

# Speichermedien, Datensicherheit und RAID

Valerie Haselbek

Ton-Seminar SS 05

Matrikel-Nr.: 12322

# Magnetische Speichermedien

- Festplatte
  - Sicherheit: Headcrash, Magnetisierung, mechanische Abnutzung
- Diskette
  - Sicherheit: mechanische Beschädigung, Magnetisierung
- Zip-Disk
  - Sicherheit: Headcrash („Click of Death“)
- DAT
- ADAT
- DTRS

# Optische Speichermedien

- Audio-CD, CD-ROM, CD-R, CD-RW
- DVD-Video, DVD-Audio, DVD-ROM, DVD-RAM, DVD±R, DVD±RW

# Fehlerquellen

- zahlreiche Fehlerquellen bei digitalen Daten
  - Verschmutzung oder Beschädigung der Speichermedien
  - Beschädigung der Lesegeräte
  - Einstreuung in Übertragungsleitungen
  - usw...

# Fehlerarten

- Einzelbitfehler
  - Fehler, die unabhängig von anderen vereinzelt auftreten
- Bündelfehler (engl. Burst Errors)
  - Fehler, die abhängig von anderen auftreten und mehrere aufeinanderfolgende Bits betreffen

# Fehlererkennung

- Prüfsumme
- Parität
- zyklische Blockprüfung (CRC)
- Cross Interleave Reed Solomon Code (CIRC)

# Fehlererkennung

## - Prüfsumme -

- Bits, Bytes oder eine andere grundlegende Komponente eines Datensatzes wird mit einem Faktor multipliziert und der Reihe nach aufsummiert
- Summe wird als Prüfsumme mit dem Datensatz gespeichert
- Nach der Datenübertragung wird die Rechenoperation wiederholt und das Ergebnis mit der Prüfsumme verglichen
- Ist das Ergebnis unterschiedlich, muss die die Übertragung wiederholt werden

# Fehlererkennung

## - Paritätsprüfung -

- an ein Datenwort wird ein sog. Paritätsbit angehängt
- „even Parity“: das Bit ist so gewählt, dass die Zahl der Einsen im Datenwort gerade wird
- „odd Parity“: das Bit ist so gewählt, dass die Zahl der Einsen im Datenwort ungerade ist
- Ist ein Bit fehlerhaft, kann dies so erkannt werden
- Beispiel:
  - Datenwort 10001001 – ungerade Zahl von Einsen
    - Paritätsbit bei „even parity“: 1 → mit Paritätsbit: 100010011
    - Paritätsbit bei „odd parity“: 0 → mit Paritätsbit: 100010010

# Fehlererkennung - Paritätsprüfung -

- Erweiterungen
  - Hamming-Code
    - ermittelt ein Maß für die Unterschiedlichkeit digitaler Daten und kann so Fehler erkennen, aber nicht beheben
  - ECC-Code
    - Anwendung bei RAID – dort mehr dazu

# Fehlererkennung

## - zyklische Blockprüfung -

- beruht auf Polynomdivision
- das Bit 10011101 wird dargestellt als
$$1x^7 + 0x^6 + 0x^5 + 1x^4 + 1x^3 + 1x^2 + 0x^1 + 1x^0$$
$$= x^7 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$
- Das wird durch ein vorher festgelegtes Polynom dividiert und Mod 2 errechnet
- der entstehende Rest wird als „Prüfsumme“ an das ursprüngliche Datenwort gehängt
- Verwendung bei DFÜ, Bluetooth

# Fehlererkennung

## - Reed Solomon Code -

- den Nutzdaten werden Fehlerkorrektur-Daten in einem Code-Wort in einem Datenblock angehängt und mit diesen zusammen übertragen. Das Codewort besteht aus den Nutzdaten und einer Anzahl an Reed-Solomon-Prüfbytes sowie einem oder mehreren DMT-Symbolen (DMT = Abbildung von Bitworten auf komplexe Subsymbole)
- ermöglicht die Korrektur fehlerhafter Datenworte
- Anwendung bei CD, Mobilfunk

