 Kbyte) anstatt in Bytes aufgeteilt werden. Diese Blöcke werden auf den Datenfestplatten gespeichert (vergleichbar mit RAID 0 Funktion). Ein Parity Block (vergleichbar mit der Summe der Daten in dieser Zeile) wird für jede Zeile berechnet und auf der Parity Festplatte gespeichert. Mit dieser Parity Information ist es möglich die verlorengegangenen Daten im Falle eines Festplattenausfalls zu berechnen. Die Performance eines RAID 4 Systems ist sehr gut, wenn man große sequentielle Lese- und Schreibzugriffe hat (Schreiben großer zusammenhängender Dateien).



Bei verteilten Schreibzugriffen wird durch jeden Benutzerzugriff ein Zugriff auf den zugehörigen Parity Block notwendig (genaugenommen muß die Summe jeder Zeile erneut berechnet werden, wenn neue Daten geschrieben werden). Das bedeutet, daß bei verteilten Zugriffen durch den Benutzer jedesmal gewartet werden muß, bis die Parity Daten auf das Parity Laufwerk geschrieben worden sind. Daraus resultiert, daß RAID 4 bei solchen verteilten Schreibzugriffen relativ langsam ist.

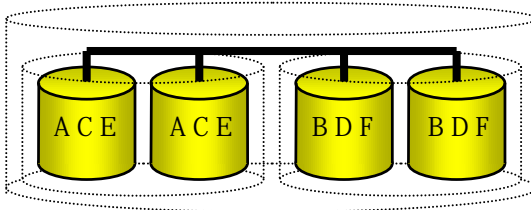
### **RAID 5 oder Block Striping mit verteilter Parity**

Der Unterschied zwischen RAID 4 und diesem RAID Level ist, daß bei RAID 5 die Parity über alle Festplatten des Arrays verteilt wird. Dies beschleunigt verteilte Schreibzugriffe, da es kein dediziertes Parity Laufwerk mehr gibt, welches zu einem Flaschenhals werden könnte. Die Le-

segeschwindigkeit ist üblicherweise mit der von RAID 4 vergleichbar. Deshalb ist RAID5 der typischerweise verwendete RAID Level bei Servern mit hoher Massenspeicherkapazität.

### **RAID 10 oder Mirrored Striping Array**

Dieser neue RAID Level ist eine Kombination von RAID 1 (mirroring) und RAID 0 (striping) und hat Eigenschaften von beiden Arrays - Sicherheit und sequentielle Performance. Manchmal wird dieser RAID Level auch RAID 0 + 1 benannt. Üblicherweise werden 4 Festplatten verwendet, da RAID 10 aus zwei Paaren gespiegelter Arrays besteht, die dann zu einem RAID 0 Array zusammengefaßt werden. RAID 10 ist besonders geeignet, wenn große Dateien redundant gespeichert werden sollen, da keine Parity berechnet werden muß, sind Schreibzugriffe sehr schnell.



## Teil II - Typische Konfigurationsbeispiele

### 1. NT oder Unix Workstation

Diese Betriebssysteme arbeiten sehr intensiv mit Swap-Dateien. Bei hoher Auslastung (viele User IOs auf der Festplatte) muß sehr oft ein Zugriff auf diese

Swap-Datei durchgeführt werden,

was die Leistungsfähigkeit und Antwortzeiten der

Festplatte beein-

trächtigen kann. Mit dem Einsatz eines Cache Controllers kann der Da-

tendurchsatz auf der Festplatte in solchen Fällen deutlich verbessert

werden. Normalerweise werden 8 bis 16 MB EDO RAM installiert. Zu

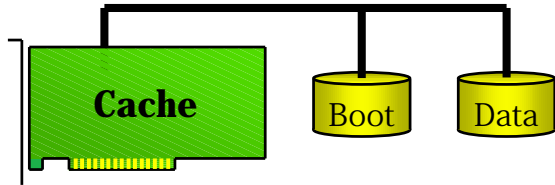
überlegen wäre auch der Einsatz von zwei unabhängigen Festplatten,

eine als Bootlaufwerk mit der Swap-Datei und eine für die Nutzdaten.

Dies entkoppelt vollständig die Zugriffe auf die Swap-Datei von den

Zugriffen auf die Nutzdaten und erhöht dadurch den Datendurchsatz

nochmals deutlich.



