

Opslagmedia

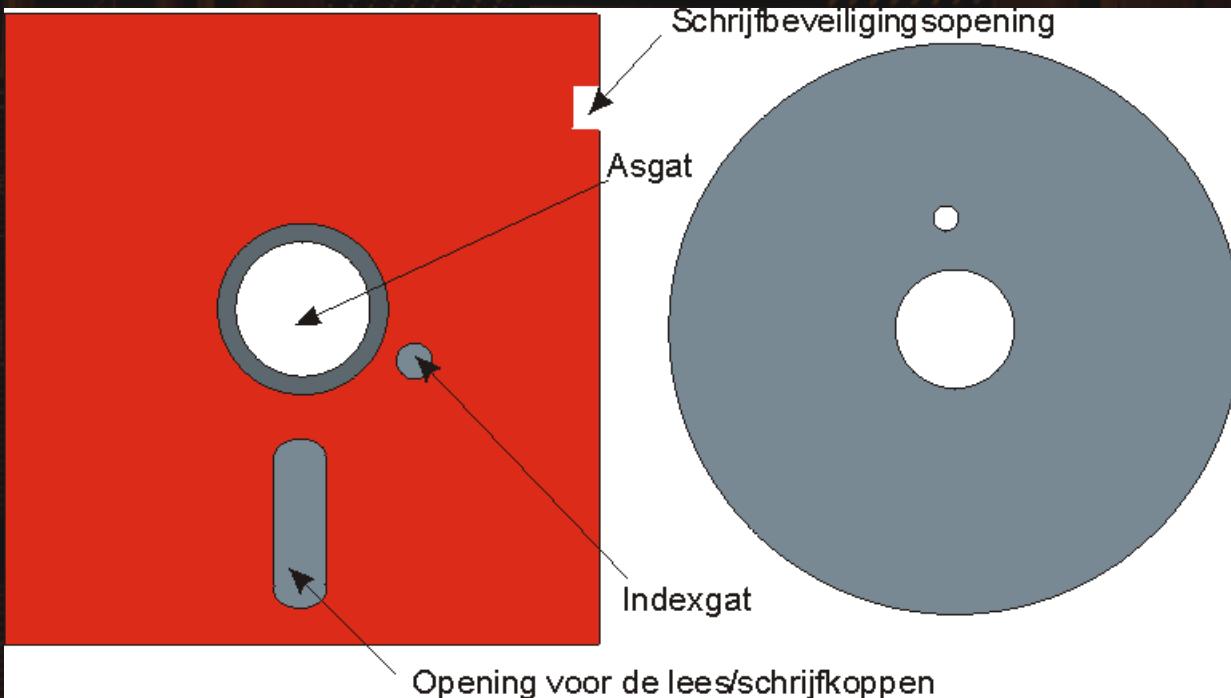
- Inleiding
- Diskette en diskettestations
- Harde schijf
- Indeling diskettes en harde schijven
- RAID-systemen
- Optische opslagmedia

Opslagmedia

- Inleiding
- Diskette en diskettestations
- De harde schijf
- Indeling diskettes en harde schijven
- RAID-systemen
- Optische opslagmedia

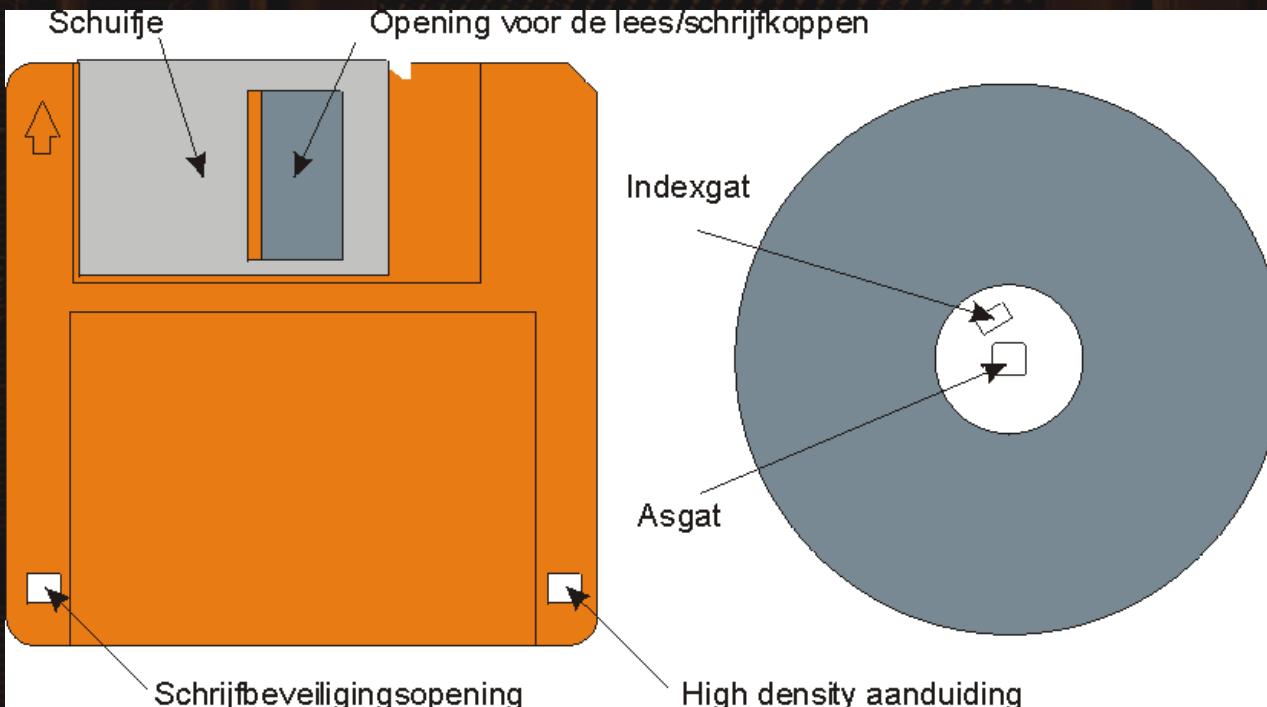
Diskette

- De floppy disk (5 ¼ inch diskette)



