CD, DVD: Agenda

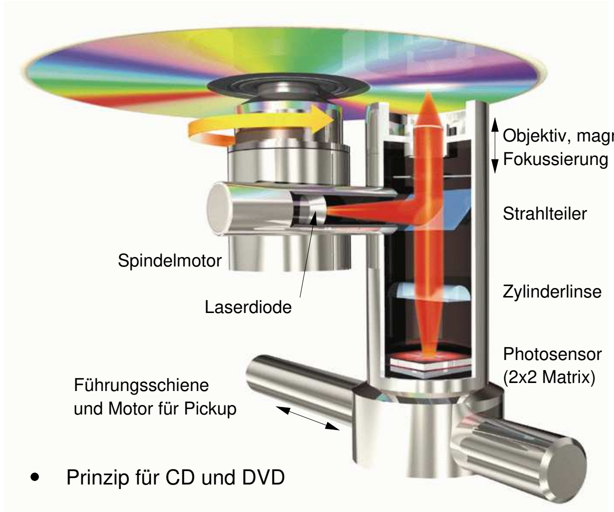
- Grundlagen der CD-Technik

- CD-ROM
- CD-R, CD-RW

- DVD und Video
- DVD-R, DVD-RAM

- ISO-9660 Dateisystem
- UDF / Packet-Writing

CD: Aufbau eines Players



- Prinzip für CD und DVD

CD/DVD: Literatur

www.disctronics.co.uk/	(übersichtliche Kurzbeschreibungen zu CD/DVD)
www.fadden.com/cdrfaq	(alles rund ums Thema CD-R und CD-RW)
www.dvddemystified.com/dvdfaq.html	(DVD-FAQ, viele mirrors weltweit)
www.ping.be/~pin11466/formtxt.html	(schöne Übersicht)
www.unik.no/~robert/hifi/dvd/	(umfangreiche Link-Sammlung zu DVD)
www.phoenix.com/techs/specs.html	(El Torito Format für bootfähige CDs)

diverse c't Artikel:

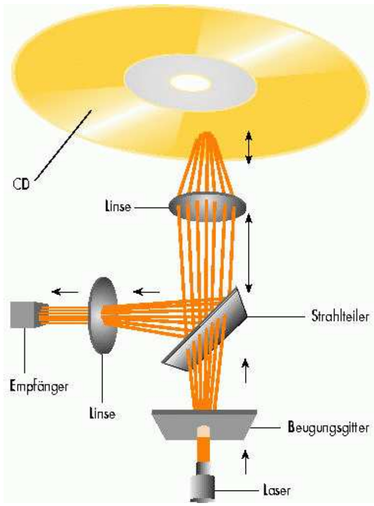
02/93 178ff CD "color books" und Dateiformate

DVD: 23/99 S.100ff

diverse Standards, insbesondere ECMA-xxx (frei verfügbar), www.ecma.ch

ECMA-119	ISO-9660 Dateisystem
ECMA-267	DVD-ROM Spezifikation
SCSI-3 MMC	SCSI MultiMedia Command Set

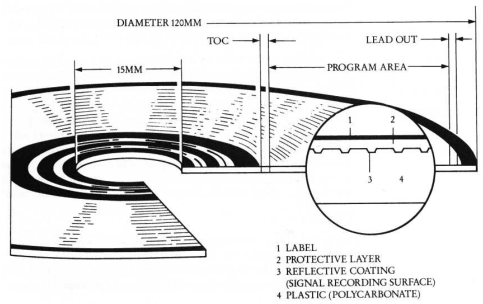
CD: Multibeam-Technik

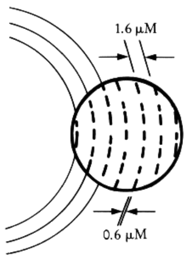


- Strahlteiler
- komplexer Empfänger mit mehreren Photodioden
- liest mehrere Spuren gleichzeitig
- statt höherer Drehzahl

Testbericht in [ct 08/99 74]

CD: Prinzip

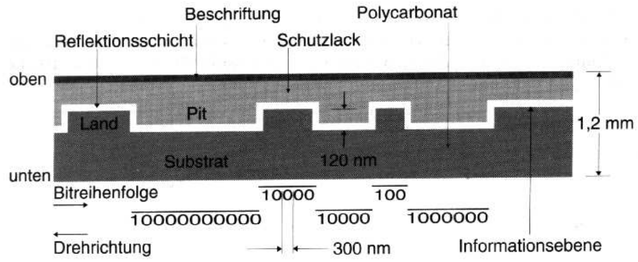




- Polycarbonatträger, 12cm Durchmesser
- eingeprägte Vertiefungen ("pits") bilden die Daten
- spiralförmige Datenspur, 1.6µm Abstand, ca. 16000 Windungen
- Fertigungsmängel fest eingeplant => leistungsfähige Fehlerkorrektur