Da dieses System über keinerlei Redundanz verfügt, müssen die Festplatten nicht in Hot Plug Einschübe montiert werden. Um den SCSI Bus zu terminieren, müs-

sen die Terminatoren

auf dem Controller

und der letzten Fest-

platte aktiviert wer-

den. Falls ein CD-

ROM am Controller

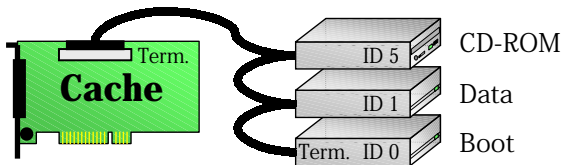
angeschlossen ist, sollte es nicht zur Terminierung verwendet werden,

d.h. nicht am Ende des SCSI Kabels plaziert sein. Da Standard CD-ROM

Laufwerke relativ langsame SCSI Geräte sind, verfügen sie nur über pas-

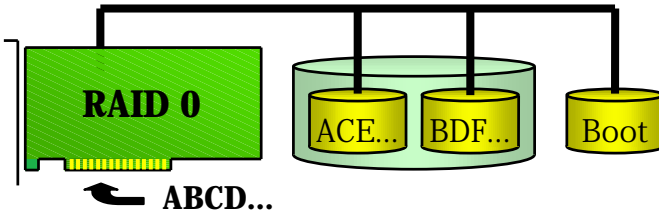
sive SCSI Terminatoren und dürfen deshalb nicht zur Terminierung von

Ultra SCSI Systemen verwendet werden.



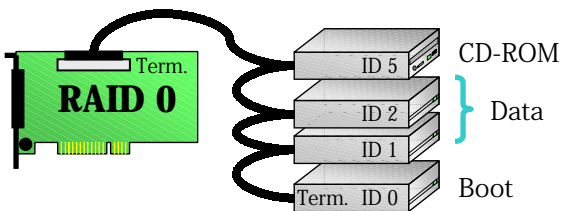
## 2. Schnelle Workstation mit großen Dateien

Bei Video oder DTP Workstations, wo große Dateien auf einer Festplatte gespeichert werden, ist Geschwindigkeit wichtiger als Sicherheit. Das Schreiben großer Dateien bedeutet sequentiellen Datentransfer, der



durch eine Striping Konfiguration beschleunigt werden kann (RAID 0). Eine sehr leistungsfähige Lösung wäre es diese großen Dateien auf ein 8GB RAID 0 System zu speichern (zwei 4 GB Festplatten zu einem Striping Verband zusammengefaßt) und zusätzlich eine 2 GB oder eine 4 GB Festplatte als Boot Laufwerk und für die Swap- und Programmdateien. Das entkoppelt wiederum die System Zugriffe von den Daten Zugriffen.

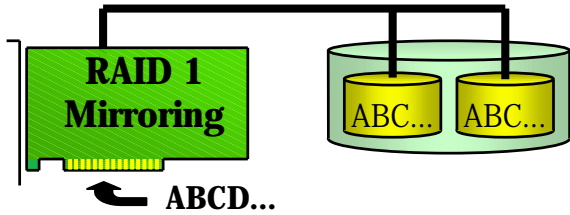
Da RAID 0 nicht fehlertolerant ist und keine Form von Hot Plug unterstützt, können die Festplatten einfach in die Workstation fest eingebaut werden.



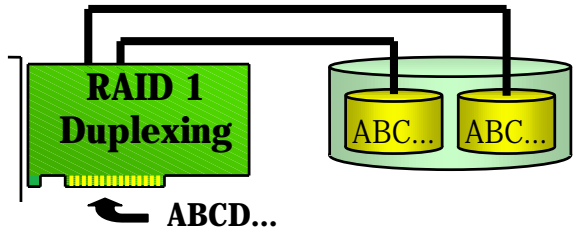
## 3. Kleiner NetWare Server (4 GB)

Ein Serversystem benötigt Sicherheit. Für kleinere Systeme, ist eine gespiegelte Lösung (RAID 1) am besten geeignet. Immer dann, wenn die

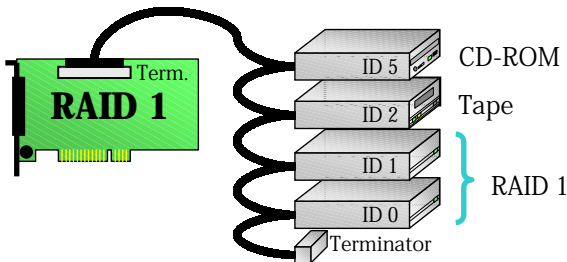
benötigte Speichermenge durch eine einzelne Festplatte realisiert werden kann, sollte man ein RAID 1 System in Betracht ziehen. Ein 1-Kanal Controller stellt eine sehr kostengünstige Lösung dar, wobei die gespiegelten Festplatten an den selben SCSI Kanal angeschlossen werden.