Diskette

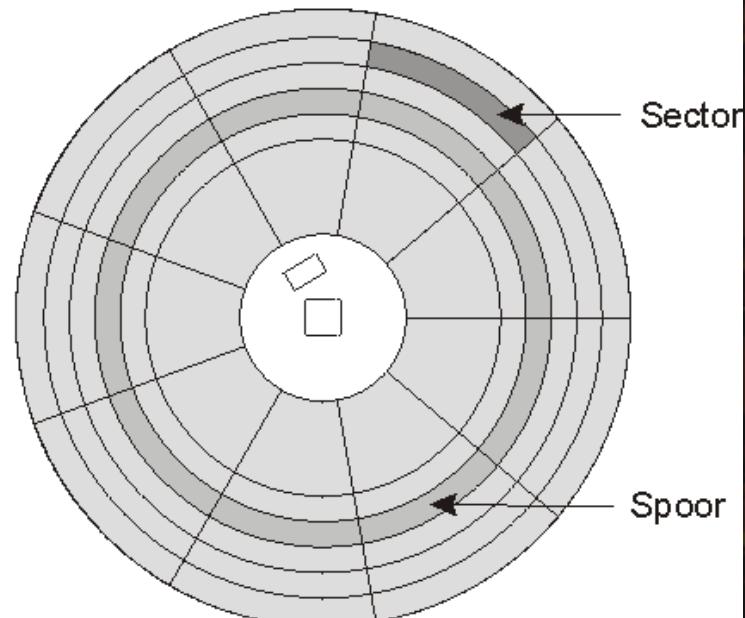
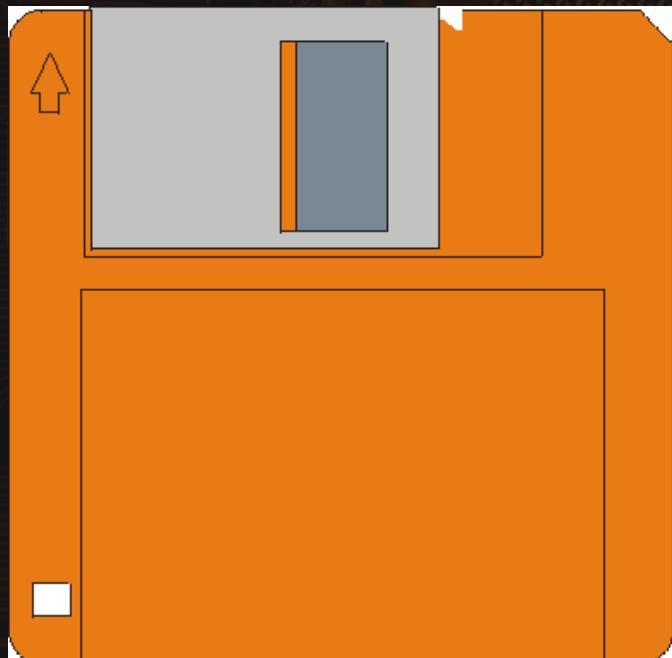
□ De diskette (3 ½ inch diskette)



Diskette

□ De diskette (3 ½ inch diskette)

- ❖ Gegevens op de diskette
- ❖ Double Density bevat 80 sporen (tracks) en 9 sectoren per track.



Diskette

□ Gegevens op de diskette

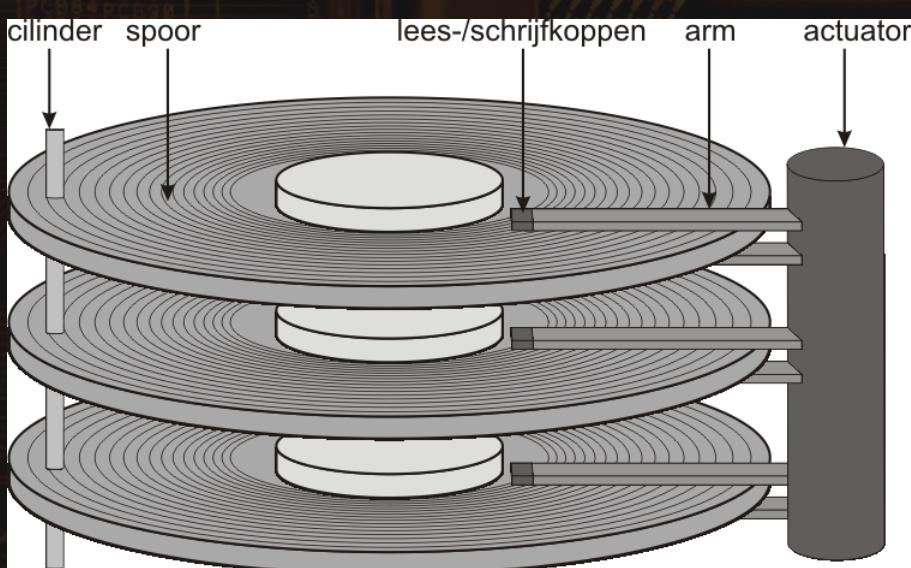
- ❖ Elke sector kan 512 bytes bevatten.
- ❖ Dit betekent een totale opslagcapaciteit van: 80 tracks x 9 sectoren/track x 2 sides x 512 bytes/sector = 720 KB.
- ❖ De drive detecteert deze diskette als een DD-diskette doordat er geen gat rechtsonder in de disk terug te vinden is (een 3 ½ inch diskette met high density heeft rechtsonder een extra gaatje).
- ❖ Een capaciteit van 1,44 MB komt ongeveer overeen met 800 tot 1000 getikte A4-bladzijden.