[CD-ROM - The new Papyrus]

CD: Schichtaufbau



- Polycarbonatschicht ~ 1.2 mm
- Größe der Pits / Lands ~ 1.0 µm
- Interpretation: Land = 0, Pit = 0, Wechsel Land/Pit = 1
- Achtung: Kratzer oben zerstören die Daten

CD: Reflexion

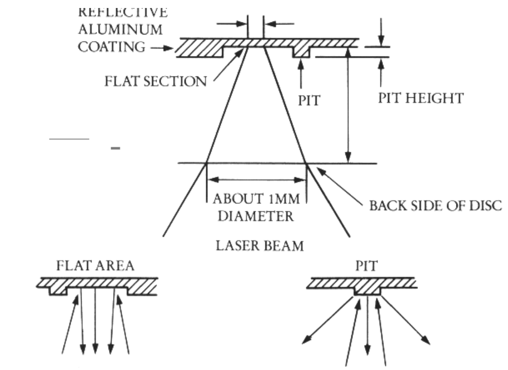
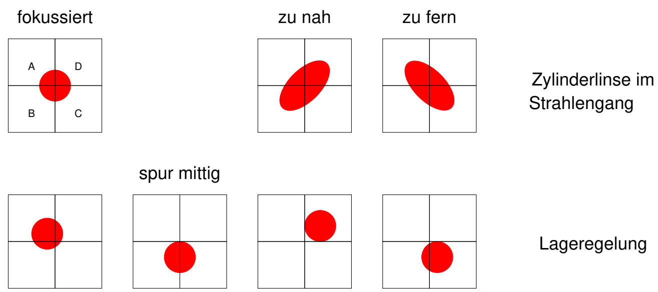


Figure 4. Relation between pits and photodetector output.

- Lands reflektieren das Laserlicht
- Pits streuen das Laserlicht

[CD-ROM - The new Papyrus]

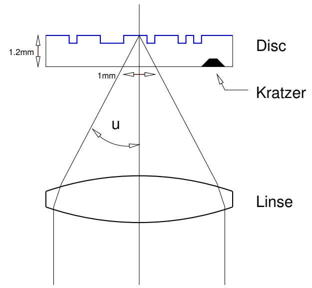
CD: Fokussierung, Spurregelung, . . .



Sensorfeld mit 2x2 Photodioden zur Regelung:

- Fokussierung: aus Differenzsignal (A+C) - (B+D)
- Spurregelung: aus Differenzsignal (A+B) - (C+D)
- Nutzsignal: Land/Pit-Übergänge aus Summensignal
- Drehzahl: aus Taktfrequenz des Nutzsignals

CD: numerische Apertur



NA = n * sin(u)

Brechungsindex 'n' eines Materials:

Vakuum	= 1
Luft	~ 1
Diamant	= 2.4

NA := Maß für Auflösungsvermögen des Objektivs

	NA	Öffnungswinkel
CD	0.45	24 .. Grad
DVD	0.5 .. 0.6	.. 37 Grad

- Auflösungsvermögen wie bei Mikroskopen (!)
- asphärische Linsen notwendig
- Kratzer/Staub auf der Oberfläche stören kaum

CD: EFM

Eight-to-Fourteen Modulation:

- selbsttaktende Aufzeichnung, NRZI
- minimal 2 Nullen, maximal 11 Nullen zwischen Einsen

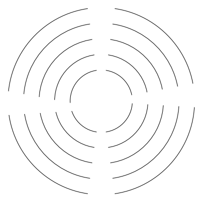
data bits	channel bits
0000 0000	01001000100000
0000 0001	10000100000000
0000 0010	10010000100000
0000 0011	10001000100000
0000 0100	01000100000000
0000 0101	00000100010000
...	... via lookup table

- zusätzlich 3 "Merge-Bits" zwischen zwei Codeworten einfügen
- eigentlich 8-17 Modulation
- DVD verwendet verbessertes 8-16 Verfahren

CD: CAV vs. CLV

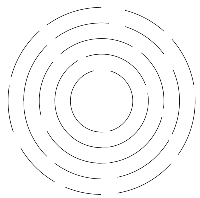
Constant Angular Velocity

(Floppy, aktuelle CD-ROM Laufwerke)



Constant Linear Velocity

(Audio/Video CD, DVD)



- Audiodaten: konstante Datenrate sinnvoll: CLV
- Drehzahl: innen hoch, außen langsam
- Angabe "48x"-Laufwerk: 48x Datenrate (CLV) der Audio-CD
- CAV erlaubt Spurwechsel ohne Drehzahländerung
- aktuelle CD-ROMs: CAV soweit per Daten/Fehlerrate möglich