Ein 2-Kanal Spiegel Controller bietet noch mehr Datendurchsatz und Redundanz, da die gespiegelten Festplatten an unterschiedliche SCSI Kanäle angeschlossen werden können. Die beiden Festplatten können dann gleichzeitig

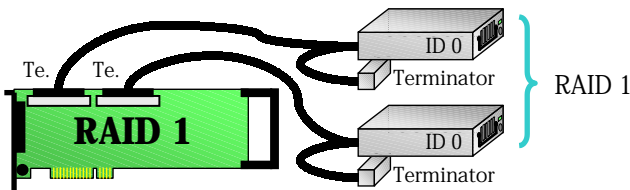


vom Controller angesprochen werden, was den Datendurchsatz erhöht. Sollte ein kompletter SCSI Kanal ausfallen (z.B. durch Kabelprobleme, Auffall eines Terminators, oder weil der Kanal durch ein defektes SCSI Gerät blockiert wird, usw.), ist der andere SCSI Kanal immer noch verfügbar und arbeitet weiter. Alle Daten sind also weiterhin verfügbar.



Der große Vorteil der Hardware Mirrorings im Vergleich zu Software Lösungen (z.B. die in das Betriebssystem integrierte Mirroring Funktionen einiger Betriebssysteme) ist, daß Hardware Mirroring jedes Byte von der ersten auf die zweite Festplatte kopiert und damit 100% Redundanz bietet. Die NetWare Partition, die DOS Partition und sogar der Master Boot Record sind allesamt gespiegelt. Hardware Mirroring unterstützt auch Hot Fix Festplatten (Ersatzlaufwerke die im Falle eines Plattenausfalls benutzt werden), Hot Plug und sogar Auto Hot Plug um eine ausgefallene Festplatte während des Betriebes zu tauschen ohne das Betriebssystem herunterfahren zu müssen. Letztlich erzeugt Hardware Mirroring auch keine zusätzliche Last auf dem System, nicht einmal dann, wenn ein Datenabgleich auf den beiden Festplatten läuft.

Die Festplatten werden üblicherweise in Wechselschubladen innerhalb des Servers eingebaut um einen Hot Plug zu ermöglichen. Um den Tausch einer defekten Festplatte möglichst einfach zu machen, werden separate interne, aktive Terminatoren verwendet (in diesem Fall sollte

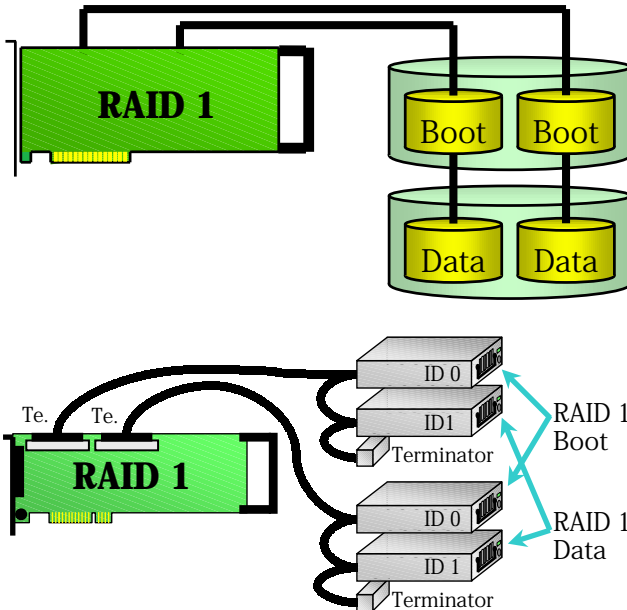


die Terminierung auf einer neu eingesteckten Festplatte immer vor dem Einbau ausgeschaltet werden). Bandlaufwerke und CD-ROMs können auch an den Controller angeschlossen werden. Alternativ kann auch ein separater, kostengünstiger SCSI Adapter eingesetzt werden. Der Anschluß dieser langsameren SCSI Geräte an einen separaten SCSI Adapter entlastet die SCSI Kanäle des RAID Controllers von dem langsamen Datentransfer dieser Geräte.