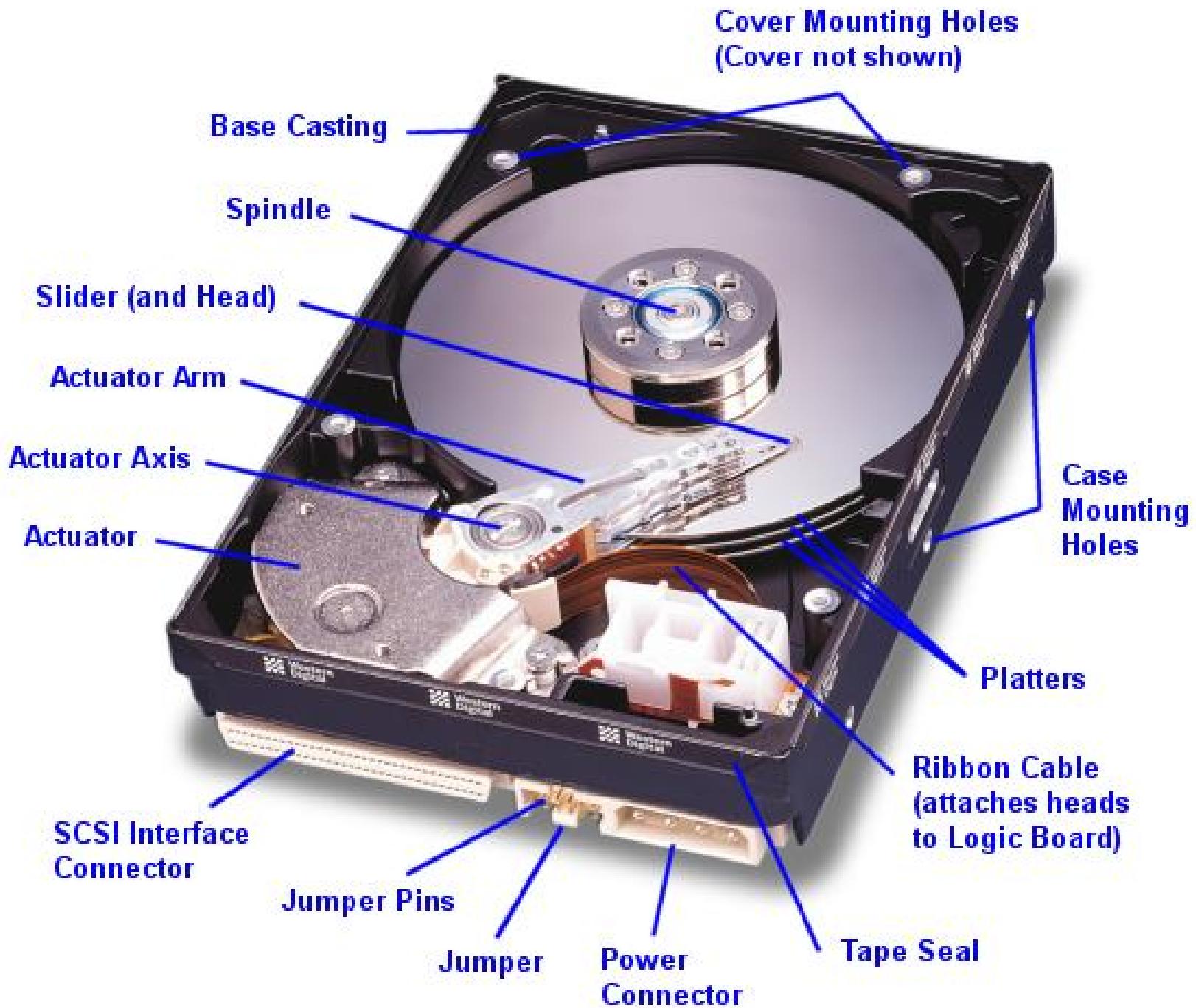
Opslagmedia

- Inleiding
- Diskette en diskettestations
- De harde schijf
- Indeling diskettes en harde schijven
- RAID-systemen
- Optische opslagmedia

De harde schijf

- ❖ Luchtdicht afgesloten kastje;
- ❖ Eén of meerdere metalen **platters**;
- ❖ Twee koppen per platter;
- ❖ De koppen bewegen allen tegelijk;
- ❖ **Cilinder** = alle sporen die op een bepaalde stand van de arm bereikt kunnen worden.





De harde schijf

□ De vorm (form factor)

Platter diameter	Form Factor	Toepassing
5.12	5.25"	Oudere PCs van 1980-1995
3.74	3.5"	Standaard grootte van de platter
3.0	3.5"	High-end 10,000 RPM schijven
2.5	2.5", 3.5"	Laptop schijven (2.5") en 15,000 RPM drives (3.5")
1.8	PC Card (PCMCIA)	PC Card (PCMCIA)
1.3	PC Card (PCMCIA)	Voor PDA's (niet langer beschikbaar)
1.0	CompactFlash	Digitale cameras, PDA's en andere elektronische apparatuur

De harde schijf

- Data dichtheid (areal density)
- Rotatiesnelheid (spindle speed)
- Capaciteit

De harde schijf

□ Leessnelheid:

- ❖ De zoeksnelheid (positioneren van de koppen) ligt tussen 3 en 8 ms
- ❖ De toegangstijd is afhankelijk van de rotatiesnelheid
- ❖ De doorvoersnelheid is momenteel max. 600MB voor ATA en 640 MB voor SCSI

□ Betrouwbaarheid:

- ❖ Deze eigenschap van harde schijven kent de traagste evolutie. Een grote verbetering in betrouwbaarheid wordt eigenlijk tegengehouden door de snelle wijzigingen van alle andere kenmerken.

De harde schijf

□ cilinders / koppen / sectoren

- ❖ Berekenen van de capaciteit van de harde schijf
- ❖ Voorbeeld:
 - 16383 cilinders
 - 16 koppen
 - 63 sectoren
 - $16383 \text{ cilinders} \times 63 \text{ sectoren/cilinder} \times 16 \text{ koppen} \times 512 \text{ bytes/sector} = 8.455.200.768 \text{ bytes} = 8.4 \text{ GB}$

Adresseringsmethoden

□ CHS-adressering

- ❖ Absolute adressering = combinatie cilinder, kop en sectornummer als identificatie.
- ❖ Adressering met fysieke sectoren genoemd
- ❖ Elk sector krijgt een 24-bits adres
 - Eerste 10 bits gereserveerd zijn voor de cilinder
 - Volgende 8 voor de kop
 - De laatste 6 voor de sector
 - Een enorme beperking in opslagcapaciteit, namelijk maximaal 2^{10} of 1024 cilinders, 2^8 of 256 koppen en 2^6 of 64 sectoren. Met 512 bytes per sector geeft dit een maximale opslagcapaciteit van 7.8 GiB ($1024 \text{ c} * 256 \text{ h} * 64 \text{ s} * 512 \text{ b}$).

Adresseringsmethoden

□ CHS-adressering

- ❖ IDE-standaard = 28 bits adressen
 - 16 bits voor de cilinders (2^{16} of 65.536) cilinders
 - 4 bits voor de koppen (2^4 of 16)
 - 8 bits voor de sectoren (2^8 of 256)
 - Capaciteit van $65.536 * 16 * 256 = 137.438.953.472$ B of 128 GiB

	cilinders	koppen	sectoren	Totaal				
	bits	aantal	bits	aantal	Bits	Aantal	bits	Capaciteit
IDE	16	65.536	4	16	8	256	28	128 GiB
BIOS	10	1.024	8	255	6	63	24	7.8 GiB
Gebruik	10	1.024	4	16	6	63	20	504 MiB

Adresseringsmethoden

□ LBA: logische blok adressering

- ❖ Sequentieel doornummers van de sectoren
- ❖ Begin bij kop 0, spoor 0 en sector 0. Deze sector krijgt nummer 0 en zo doornummers.

□ LBA – Int13h extensions

- ❖ 64-bits adressen = max. 2^{64} sectoren
- ❖ Max. capaciteit van 8.796.093.022.208 GB.
- ❖ De eerste LBA toepassing = 28 bits
 - 2^{28} of 268.435.456 sectoren van 512 bytes
 - Maximale capaciteit van 128 GiB of 137.4 GB
- ❖ Vanaf ATA-6 = 48 bits voor LBA
 - 2^{48} mogelijke sectoren van 512 bytes
 - Maximale capaciteit van 144 PB (Petabytes)

Opslagmedia

- Inleiding
- Diskette en diskettestations
- De harde schijf
- **Indeling diskettes en harde schijven**
 - ❖ Low level and high level formattering
 - ❖ Bestandsystemen
 - FAT
 - NTFS
- RAID-systemen
- Optische opslagmedia

Low en High level formatting

□ Low level formatting:

- ❖ De schijf klaarmaken voor gebruik. Hier worden bijvoorbeeld de sectoren ingedeeld en de nodige markeringen worden geplaatst
- ❖ Bij harde schijven is deze indeling reeds gebeurd (harde schijven zijn 'preformatted')

□ High level-formattering:

- ❖ Besturingssysteem maakt schijf klaar voor gebruik (werkstructuur van bestanden en directories)
- ❖ Diskettes: 'low level' en 'high level'-formatering
- ❖ Harde schijven: enkel 'high level'-formattering

Het partitioneren van de schijf

❑ Master Boot Record (MBR)

- ❖ Eerste fysieke sector: kop 0, spoor 0, sector 1
- ❖ **Master boot code**
 - Een laadprogramma (446 bytes)
 - Test van de partitietabel
 - Het aanroepen van het laadprogramma van het besturingssysteem
- ❖ **Master partitietabel** (64 bytes)
 - Opgesplitst in 4 ingangen van elk 16 bytes
 - Elke harde schijf kan dus maximaal 4 partities bevatten
- ❖ **Signatuur**
 - 2 bytes groot = altijd AA55H