# Fehlerkorrektur

## - Rückwärtsverfahren -

- Generell: Das Erkennen von Fehlern auf der Empfängerseite – bei Fehlern werden die Daten erneut angefordert und so korrigiert
- aktiv:
  - Der Empfänger schickt dem Sender eine positive Rückmeldung, dann löscht der Sender das übertragene Datenpaket aus dem Puffer (TCP/IP)
- passiv:
  - Der Empfänger kann noch über eine gewisse Zeit hin Rückfragen stellen

# Fehlerkorrektur

## - Vorwärtsfehlerkorrektur -

- der Sender kodiert die zu übertragenden Daten in redundanter Weise, so dass der Empfänger Fehler erkennen und korrigieren kann
- arbeiten mit Datenblöcken bestimmter Länge (Block-Codes) oder einem fortlaufenden Datenstrom (Faltungscodes)
- Reed-Solomon-Code als bekanntestes Beispiel für Block-Code

# RAID

## Geschichtliches - Urzustand

- Vor etwa 20 Jahren war die Speicherung großer Datenmengen schwierig
- SLEDs (Single Large Expensive Disks), 14", boten viel Speicher und hohe Sicherheit, waren aber teuer
- kleine 5,25"-Laufwerke ließen sich in JBODs (Just a Bunch Of Disks) zusammenfassen, die unsicher und schwer verwaltbar waren

# Die Entdeckung des RAID

- 1988 entwerfen die Berkley-Doktoranden David Patterson, Garth Gibson und Randy Katz das RAID-System
- Kombination mehrerer kleiner Laufwerke zu einem mit Fehlererkennung und Fehlerkorrektur ausgestatteten, ausfallsicheren Verbund
- **R**andom **A**rray of **I**nexpensive **D**isks

# Die Idee

- billige Speicherung großer Datenmengen
- Ausfallsicherheit
  
- Positiver Nebeneffekt
  - einfachere Verwaltung, da der Anwender das RAID als einzelnes logisches Laufwerk sieht
  - höhere Geschwindigkeit durch Parallelisierung der Plattenzugriffe

# Software-RAID

- Technik
  - ein auf der CPU des Hostrechners laufendes Programm übernimmt die Steuerung des Plattenverbunds
- Vorteile:
  - preisgünstigste und einfachste Lösung
  - lässt sich beispielsweise per Prozessorupdate am Hostrechner schnell erhöhten Anforderungen anpassen
- Nachteile:
  - arbeitet plattform- und betriebssystemgebunden
  - hohe CPU-Last
  - meist nur 1-2 Anschlüsse zur Ansteuerung von Laufwerken

# Hardware-RAID

- Technik
  - eigener Controller zur Ansteuerung des Plattenverbandes
  - Laufwerke werden über mehrere Kanäle angebunden, gleichzeitiger Zugriff auf mehrere Laufwerke
- Vorteile
  - gleichzeitigen Zugriff auf mehrere Laufwerke
  - Entlastung der Host-CPU, höhere Performance
  - plattformunabhängig
- Nachteile
  - deutlich teurer

# Anforderungen an die Platten

## - früher – heute -

- Früher:
  - SCSI als Interface
  - identische Kapazitäten
  - teilweise sogar identische Bauserien
- Heute:
  - sehr viel weniger restriktiv
  - moderne Controller erlauben den Mix von Platten verschiedener Größen im Verbund; dabei ist die Summe der Plattenkapazitäten aber ungleich der Gesamtkapazität des RAID, sondern das kleinste vorhandene Laufwerk bestimmt die Größe