#### 4. Kleiner Windows NT oder Unix Server (6 GB)

Betriebssysteme wie Windows NT oder Unix arbeiten sehr intensiv mit der Swap-Datei um den Arbeitsspeicher durch virtuelles RAM zu erwei-

tern. Unter hoher Last wird sehr viel RAM benötigt, was bedeutet, daß die Swap-Datei sehr intensiv genutzt wird. Diese Zugriffe können die Zugriffe der Benutzer verlangsamen, wenn alle Daten auf demselben Laufwerk abgelegt sind (unabhängig davon, ob es eine einzelne Festplatte oder ein RAID System ist). In dieser Situation

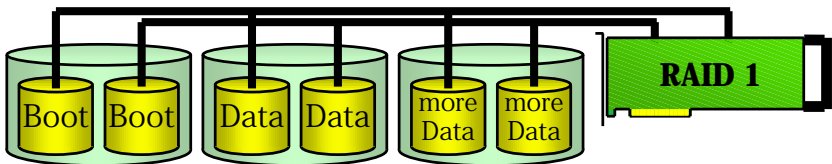


werden die Schreib-/Leseköpfe der Festplatten permanent zwischen der Swap-Datei und den Nutzdaten hin- und herbewegt. Während dieser Kopfbewegungen finden keine Datentransfers statt. Dieses Problem kann umgangen werden indem die Swap-Datei und die Nutzdaten separat gespeichert werden. Ein Array wird als Boot/Swap Laufwerk konfiguriert (z.B. gespiegelte 2 GB Laufwerke) und ein anderes wird für die Nutzdaten verwendet (z.B. zwei gespiegelte 4 GB Laufwerke). Vier Laufwerke sind im System installiert, aber das Betriebssystem erkennt diese als zwei logische Laufwerke (z.B. zwei Mirroring Verbände). Ein 1-Kanal RAID 1 Controller erlaubt einen kostengünstigen Einstieg, ein 2-Kanal RAID 1 Controller ermöglicht einen höheren Datendurchsatz und verfügt über redundante SCSI Kanäle.

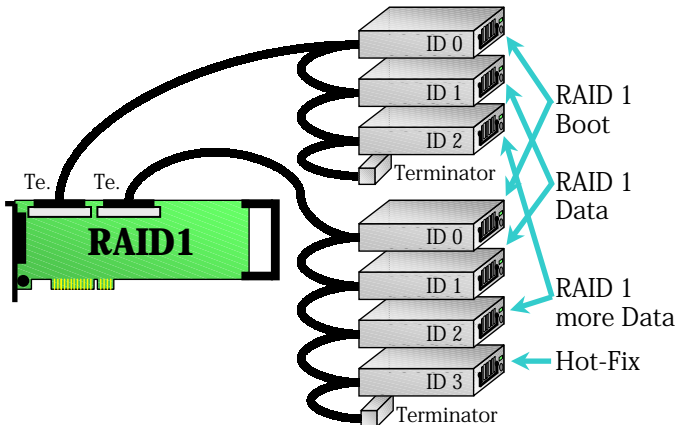
## Mehr Kapazität hinzufügen

Wenn im Nachhinein die Kapazität zu klein wird, können einfach zwei neue Festplatten hinzugefügt, d.h. an den Controller angeschlossen und ein neuer Spiegelverband eingerichtet werden. Das Betriebssystem wird diesen einfach als ein weiteres Laufwerk erkennen.

Da bereits 6 Festplatten in dieser Konfiguration installiert sind, sollte man sich Gedanken über ein Hot Fix Laufwerk machen. Ein Hot Fix Laufwerk ist ein vorinstalliertes Reservelaufwerk, das bei einem Platten-

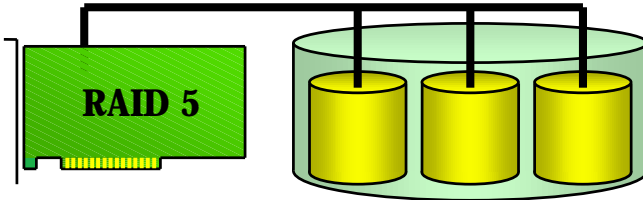


ausfall sofort als Ersatz zur Verfügung steht. Der RAID Controller startet die Reparatur des nicht mehr redundanten Arrays sofort, so daß das System nur für eine sehr kurze Zeit in einem nicht redundanten Zustand verbleibt.