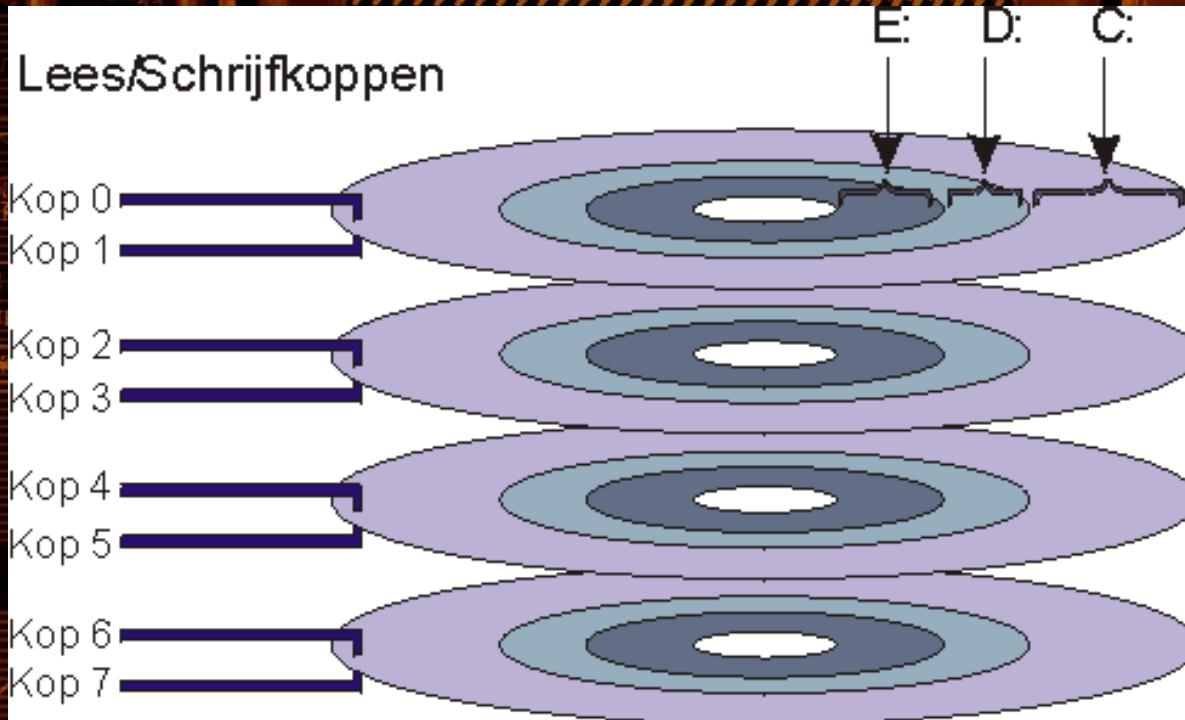
Formatting op hoger niveau

Logische formatting

- ❖ Formatteren van een diskette
 - Bootsector / bestandstabel / hoofddirectory
- ❖ Formatteren van een partitie
 - Idem aan diskette
 - Er wordt per partitie een **volume boot record** of een partition boot sector aangemaakt.
- ❖ Volume boot record:
 - Disk parameter block: deze datababel bevat specifieke informatie over het volume (grootte, aantal sectoren, label, aantal sectoren per cluster, ...).
 - Volume boot code: de code die door het besturingssysteem gebruikt wordt om op te starten en geladen wordt door de master boot code in de master boot record indien de partitie als actieve partitie staat.

Het partitioneren van de schijf

□ Logische formattering



Bestandssystemen

❑ Besturingssystemen van Microsoft

- ❖ FAT: de bestandssystemen FAT-12, FAT-16 en VFAT
- ❖ FAT-32: de 32 bits versie van FAT
- ❖ NTFS: NT File System onder Windows NT/2000/XP

❑ Andere besturingssystemen

- ❖ Eigen bestandssysteem, maar ook het FAT systeem.
- ❖ HPFS: High Performance File System ontwikkeld voor OS/2 (Microsoft en Intel).
- ❖ BFS: BeOS File System

Bestandssystemen

❑ File allocation table (FAT)

❖ FAT12:

- Oudste type met 12-bit binair clusternummer
- 2^{12} of 4.086 clusters beschreven worden
- Geschikt voor floppy's en diskettes

❖ FAT16:

- 16-bit ingangen
- Max. 2^{16} of 65.526 clusters = cap. 16 MB tot 2 GB
- VFAT (Virtual FAT) = variant, langere bestandsnamen

❖ FAT32:

- 28-bit binair clusternummer (4 gereserveerd zijn)
- Ongeveer 268 miljoen clusters = capaciteiten tot 2 TB

Bestandssystemen

File Allocation Table

- ❖ Verschillen tussen FAT12, FAT16 en FAT32

	FAT12	FAT16	FAT32
Gebruik	diskettes	harde schijven	harde schijven
FAT ingang	12 bits	16 bits	28 bits
Max. aantal clusters	4086	65526	~268435456
Clustergrootte	0.5 KB tot 4 KB	2 KB tot 32 KB	4 KB tot 32 KB
Maximale grootte	16.736.256	2.147.123.200	2^{41}

Bestandssystemen

❑ NTFS = New Technology File System

- ❖ Verhoogde betrouwbaarheid door verbeterde foutcontrole;
- ❖ Beveiliging en toegangscontrole;
- ❖ Het doorbreken van de capaciteitsbarrière;
- ❖ Het ondersteunen van RAID;
- ❖ Efficiëntere opslagmethode = minder ruimteverlies;
- ❖ Langere bestandsnamen;
- ❖ Geoptimaliseerd voor netwerken;
- ❖ NTFS 5.0 = verbeterde beveiliging, toegangscontrole en encryptie, ondersteuning van diskquota.

Opslagmedia

- Inleiding
- Diskette en diskettestations
- De harde schijf
- Indeling diskettes en harde schijven
- **RAID-systemen**
- Optische opslagmedia

RAID

❑ Redundant Arrays of Inexpensive Disks

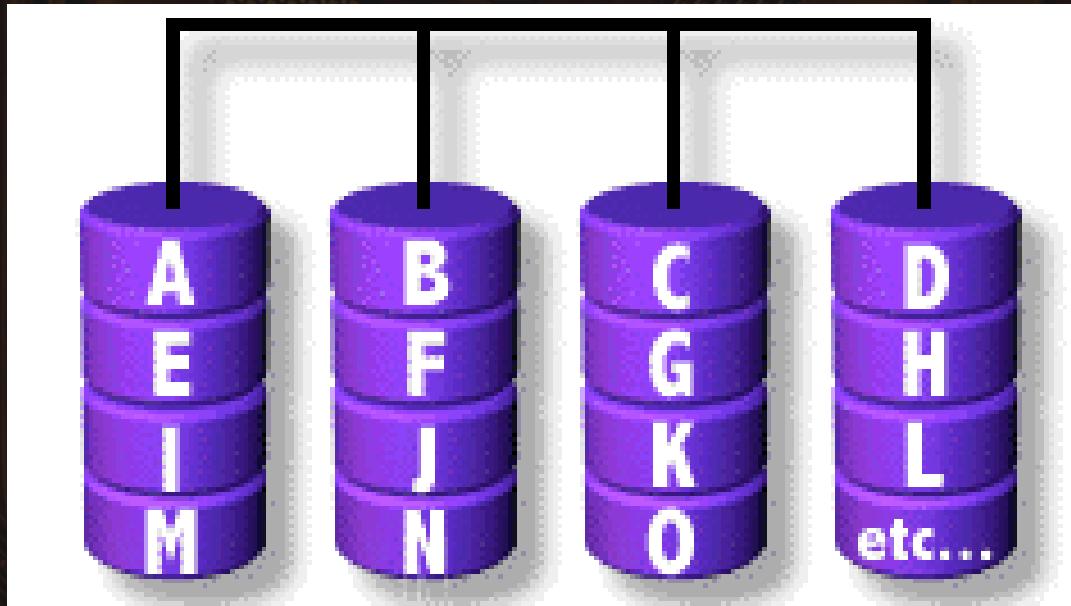
RAID level Beschrijving

RAID 0	Disk interleaving: even blokken op de schijf 1, oneven op schijf 2
RAID 1	Disk mirroring
RAID 2	Disk striping met error-correction code (ECC)
RAID 3	Disk striping met ECC opgeslagen als pariteit
RAID 4	Disk striping large blocks; de pariteit opgeslagen op 1 schijf
RAID 5	Disk striping met de pariteit verdeeld over meerdere schijven.