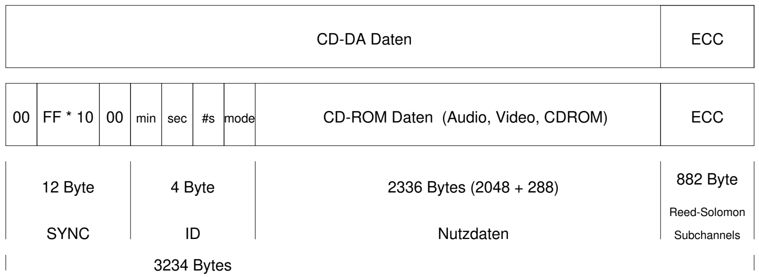
Testprogramm/Resultate "CD-Bänschmaak": home.t-online.de/home/Joern.Fiebelkorn/

CD: Kodierung der Daten:

- Nutzdaten
- Nutzdaten in Frames einteilen
- Reed-Solomon Checksumme an Frames anfügen
- 14-bit EFM-Daten aus 8-Bit Nutzdaten
- 17-bit EFM mit Merge-Bits
- 17-bit EFM, Sync-Pattern anfügen
- Pits and Lands

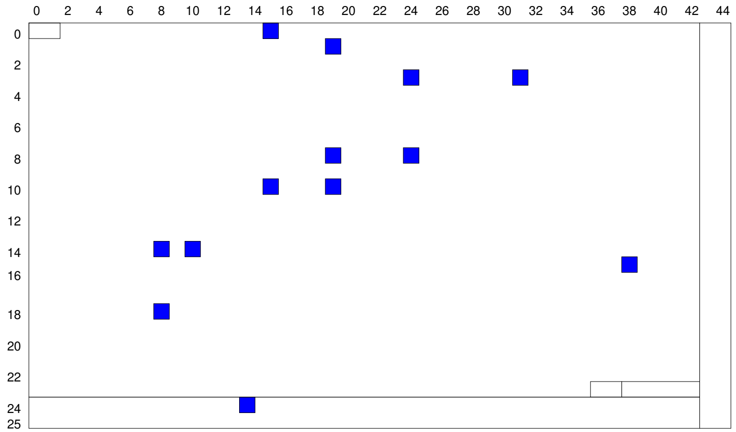
	11101000		11100010		10111010		. . .
	00010010000010		10010001000010		00010000100100		
010	00010010000010	000	10010001000010	001	00010000100100	100	

CD: Sektoren (Frames)



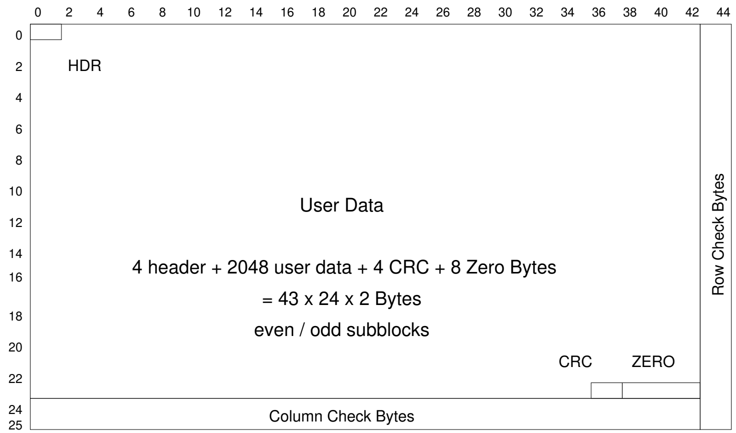
- 75 Sektoren pro Sekunde, 0 .. 74
- Numerierung per (minute, second, sector)
- 60 Minuten: 270.000 Frames (553 MB)
- 74 Minuten: 333.000 Frames (682 MB)