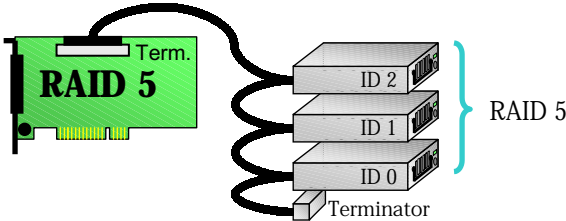
## 5. Mittelgroßer NetWare File Server (8 GB)

Wenn ein Server mit 8 GB oder mehr eingerichtet werden soll, macht es Sinn eine RAID 5 Konfiguration einzusetzen. Der Einsatz von drei 4 GB



3x4 GB in RAID 5 = 8 GB Netto Kapazität

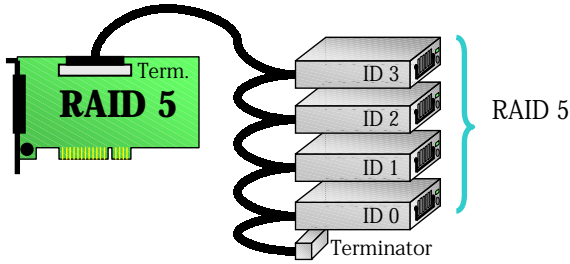
Festplatten stellt eine Nutzkapazität von 8 GB zur Verfügung (durch die Art und Weise, wie RAID 5 die Parity berechnet). NetWare benötigt normalerweise kein separates Boot Laufwerk, da alle Systemdateien typischerweise während des Bootvorgangs geladen werden und keine Notwendigkeit besteht, diese während des normalen Betriebes oft neu zu laden.



Die 3 Festplatten passen normalerweise in ein mittelgroßes Servergehäuse zusammen mit einem Bandlaufwerk und einem CD-ROM. Da RAID 5 den Tausch einer ausgefallenen Festplatte während des Betriebs unterstützt, sollte ein Wechselrahmen System mit eine separaten, aktiven SCSI Terminator für die Festplatten verwendet werden. Das Bandlaufwerk und das CD-ROM können entweder an den RAID Controller bzw. für besseren Datendurchsatz, an einen separaten, günstigen SCSI Adapter angeschlossen werden.

## Mehr Kapazität zu einem mittelgroßen NetWare File Server hinzufügen

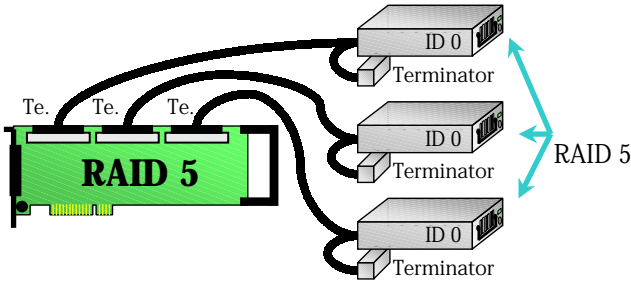
Mehr Nutzkapazität kann zu einem NetWare Server während des Betriebs hinzugefügt werden (NetWare arbeitet weiter und alle Benutzer sind immer noch eingelogged und können weiter Daten lesen und



schreiben) indem eine "Online Expansion" des RAID Systems durchgeführt wird. Um dies zu erreichen muß die Mechanik (zusätzliche, leere Einschübe für die neue Festplatte) bereits im Server vorhanden sein. Die „Online Expansion“ eines RAID Systems bindet die neue Festplatte in das existierende Disk Array ein, reorganisiert die Daten und die Parity Informationen und macht die zusätzliche Speicherkapazität für das Betriebssystem und damit für die Benutzer verfügbar. Man sollte es mit der „Online Expansion“ aber nicht übertreiben, es sollten z.B. nicht zu viele Festplatten zu einem großen Array zusammen geschaltet werden. Wenn man statt dessen zusätzliche RAID Arrays konfiguriert, erhält man üblicherweise einen besseren Datendurchsatz - auch am selben Controller. Mit ca. 5 Laufwerken in einem Array erhält man typischerweise den besten Datendurchsatz.