RAID

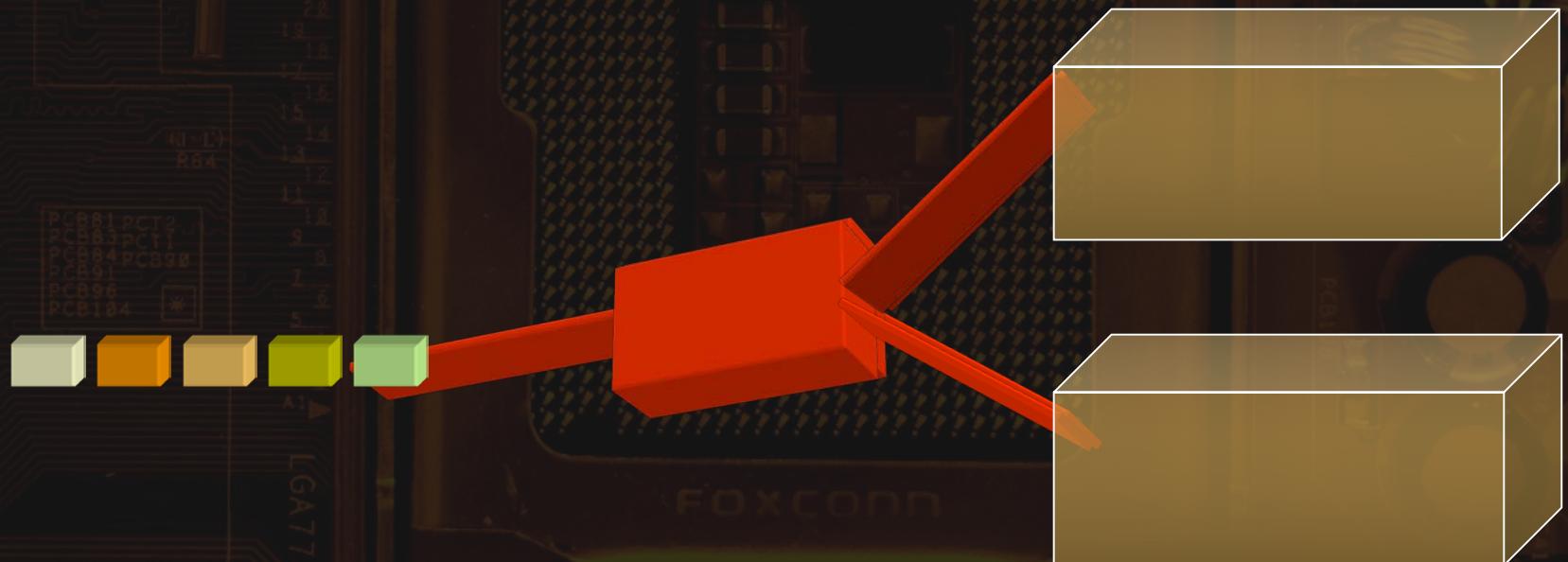
❑ RAID 0

- ❖ Disk-striping of stripe-sets
- ❖ Winst aan algemene performantie
- ❖ Geen foutcontrole