# RAID-Level

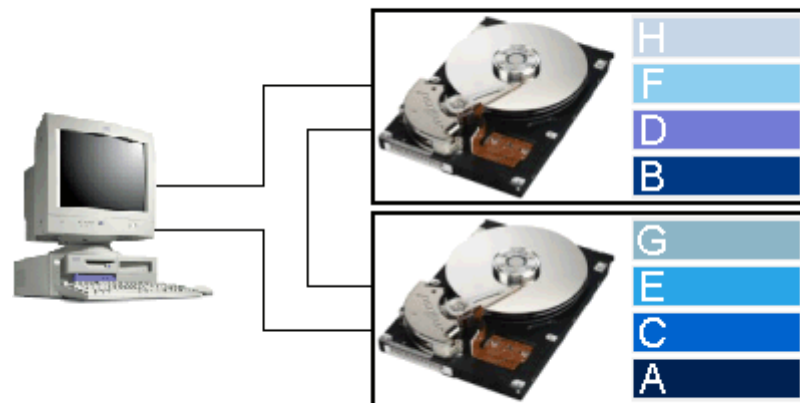
- Patterson, Gibson und Katz hatten fünf Raid-Verfahren entwickelt
  - RAID Level 1-5
- Die Bezeichnung „Level“ ist verwirrend, kein stufenweise aufbauendes Verfahren, sondern unabhängige Techniken
- mittlerweile sind noch zusätzliche Level hinzugekommen

# RAID 0

## - Technik -

- zwei oder mehr Platten werden zu einem logischen Laufwerk zusammengefasst
- Daten werden in aufeinanderfolgenden Blöcken (Stripes) über alle Laufwerke verteilt

RAID 0 (Striping)



# RAID 0

## - Vor- und Nachteile, Einsatz -

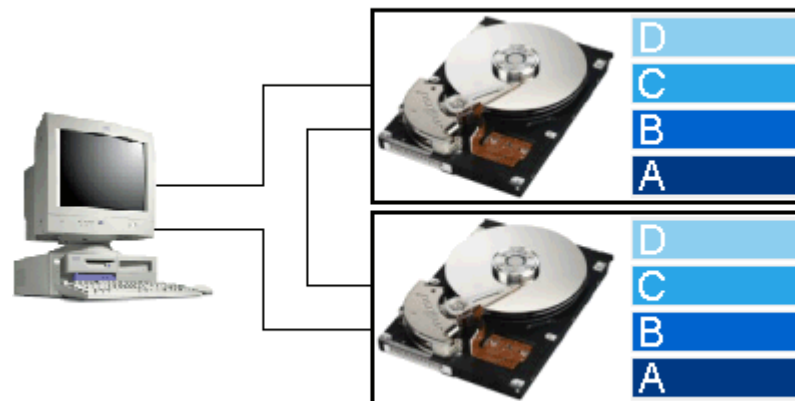
- Vorteile
  - erhöhte Durchsatzrate und Geschwindigkeit bei großen zusammenhängenden Daten deutlich bemerkbar
- Nachteile
  - Zugriffszeit beim Lesen / Schreiben kleiner Dateien limitierender Faktor - entspricht bestenfalls Einzellaufwerk
  - verringerte Datensicherheit: Fällt eine Platte aus, sind alle Daten verloren
- Einsatz
  - Bearbeitung großer Datenmengen: Workstations für CAD/CAM, Audio- u. Videobearbeitung

# RAID 1

## - Technik -

- Mirroring / Spiegelung
- alles wird parallel auf zwei Laufwerke geschrieben, jede Platte das Spiegelbild der anderen

RAID 1 (Mirroring)



# RAID 1

## - Vor- und Nachteile, Einsatz -

- Vorteile
  - alle Daten stehen doppelt zur Verfügung
  - sind die Laufwerke an eigene Kanäle angeschlossen, verringert sich die Lesezeit um die Hälfte
- Nachteile
  - Schreibzugriff im Idealfall nur so schnell wie bei Einzellaufwerken
  - Es steht nur die Hälfte des Plattenplatzes zur Verfügung
- Einsatz
  - Systeme, auf denen wichtige Daten hauptsächlich zum Lesezugriff vorgehalten werden

# Kombination RAID 0 + 1

- Geschwindigkeitsgewinn (durch Striping beim Lesen und Schreiben) und Datensicherheit (durch Mirroring) verbunden
- zwei Wege möglich:
  - erst Striping, dann Mirroring
  - erst Mirroring, dann Striping
  - das Zweite ist vorzuziehen