## Geschwindigkeit und Redundanz dem Server hinzufügen

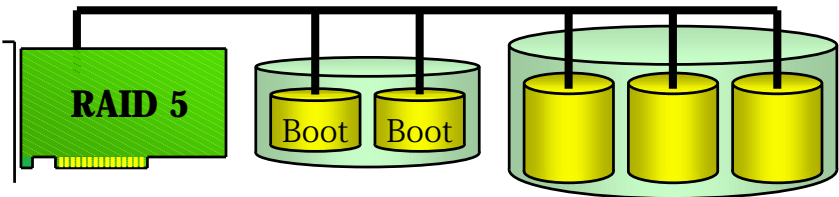
Diese Konfiguration kann weiter ausgebaut werden, indem ein 3-Kanal Controller verwendet wird und jede der 3 Festplatten des RAID 5 Systems an einen separaten SCSI Kanal angeschlossen wird. Dadurch kann der Controller alle Festplatten gleichzeitig ansprechen, was das System nochmals schneller macht. Ein zusätzlicher Vorteil ist, daß SCSI Kanäle nun ebenfalls redundant sind, so daß selbst dann, wenn ein kompletter

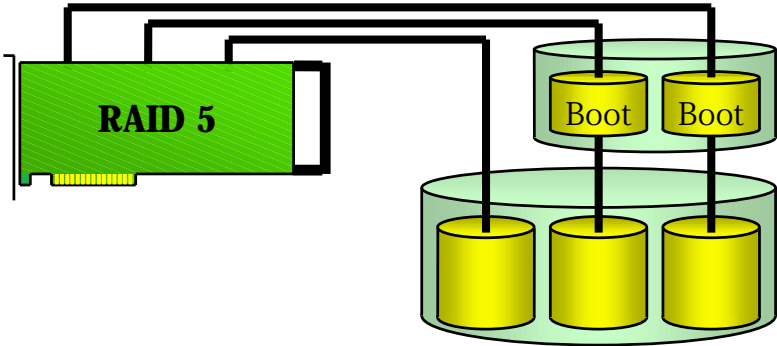


SCSI Kanal ausfällt (Kabel-, Stecker-, oder Terminierungsproblem), nur eine Festplatte des redundanten RAID 5 Array verloren geht.

## 6. Mittelgroßer Windows NT oder Unix Applikations-Server (10 GB)

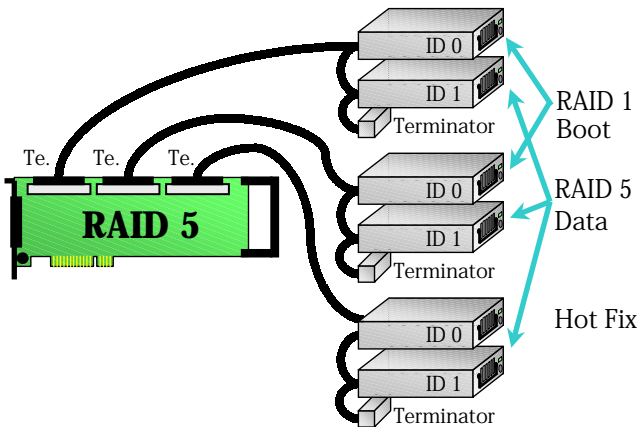
Da diese Betriebssysteme sehr intensiv mit Swap-Dateien arbeiten, ist es anzuraten Zugriffe auf das Boot Laufwerk und die Swap-Datei von den normalen Zugriffen zu trennen (Erklärung siehe oben). Eine gute Lösung ist es, zwei 2 GB Festplatten für das gespiegelte Boot Laufwerk und drei 4GB Festplatten in einer RAID 5 Konfiguration für die Nutzdaten zu verwenden (und damit bis zu 8 GB Nutzdatenkapazität hinzuzufügen).





Mehr Sicherheit und besserer Datendurchsatz kann erreicht werden, indem die Festplatten an einen 3-Kanal Controller angeschlossen werden. In dieser Konfiguration sind die Festplatten jedes Arrays an unabhängige SCSI Kanäle angeschlossen. Im Falle eines Kabeldefekts, kann es passieren, daß zwei Festplatten verloren gehen, da sie aber zu verschiedenen RAID Arrays gehören, bleibt jedes Array verfügbar.

Um noch mehr Sicherheit zu erhalten, kann eine zusätzliche Festplatte als Hot Fix Laufwerk hinzugefügt werden, die dann als Ersatzlaufwerk