RAID

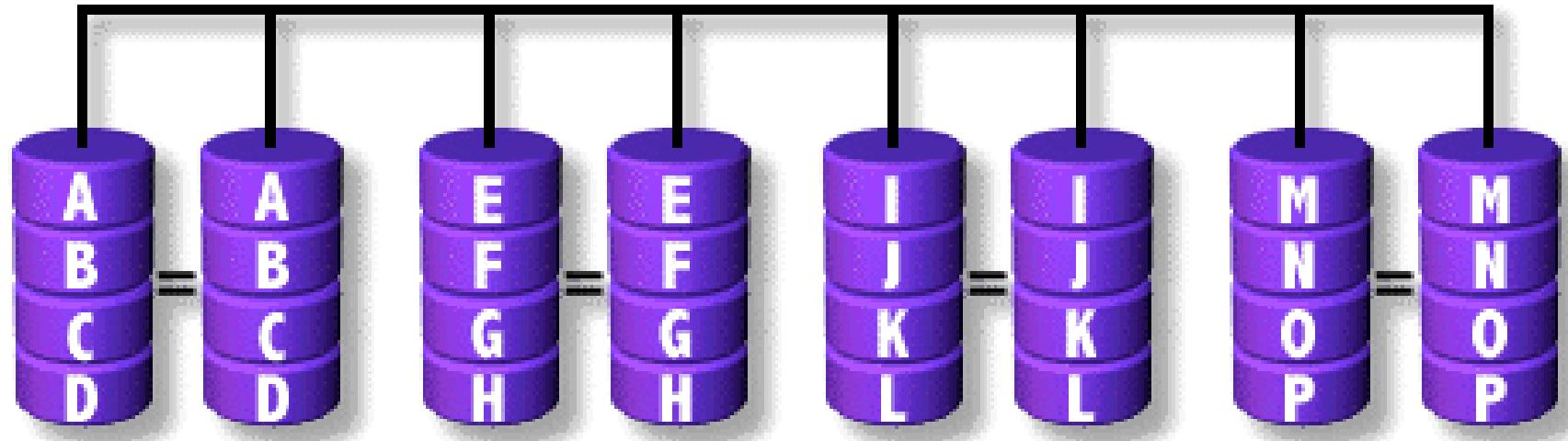
- RAID 0 = stripeset



RAID

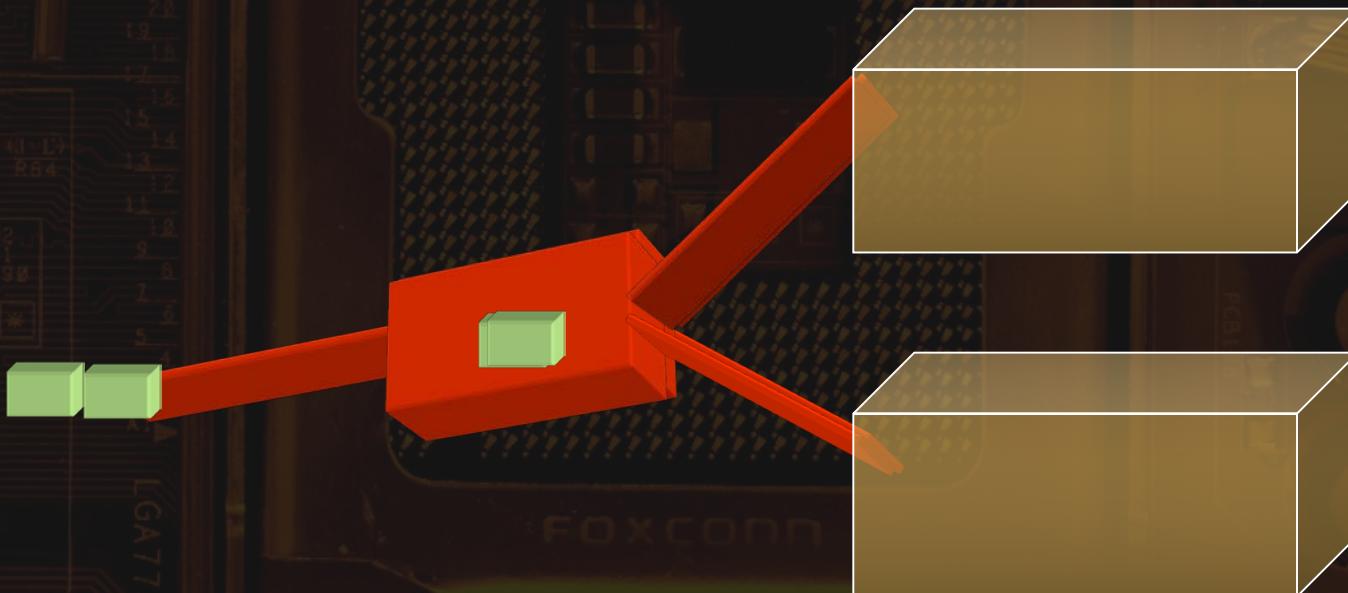
❑ RAID 1

- ❖ Mirror-schijf = fouttolerantie
- ❖ Nadeel = dure oplossing is aangezien slechts 50% van de aanwezige schijfruimte maar effectief beschikbaar is.



RAID

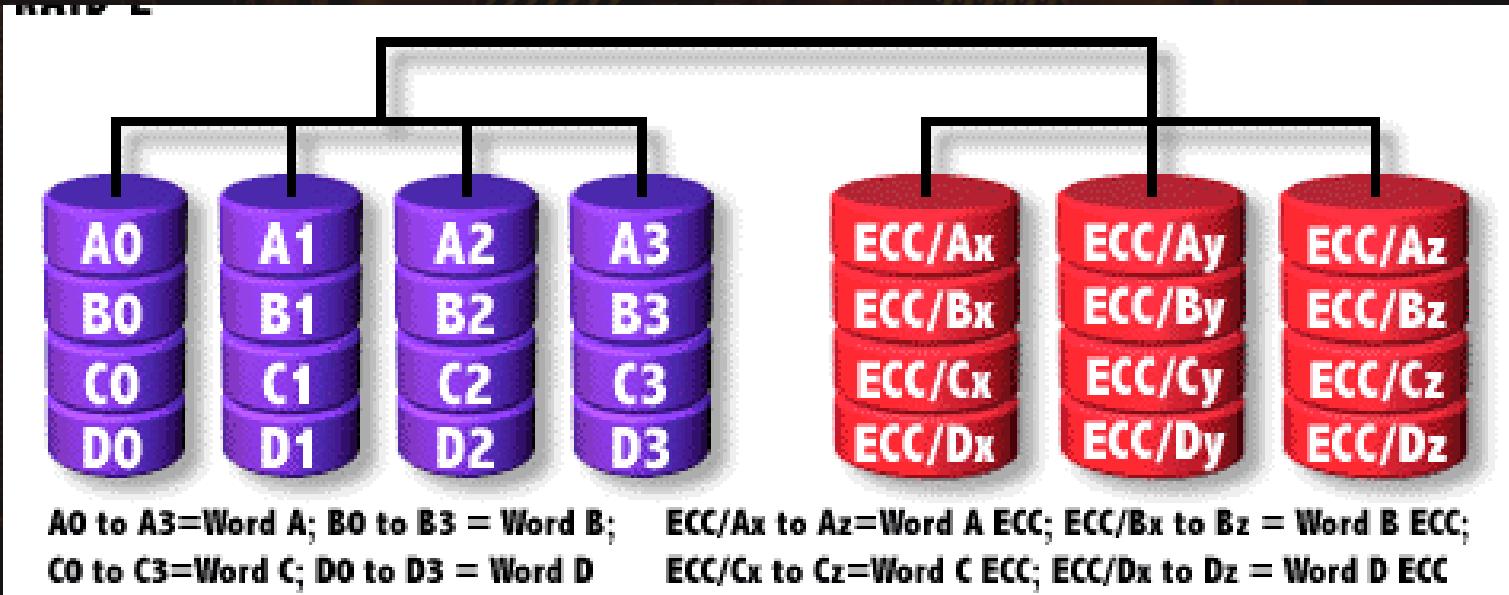
- RAID 1 = mirror



RAID

□ RAID 2

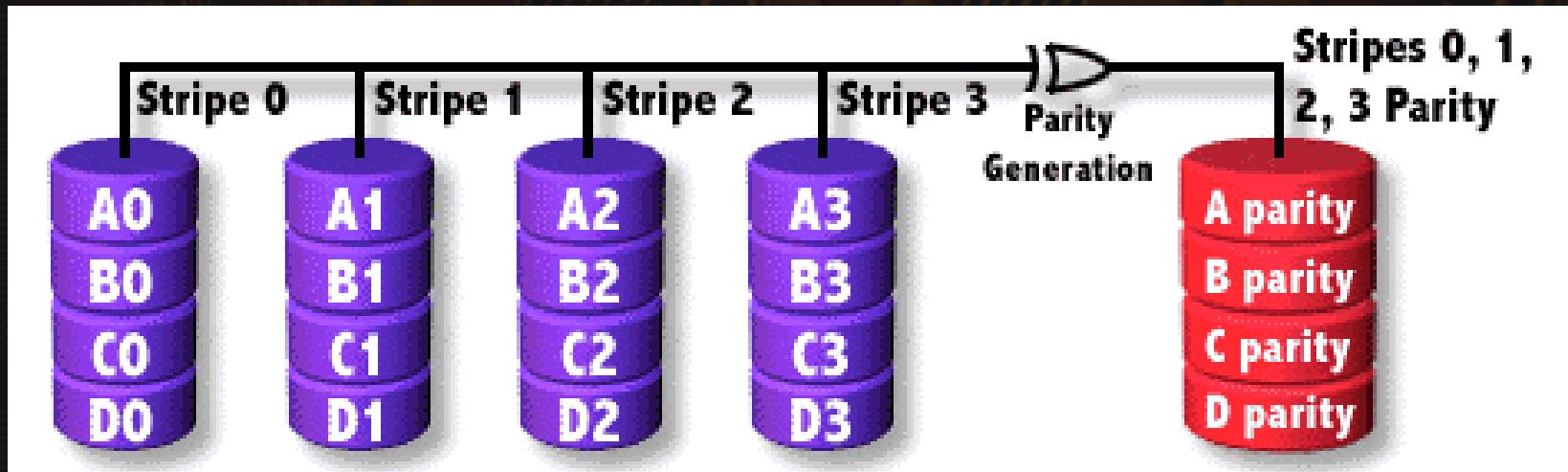
- ❖ Weinig toegepast.
- ❖ Disk-striping waarbij elke bit van een datawoord op een andere fysieke schijf terecht komt.
- ❖ Foutcontrole (pariteit + Hamming code)



RAID

RAID 3

- ❖ Opsplitsen van bits over verschillende schijven.
- ❖ Een extra harde schijf voorzien voor pariteit.