CD: Reed-Solomon Code



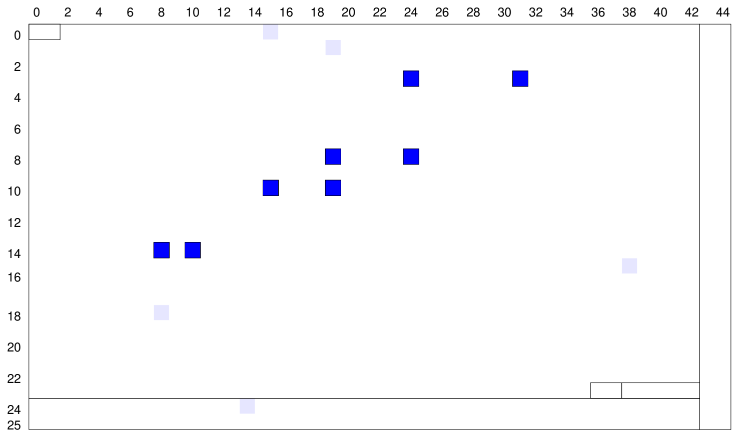
- Beispiel: Fehler vor der Korrektur

CD-ROM LEC Reed-Solomon Code



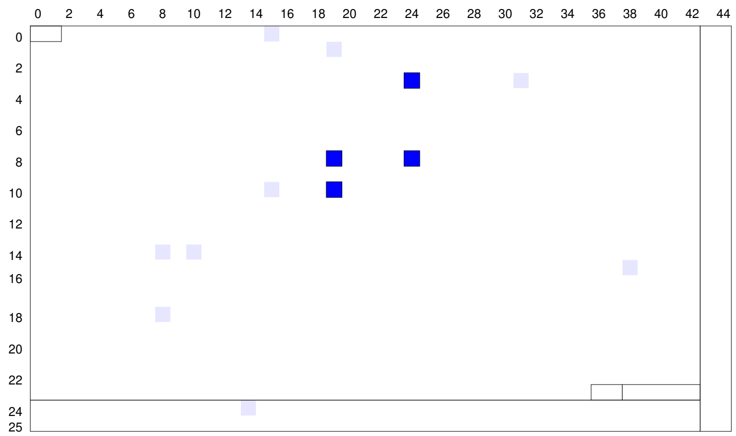
- Layered Error Correction (CD-ROM Mode 1)

CD: Reed-Solomon Code



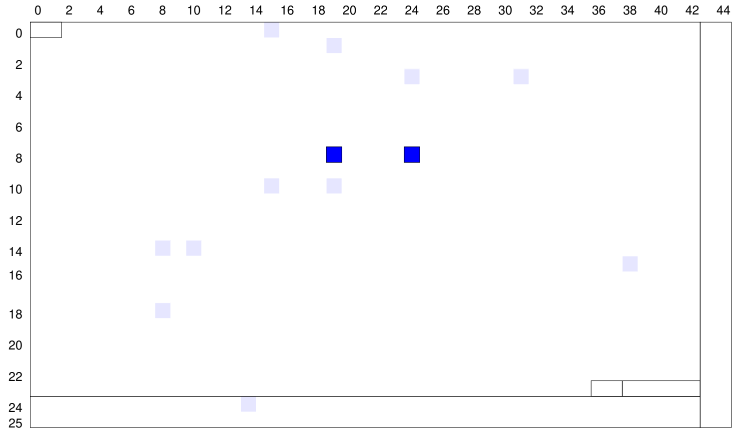
- erster Schritt: alle Einzelfehler in Zeilen korrigiert

CD: Reed-Solomon Code



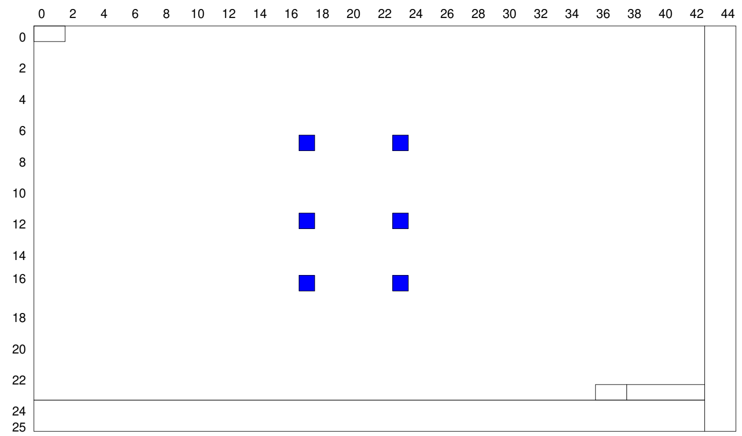
- zweiter Schritt: alle Einzelfehler in Spalten korrigiert

CD: Reed-Solomon Code



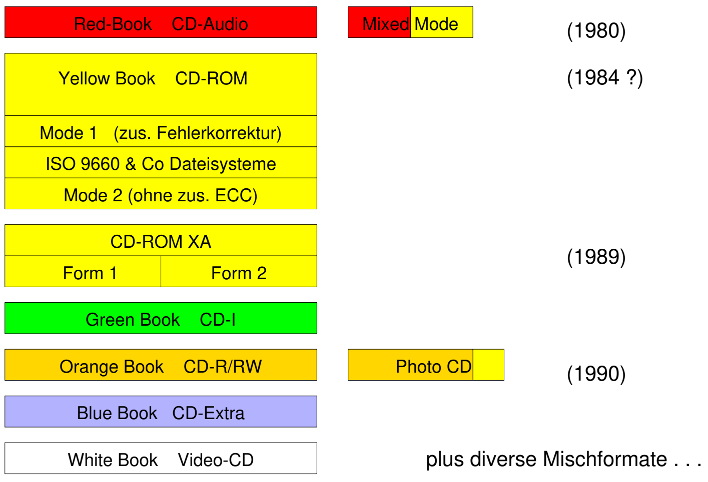
- dritter Schritt: wieder die Zeilen korrigiert, dann wieder die Spalten