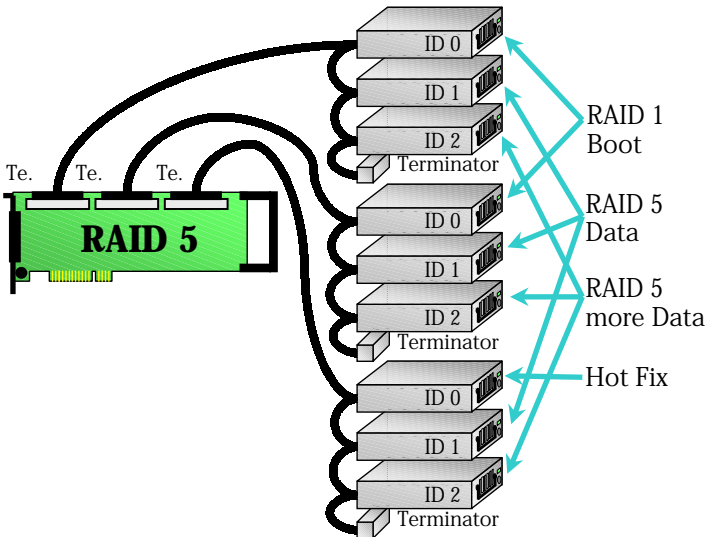


verfügbar ist und sofort ein ausgefallenes Laufwerk ersetzt. Der RAID Controller startet die Reparatur des nicht mehr redundanten Arrays

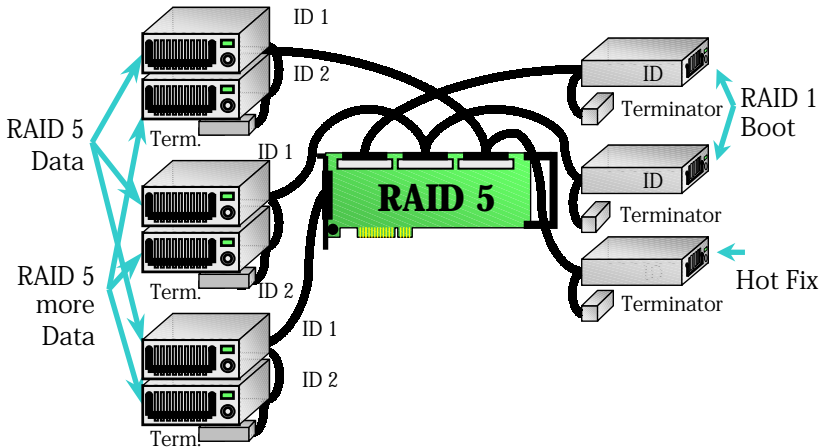
augenblicklich, so daß das System nur für eine sehr kurze Zeit in einem nicht redundanten Zustand verbleibt. Wenn diese 4 GB Ersatzfestplatte als ein Pool Hot Fix Laufwerk definiert ist, kann sie sowohl ein ausgefallenes Laufwerk im RAID 5 Array als auch eine der beiden gespiegelten Festplatten ersetzen. Ist das letztere der Fall, kann die 4 GB Festplatte später wieder durch eine 2 GB Festplatte ersetzt werden und dann wieder als Hot Fix Laufwerk konfiguriert werden. In einer solchen Konfiguration ist ein 3-Kanal RAID Controller die optimale Wahl. Da nur 6 Festplatten benutzt werden, ist es möglich sie direkt im Servergehäuse unterzubringen. Stellt dies ein Problem dar, kann ein externes Gehäuse verwendet werden (für die 3 Festplatten die das RAID 5 Array bilden, oder sogar für alle Festplatten). In diesem Fall können die Festplatten trotzdem über die SCSI Kanäle verteilt werden um die bestmögliche Redundanz und Geschwindigkeit zu erhalten. In beiden Konfigurationen ist es ratsam separate, aktive Terminatoren für den SCSI Bus zu verwenden.

### **Mehr Kapazität zu der 3 Kanal Konfiguration hinzufügen**

Wenn später mehr Kapazität benötigt wird, können wir einfach 3 weitere Festplatten hinzufügen und diese zu einem neuen RAID 5 System



zusammen schalten. Das Betriebssystem wird 3 logischen Laufwerke sehen, das Boot Laufwerk (RAID 1), das Datenlaufwerk (RAID 5) und ein weiteres Datenlaufwerk (RAID 5).