RAID

RAID 3

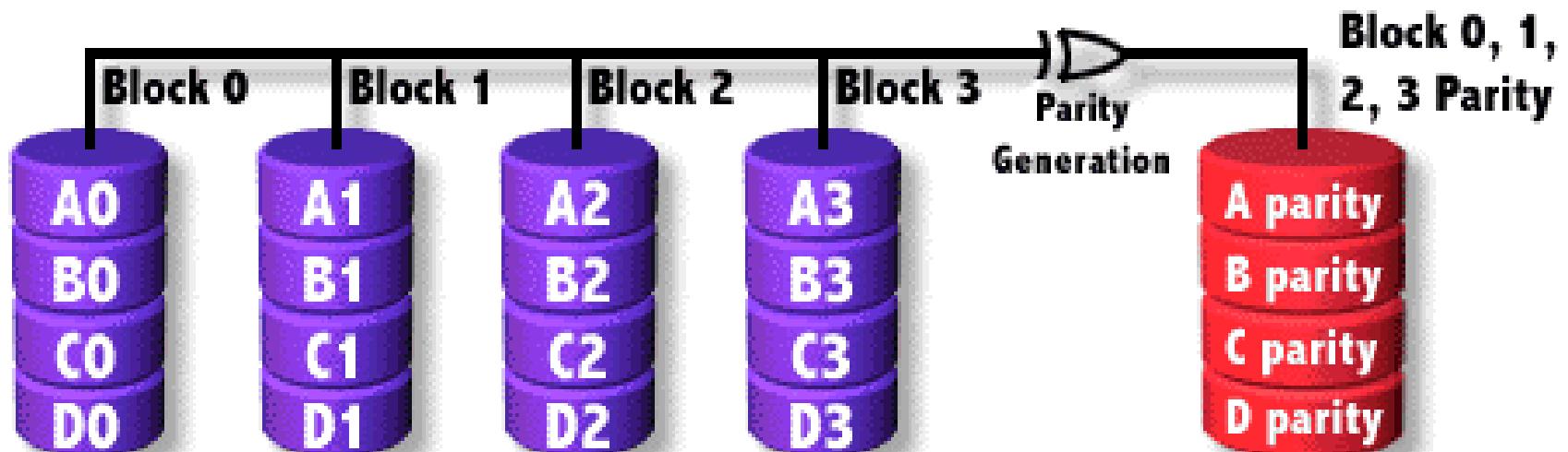
Gegevens schijf 0	Gegevens schijf 1	Pariteit
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Gegevens schijf 0	Pariteit	Herstel gegevens
0	1	0
0	0	1
1	0	0
1	1	1

RAID

RAID 4

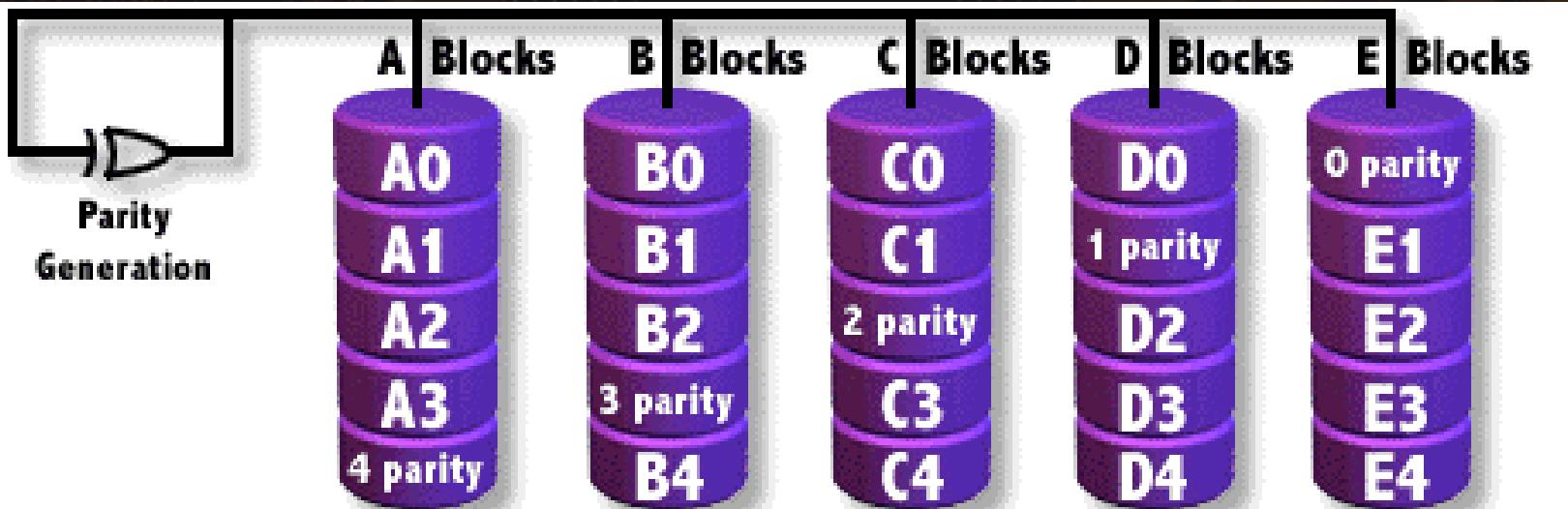
- ❖ Niet bit per bit opgesplitst, maar in stroken (zoals bij RAID 0 en 1)
- ❖ Stripe-sets met pariteit



RAID

❑ RAID 5

- ❖ Stripe-sets met pariteit.
- ❖ Verdeelt de pariteit informatie over alle aanwezige schijven.
- ❖ Minstens 3 harde schijven nodig (evt. hot swap).



RAID

□ RAID 6

- ❖ Robustere vorm van RAID 5
- ❖ Twee redundante schijven
- ❖ Twee schijven kunnen crashen zonder dataverlies

□ Gecombineerde niveaus

- ❖ RAID 1+0 (RAID 10 or stripe of mirrors)
- ❖ RAID 0+1 (RAID 01 or mirror of stripes)
- ❖ Telkens 4 schijven nodig
- ❖ RAID 0+1 slechtere fouttolerantie (één defecte schijf per set maakt alles corrupt)

Opslagmedia

- Inleiding
- Diskette en diskettestations
- De harde schijf
- Indeling diskettes en harde schijven
- RAID-systemen
- Optische opslagmedia**

Optische opslagmedia

□ Werking van een cd-rom

- ❖ Eén spiraalvormige informatietrack, die loopt van binnen naar buiten.
- ❖ Constante afstand tussen de bits.
- ❖ CLV: **constant linear velocity**
 - De snelheid (in toeren per minuut) ligt bij het lezen van de binnenzijde hoger dan aan de buitenzijde. De motor van de CD-ROM lezer moet aan variabele snelheid kunnen draaien.
- ❖ CAV: **constant angular velocity**
 - Vaste rotatiesnelheid, dus aan de binnenzijde van de CD-ROM aan een lagere overdracht (vb. 24-48X).