CD: Reed-Solomon Code



- keine Einzelfehler in Zeilen/Spalten, trotzdem korrigierbar
- Bitfehlerrate CD-ROM besser als 1E-13

CD: "colors"



CD: Datenformate Daten / Audio

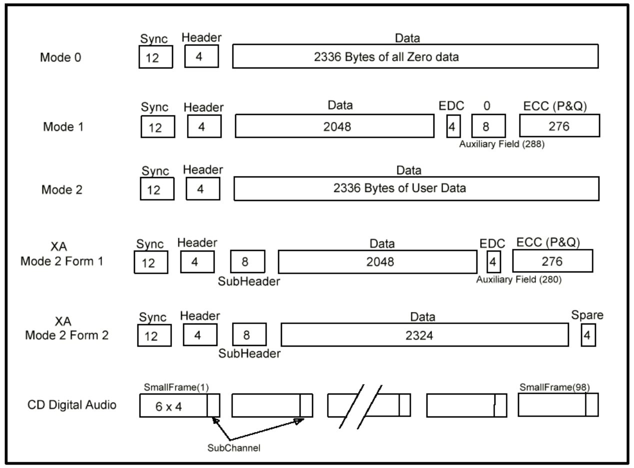
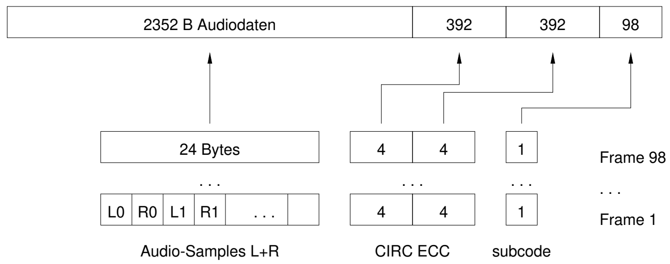


Figure 2 - CD-ROM Sector Formats

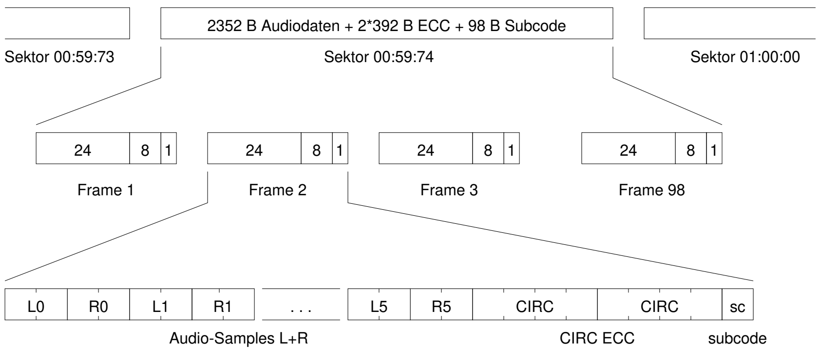
- Kapazität vs. Fehlerkorrektor

CD: Audioformat, konzeptionell



- 98 Frames a 24 Bytes pro Sektor
- 24 Bytes: je 6 Samples linker/rechter Kanal
- ein Byte Subcode pro Frame
- 75/s * 2352B = 44100/s * 16b * 2 / 8 = 176 KB/s
- ECC korrigiert Bursts bis zu 7000 fehlenden Bits

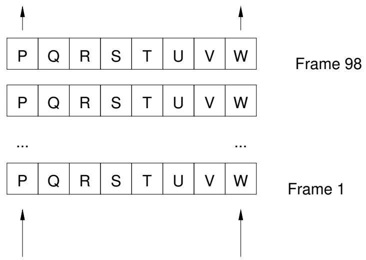
CD: Audioformat, Sektoren, Frames



- 75 Sektoren pro Sekunde
- 98 Frames a 24 Bytes (+ECC) pro Sektor
- je 1 Byte Subcode pro Sektor

CD: Subchannels

Subchannels / Subcode:



- 1 Byte Subcode pro Frame
- P markiert Start eines Tracks
- Q für Inhaltsverzeichnis der CD (TOC)

- R ..W abhängig vom Format
  z.B. konstant Null bei CD-ROM
  Nutzung für CD-Text
  Datenrate: 75 * 98 bit/s = 918 B/s

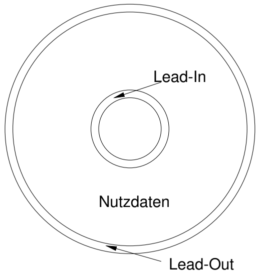
CD: Lead In / Lead Out

Lead-In:

- spezieller Bereich am Anfang (innen) der CD
- Nutzdaten konstant Null
- Q-Subcode enthält das Inhaltsverzeichnis
- bis zu 99 Tracks erlaubt: ca. 9 MByte