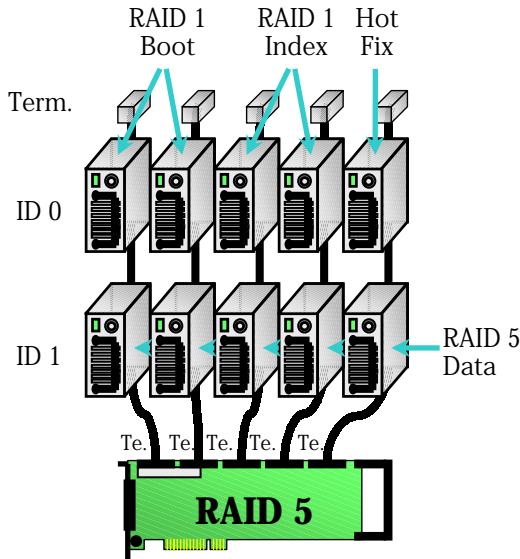
Wenn nicht mehr genügend Platz im Server ist, muß ein zusätzliches externes Gehäuse verwendet werden. Wenn es notwendig wird, kann das Boot Laufwerk und das Hot Fix Laufwerk im Inneren des Servers verbleiben. In dieser Konfiguration ist der Controller nicht länger am Ende des SCSI Busses und muß deshalb nicht mehr terminiert werden.

## 7. Großer Datenbank Server

Bei einem Datenbankserver bekommt die Methode verschiedene Zugriffe auf mechanisch unabhängige Arrays zu verteilen eine noch größere Bedeutung. Neben den Zugriffen auf die Swap-Datei durch das Betriebssystem, gibt es zusätzliche Zugriffe die parallel stattfinden - Schreib-/Leseoperationen auf Index und Daten. Jeder Zugriff auf die Datenbank muß auf beide, die Indexdatei und die Datendatei zugreifen. Wenn in einem stark belasteten Datenbankserver beide Dateien auf demselben Array sind, müssen die Festplatten viele zeitaufwendige Bewegungen der Schreib-/Leseköpfe durchführen (die Köpfe von der Indexdatei zur Datendatei und zurück bewegen, usw.). Deshalb empfehlen Datenbankhersteller 'Load Balancing', wenn Daten auf Festplatten abgelegt werden. Das bedeutet, daß unabhängige Festplatten für die verschiedenen Da-

tenbankdateien eingesetzt werden. Ein Disk Array führt automatisch eine gleichmäßige Verteilung der Last durch, es kann aber noch mehr Datendurchsatz erreicht werden, wenn man unabhängige Arrays für diese unabhängigen Zugriffe installiert.

Die 10 Festplatten in unserem Beispiel bilden zwei RAID 1 Arrays (Boot-



und Indexlaufwerk), das RAID 5 Array (Datendateien) und das Hot Fix Laufwerk. Sie können mit dem Server in einem 19" Gehäuse untergebracht werden. In einem 19" Schrank ist alles dicht beieinander, was zu lange SCSI Kabel vermeidet (besonders wichtig, wenn man Ultra SCSI Festplatten einsetzt). Auch hier sollten separate, aktive Terminatoren benutzt werden um Probleme beim Tausch einer defekten Festplatte zu vermeiden. Zusätzlich müssen Netzteile und das Kühlsystem die Anforderungen einer solchen Konfiguration erfüllen.

### Noch mehr Kapazität für den Datenbank Server

Wenn mehr Kapazität in einer solchen Konfiguration benötigt wird, können einfach einige Festplatten hinzugefügt und zu einem neuen RAID



## Teil III - Index

Backup 4  
Geschwindigkeit und Redundanz 16  
Großer Datenbank Server 20  
Hot Fix 12, 14, 18, 19, 20  
Hot Plug 10, 12  
Hot Plug Wechselschubladen 12  
Index Datei 20  
Index Laufwerk 21  
Kleiner NetWare Server 11  
Kleiner Windows NT oder Unix Server 12  
Load Balancing 20  
Master Boot Record 12  
Mehr Kapazität Hinzufügen 16, 19, 21  
Mittelgroßer NetWare Server 15  
Mittelgroßer NT Server 17  
NT oder Unix Workstation 9  
Online Expansion 16  
RAID (Redundant Array of Independent Disks) 4  
RAID 0 oder Data Striping 5  
RAID 1 oder Drive Mirroring / Drive Duplexing 5  
RAID 10 oder Mirrored Striping Array 8  
RAID 2 oder Hamming System 6  
RAID 3 oder Byte Striping mit Parity Laufwerk 6  
RAID 4 oder Block Striping mit Parity Laufwerk 7  
RAID 5 oder Block Striping mit verteilter Parity 7  
RAID Levels 5  
Redundanz Informationen 4  
Schnelle Workstation mit großen Dateien 10  
SCSI Adapter 12, 15  
SCSI Kanal - Kompletter Ausfall 11  
Sequentieller Datentransfer 5  
Streifengröße 5  
Swap-Datei 9, 12  
UC Berkeley 5  
Verteilte Zugriffe (Random) 7