Optische opslagmedia

□ CD-rom

- ❖ Opslagcapaciteit van een CD wordt uitgedrukt in minuten, seconden en frames
- ❖ Een frame is 1/75 van een seconde of bruto 2352 bytes (netto is min de bytes opgeofferd aan synchronisatie-, adresserings-, foutdetectie- en foutcorrectiedoeleinden).
- ❖ Netto 2048 bytes per frame.
- ❖ CD = 74 minuten informatie of 330.000 frames van 2048 bytes, dit geeft 650 MB aan data.
- ❖ 'Table Of Contents' (TOC) = ongeveer 20 MB in mindering.

Optische opslagmedia

□ Standaarden van de CD-rom

- ❖ Sector = altijd 2352 bytes.
- ❖ “Red Book” standaard (ISO 10149)
 - Audio CD (CD-DA) = volledige 2352 bytes voor muziek.
- ❖ “Yellow Book” (ISO 9660)
 - CD-ROM Mode 1 = oorspronkelijke data CD-ROM
 - 12 bytes voor synchronisatie, 4 bytes als header, 2048 bytes voor gebruikersdata, 4 bytes EDC (Error Detection Code), 8 blanco-bytes en 276 bytes ECC (Error Correction Code).
 - CD-ROM Mode 2
 - 12 bytes voor synchronisatie, 4 bytes voor header en 2336 bytes voor data.
 - Gebruikt voor video-cd.

Optische opslagmedia

□ Standaarden van de CD-rom

- ❖ "Green Book" standaard
 - CDI (Compact Disk Interactive)
 - CD-I Mode 2 Form 1
 - 12 bytes gebruikt voor synchronisatie, 4 bytes voor headerinformatie, 8 bytes voor sub-header-informatie, 2048 bytes voor gebruikersdata, 4 bytes voor de EDC (Error Detection Code) en 276 bytes voor de ECC (Error Correction Code).
 - CD-I Mode 2 Form 2
 - 12 bytes voor synchronisatie, 4 bytes voor de headerinformatie, 8 bytes voor sub-header-informatie, 2324 bytes voor gebruikersdata en 4 bytes voor de EDC (Error Detection Code).

Optische opslagmedia

□ Standaarden van de CD-rom

- ❖ "Orange Book" standaard
 - CD-R: recordable cd-rom
 - CD-RW: rewritable cd-rom
- ❖ "Blue Book" standaard
 - Mixed Cd's
 - Op het eerste deel muziek, daarna verder opgevuld met videofragmenten en/of data
- ❖ "Beige Book" standaard
 - Photo-cd

Optische opslagmedia

□ CD-rom

Type	Sectoren	Maximum	Maximum	Tijd
		data	Audio	(min)
8 cm	94,5	193.536	222.264	21
650 MB	333	681.984	783.216	74
700 MB	360	737.280	846.720	80
800 MB	405	829.440	952.560	90
900 MB	445,5	912.384	1.047.816	99

Optische opslagmedia

- ❑ **DVD (Digital Versatile Disc)**
 - ❖ Opslagcapaciteit 4.7 GB
 - ❖ Laser werkt in frequentiebereik (635, 650 nm) i.p.v. 780 nm.
 - ❖ Twee lagen en soms zelfs dubbelzijdig beschreven.
 - DVD-5: enkelzijdig beschreven, enkele laag = capaciteit van 4,7 GB
 - DVD-9 enkelzijdig beschreven, dubbele laag = capaciteit van 8,5 GB
 - DVD-10: dubbelzijdig beschreven, enkele laag = capaciteit van 9,4 GB
 - DVD-18: dubbelzijdig beschreven, dubbele laag = capaciteit van 17 GB

Optische opslagmedia

❑ DVD (DVD-RAM, DVD-RW)

- ❖ De beschrijfbare (DVD-Recordable) en herschrijfbare (DVD-Rewritable).
- ❖ Kunnen 4.7 GB bevatten
- ❖ Meestal enkellagig beschreven, gebruik makend van de dual-layer technologie stijgt ook bij beschrijfbare Dvd's de capaciteit tot 9.4 GB.
- ❖ Twee standaarden: DVD-R(W) en DVD+R(W).
 - DVD-R(W) = ondersteund geen random toegang en foutcontrole, minder geschikt voor gegevensopslag.
 - DVD+R(W) = zowel voor data als voor video toepassingen. De meeste moderne Dvd-drives zijn multi-format en kunnen dus zowel de plus als de min schijfjes lezen en beschrijven.

Optische opslagmedia

□ Standaarden van de DVD

- ❖ Boek A: DVD read only specification
- ❖ Boek B: DVD Video specification
- ❖ Boek C: DVD Audio specification
- ❖ Boek D: DVD Write Once specification
- ❖ Boek E: DVD Rewritable specification

Optische opslagmedia

❑ Blu-ray

- ❖ 405 nm laser in plaats van 635 nm
- ❖ 25 GB op een enkelzijdige en enkellagige DVD en 50 GB op een dubbellagige DVD.
- ❖ Ook recordables en rewritables beschikbaar

❑ HD DVD (high definition)

- ❖ Een nieuwe compressietechniek
- ❖ Ook gebruik makend van de blauwe laser Dvd's
- ❖ Laat ook Rewritable techniek toe, tot een maximale capaciteit van 20 GB per kant per laag.

Magneetbanden

❑ Cartridges

Standaard	Capaciteit	Max. Data overdracht
TR-1	800 MB	62.5 KBps
TR-2	1.6 GB	62.5 KBps
TR-3	3.2 GB	125 KBps
TR-4	8 GB	1 MBps
TR-5	20 GB	1 MBps
DDS	2GB	55 KBps
DDS-1	2/4GB	0.55/1.1 MBps
DDS-2	4/8GB	0.55/1.1 MBps
DDS-3	12/24GB	1.1/2.2 MBps
DDS-4	20/40GB	2.4/4.8 MBps
Standaard	7/14 GB	2 MBps
Mammoth	20/40 GB	6 MBps
AIT-3	100/260 GB	12/30 MBps
S-AIT	500/1300 GB	30/78 MBps

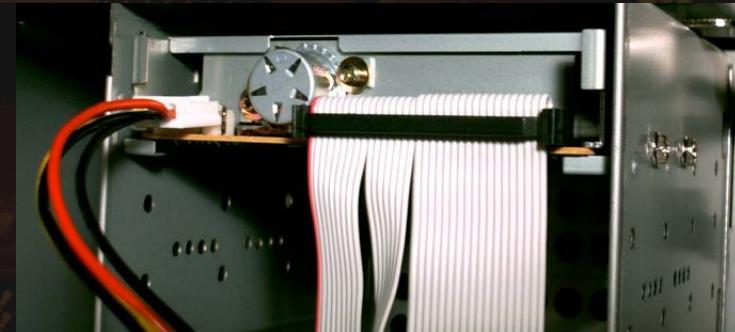
SSD

Solid state drive (SSD)

- Korte zoek- en toegangstijd
- Flashgeheugen
- Geen bewegende delen
- Schokbestendiger
- Stiller

Fysische installatie

- Aansluiting op het moederbord
 - ❖ Floppy en P-ATA aansluiting



Fysische installatie

- Aansluiting op het moederbord
 - ❖ S-ATA aansluiting