- Lead-Out kennzeichnet Ende der CD
- Nutzdaten und Subcodes konstant Null

- Multisession-CDs:
  je 1 Lead-In/Out Bereich pro Session
  plus Master-Lead In / Lead-Out



CD: Mixed Mode CD

- kombiniert Audio-Tracks mit Daten/Video-Tracks

- Audio CD-Player erwarten nur Audio-Tracks:
  - ältere Player lesen Daten als Audio
  - Knacksen (Vorsicht: extreme Lautstärke)
  - neuere Player schalten den Track stumm
  - alternative Anordnung: Datentrack(s) ganz hinten

- "kranke" Block- bzw. Min/Sek/Frame-Adressierung
- (siehe Beispiel auf nächster Folie)

- wird von allen aktuellen PC-Laufwerken unterstützt

CD: Photo-CD

- Kodak / Philips 1993
- basiert auf CD-ROM/XA

- Filme (Kleinbild) werden mit 2000 dpi gescannt
- Auflösung 3072x2048 Pixel (optional 6144x4096)
- bis ca. 100 Photos
- multisession-Format (erlaubt mehrere Filme)
- proprietäres Datenformat
- mehrere Auflösungen: 192x128 bis 3072x2048 Pixel

- vergleichsweise hohe Kosten
- Markterfolg nur im Profi-Bereich

- neuer Versuch als "Picture-CD" (mit Intel/Adobe Software)
  1024x1536 Pixel, JPEG-Format

[www.kodak.com]

CD: Mixed Mode CD (Beispiel)

Block Description	Logical Address (Decimal)	Track Relative logical address	Absolute M/S/F Address[1]	Track / Index	Track Relative M/S/F Address	Sector Contains Info or Pause	Mode Audio or Data	CD Data Mode[2]
Lead-in Area	---	---	---	0/-	---	---	Audio	---
Pre-gap	---	---	00/00/00	1/0	00/02/00[7]	Pause	Data	Null
1st Track data	0000[4]	0	00/02/00[5]	1/1	00/00/00	Info	Data	L-EC
2nd track data	6000[4]	0	01/22/00[5]	2/1	00/00/00	Info	Data	L-EC
	7500	1500	01/42/00	2/2	00/20/00	Info	Data	L-EC
Post gap	9000	3000	02/02/00	2/3	00/40/00	Pause	Data	Null
Pause-silence	9150	-150[6]	02/04/00	3/0	00/02/00[7]	Pause	Audio	---
3rd track audio	9300[8]	0	02/04/00[9]	3/1	00/00/00	Info	Audio	---
	1400	2250	02/34/00	3/2	00/03/00	Info	Audio	---
4th track audio	21975[8]	0	04/53/00[9]	4/1	00/00/00	Info	Audio	---
Pre-gap part 1	30000	-225[6]	06/40/00	5/0	00/03/00[7]	Pause	Audio	---
Pre-gap part 2	300075	-150	06/41/00	5/0	00/02/00[7]	Pause	Data	Null
5th track data	30225	0	06/43/00	5/1	00/00/00	Info	Data	L-EC
Last Information	263999[10]	233 774	58/39/74	5/1	51/56/74	Info	Data	L-EC
Post-gap	---	233 775	58/40/00	5/2	51/57/00	Pause	Data	Null
Lead-out area	264000[11]	0	58/42/00	AA/-[13]	00/00/00	Pause	Audio	---

CD: LBA/MSF Umrechnung

Table 207- LBA to MSF translation

Condition	Formulae
-150 ≤ LBA ≤ 404849	$M = IP\left(\frac{LBA+150}{60 \cdot 75}\right)$ $S = IP\left(\frac{LBA+150-M \cdot 60 \cdot 75}{75}\right)$ $F = IP(LBA+150-M \cdot 60 \cdot 75 - S \cdot 75)$
-45150 ≤ LBA ≤ -151	$M = IP\left(\frac{LBA+450150}{60 \cdot 75}\right)$ $S = IP\left(\frac{LBA+450150-M \cdot 60 \cdot 75}{75}\right)$ $F = IP(LBA+450150-M \cdot 60 \cdot 75 - S \cdot 75)$
00/00/00 ≤ MSF ≤ 89/59/74	$LBA = (M \cdot 60 + S) \cdot 75 + F - 150$
90/00/00 ≤ MSF ≤ 99/59/74	$LBA = (M \cdot 60 + S) \cdot 75 + F - 450150$

- logische Blockadresse vs. Minute/Sekunde/Frame

CD-ROM: Joliet

- Microsoft-Erweiterung von ISO-9660
- erlaubt Windows95-Dateinamen
- Namen bis 64 Zeichen, inklusive Sonderzeichen