# Beispiel aus der Praxis

- siehe Tafel

# RAID mit Fehlerkorrektur

- verteilen die Daten auf wenigstens 2 Laufwerke
- aus deren Dateninhalt wird ein Korrekturwert errechnet, mit dessen Hilfe sich bei Ausfall die Daten des ausgefallenen Laufwerkes rekonstruieren lassen
- Fehlerkorrektur-(ECC-)Code wird auf einem eigenen Paritylaufwerk abgelegt
- als Fehlerkorrekturverfahren wird die Paritätsprüfung angewendet

# Fehlerkorrektur

## - Beispiel -

	Vor dem Ausfall	Ausfall eines Datenlaufwerkes	Ausfall des Parity-Laufwerkes
Laufwerk A	11101100	11101100	11101100
Laufwerk B	10110011	xxxxxxxx	10110011
Laufwerk C	01001101	01001101	01001101
Parity-Laufwerk	00010010	00010010	xxxxxxxx
Datenrekonstruktion		10110011	00010010

# RAID 2

- zu jedem Byte werden 2 Paritätsbits geschrieben
- Fehlerort kann festgestellt werden und 1-Bit-Fehler korrigiert werden
- Verfahren arbeitet bitweise und speichert jedes Bit auf ein eigenes Laufwerk
  - 10 Laufwerke notwendig!
- 8-fache Lesegeschwindigkeit durch parallelen Zugriff
- < einfache Schreibgeschwindigkeit
- kaum Relevanz in der Praxis

# RAID 3

- Striping byteweise
- keine eigene Paritätsprüfung, sondern setzt auf die Fehlererkennung der Festplatten
- kommt mit einem einzelnen Parity-Laufwerk aus
- Synchronisierte Kopfposition der Laufwerke
  - braucht Zeit, daher für den Lesezugriff auf kleine, verteilte Daten ungeeignet
- ideal zum Verarbeiten großer Datenmengen, daher Anwendung in CAD / CAM und Multimedia-Verarbeitung

# RAID 4

- wie RAID 3, verzichtet aber auf die Synchronisierung der Kopfbewegungen
  - schneller im Umgang mit kleinen Dateien
- kaum Anwendung in der Praxis, da nur minimale Vorteile gegenüber RAID 3

# RAID 5

- blockweises Striping der Daten
- kein dediziertes Parity-Laufwerk
- Paritätsdaten werden abwechselnd auf die Laufwerke geschrieben
- verloren gegangene Daten lassen sich bei Ausfall eines Laufwerkes zurückrechnen
- gleichmäßige mechanische Belastung der Laufwerke
- gute Performance
- im professionellen Bereich am weitesten verbreitet
  - Einsatz speziell bei Datenbank- und Transaktionsservern

# RAID 5

## - Kombiverfahren -

- Kombination mit RAID 0
  - RAID 0+5 (auch RAID 50) hat eine ähnlich gute Performance wie RAID 10, braucht aber weniger Kapazität
- Zusammenschluss von 3+ Mirrorsets zu einem RAID 1+5 (oder RAID 51)
  - sehr hohe Sicherheit, aber Kapazitätsverlust
- RAID 5-Array
  - Zusammenschluss mehrerer RAID 5-Sets
  - gleiche Ausfallsicherheit wie RAID 51, weniger Kapazitätsverlust
  - sehr schnell lesbar

# RAID 6

- erweitert RAID 5 um eine zusätzliche Parity-Platte auf der Basis von Reed-Solomon-Codes
  - „zweidimensionale Parity“
- zwei beliebige Platten dürfen ausfallen, ohne dass Datenverluste auftreten
- deutlich langsamerer Schreibzugriff