- integriert in Windows 9x/2K
- ebenfalls in neueren Linux-Versionen

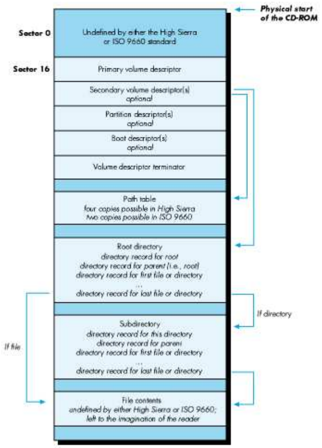
www-plateau.cs.berkeley.edu/people/chaffee/joliet.html

CD-ROM: ISO 9660

Standard-Dateiformat für CD-ROMs

- Daten starten in Sektor 16 (00:02:16)
- DOS-kompatibel (FAT)
- Dateinamen mit 8+3 Zeichen
- bis zu 8 Verzeichnisebenen
- Level-2 erlaubt Namen bis 32 Zeichen
- plattformunabhängig

- Dateien müssen linear vorliegen
- keine späteren Änderungen möglich
- Level-3 erlaubt fragmentierte Dateien



CD-ROM: Rock-Ridge und andere

Rock-Ridge:

- Erweiterung von ISO-9660 für Unix-Systeme
- erlaubt lange Dateinamen
- Unix-style Datei-Attribute (owner, permissons)
- symbolische Links
- abwärtskompatibel (ISO-9660 Systeme sehen die 8+3 Daten)
- ftp.ymi.com/pub/rockridge/

Macintosh HFS:

- CD-ROM Format mit Apple's hierarchical file system
- völlig inkompatibel mit ISO-9660
- benötigt entsprechende Treiber

CD-ROM: El Torito

bootfähige CD-ROMs?

- "El-Torito" Spezifikation von Phoenix und IBM (1994)
- Grundidee: BIOS ersetzt Laufwerk A: durch die CD-ROM

- basiert auf ISO-9660 Dateisystem
- Sektor 16 wie gehabt für Primary Volume Descriptor
- Sektor 17 als Boot Record Volume Descriptor

- erlaubt mehrere Boot-Sektoren pro CD

- Zugriff über BIOS/DOS INT-13 Schnittstelle
- CD-ROM kann als Live-Filesystem genutzt werden

CD-ROM: El Torito

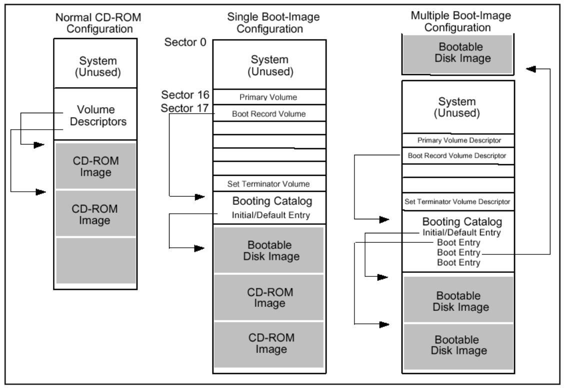
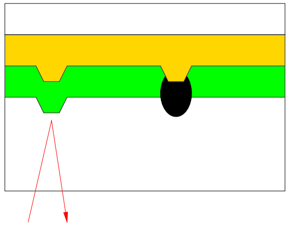


Figure 1. Three types of CD-ROM configuration:

1. The Normal CD-ROM configuration is not bootable, uses Root Directory and CD-ROM drivers to access CD-ROM images.
2. A BIOS with Single Boot-Image capability accesses the Initial/Default Entry to access a single bootable disk image. After loading the operating system, the system can revert to standard CD-ROM drivers and the Root Directory to access CD-ROM images.
3. A BIOS with Multiple Boot-Image capability can access any one of a number of Bootable Disk Images listed in the Booting Catalog. After loading the operating system, the system can access other items in the disk image with standard INT 13 calls or return to normal access of CD-ROM images using CD-ROM drivers and the Root Directory.

CD-R: Prinzip

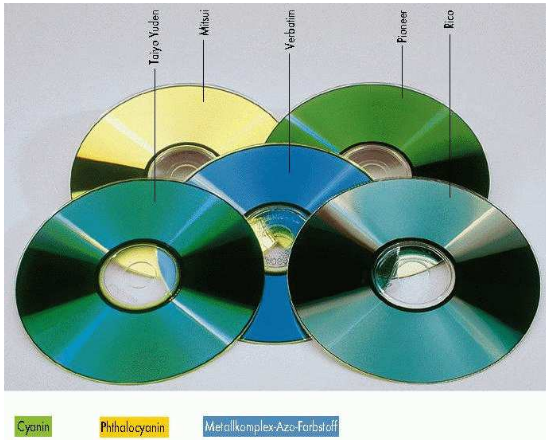


- mechanische Prägung (Pits/Lands) nicht praktikabel
- statt dessen: Farbstoff durch Laserimpuls zerstören
- etwas andere Reflexionsdaten als CD