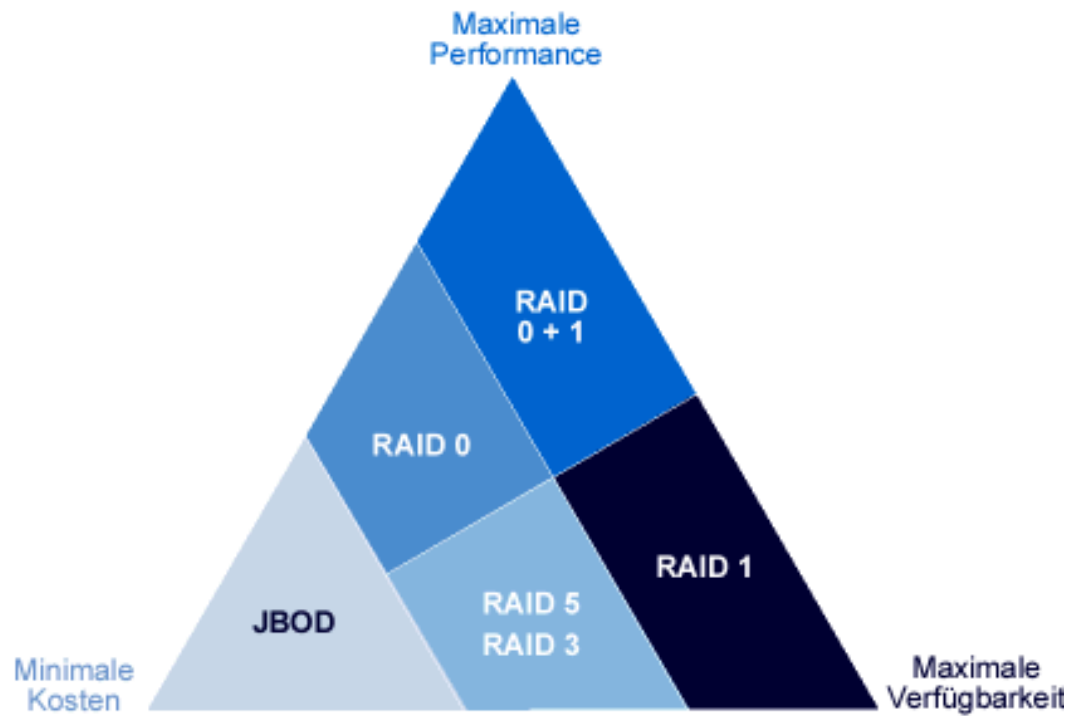
# RAID 7

- proprietäres Format von Storage Computer
- entspricht von der Technik her RAID 6
- zusätzliches Echtzeitbetriebssystem im Controller
- schnelle Datenbusse, mehrere große Pufferspeicher
- wegen der enormen Anschaffungskosten kaum verbreitet

# RAID<sup>n</sup>

- durch Generierung mehrfacher Paritätsinformationen lässt sich die Ausfallsicherheit weiter erhöhen
- die Paritätsinformationen stehen nun nicht nur einmal, sondern mehrmals auf verschiedenen Laufwerken im RAID
- der Ausfall nahezu beliebig vieler Platten kann so aufgefangen werden

# RAID-Überblick



© tecChannel.de

# Zusätzliche Sicherheit

- Spare Disk
  - Dem RAID wird eine zusätzliche Platte angehängt, die einspringt, sobald eine ausfällt. So bleibt die Redundanz erhalten

# RAID

## - Fazit -

- RAIDs können ein Plus an Redundanz und Geschwindigkeit ausmachen
- Ausfall kann aber auch ein komplettes RAID betreffen
  - Würmer, Viren
  - Überspannung
  - usw.
- RAID ersetzt daher NIE Backup!

# DANKE!

- "Ausfallsicherheit: Du kannst dir sicher sein, daß es ausfällt."
- "Relative Ausfallsicherheit: Du weißt genau, daß es ausfällt, nur nicht, wann."

# Quellen

- <http://de.wikipedia.org>
- <http://www.tascam.de>
- IT Kompendium, A. Schneider, D. Weißhaar (Hrsg.), ISBN 3-003011427-0
- Raid im Überblick, Jörg Luther, <http://www.tecchannel.de/hardware/708/index.html>
- Siemens Communications Lexikon