- Spurführung des Pickups erfordert Daten:

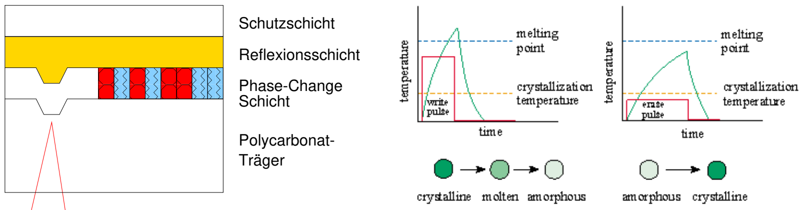
=> Rohlinge enthalten vorbereitete Spiralspur (siehe DVD pre-groove)

CD-R: Rohlinge, Farbstoffe



- diverse Farbstoffe, aber Haltbarkeit, Schreibeigenschaften ähnlich

CD-RW: Prinzip

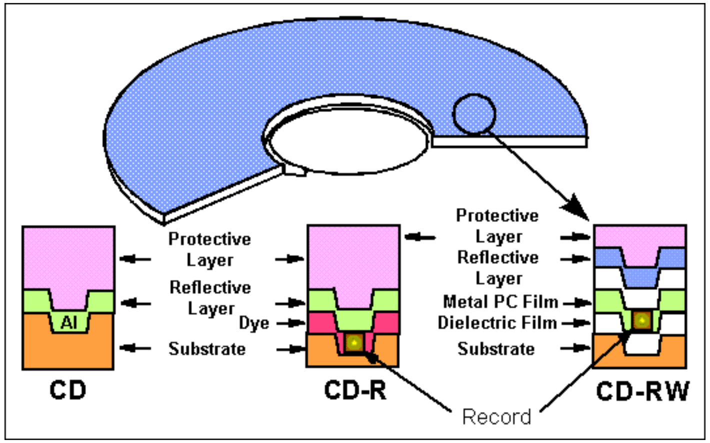


[Physics World october 1998]

- Phase-Change Verfahren für wiederbeschreibbare CDs
- Material mit kristalliner / amorpher Struktur
- deutlich kleinere Reflexionsänderung als bei CD/CDR

- Umschalten durch schwache/starke Laserimpulse
- schnelle Abkühlung: amorph, langsame Abkühlung: kristallin
- bis zu 100.000 Mal wiederbeschreibbar (theoretisch)

CD-RW: Aufbau CD / CDR / CDRW



- CD-Pressung "parallel"
- CD-R / CD-RW Schreiben sequentiell, entlang der Rohspur

CD-RW: amorph / polykristallin

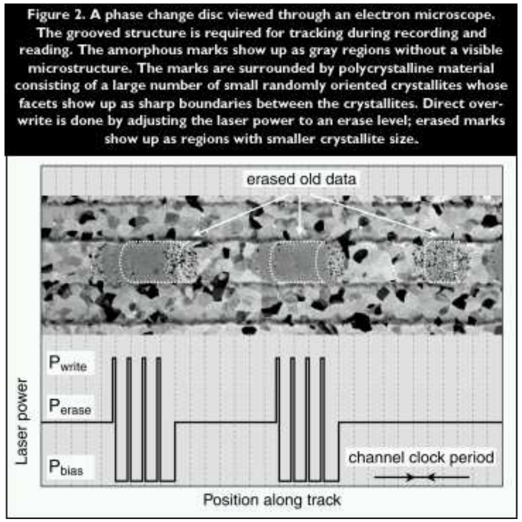
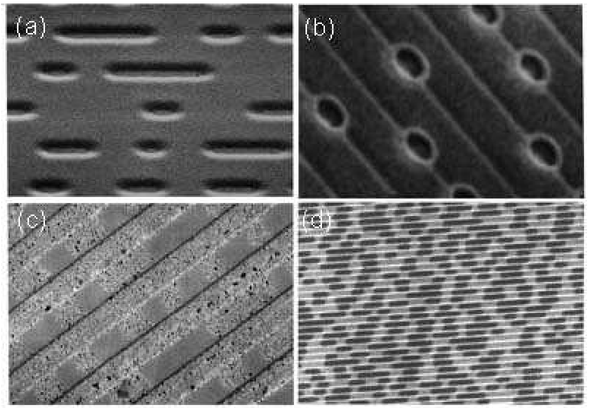


Figure 2. A phase change disc viewed through an electron microscope. The grooved structure is required for tracking during recording and reading. The amorphous marks show up as gray regions without a visible microstructure. The marks are surrounded by polycrystalline material consisting of a large number of small randomly oriented crystallites whose facets show up as sharp boundaries between the crystallites. Direct overwrite is done by adjusting the laser power to an erase level; erased marks show up as regions with smaller crystallite size.

[CACM 43-11]

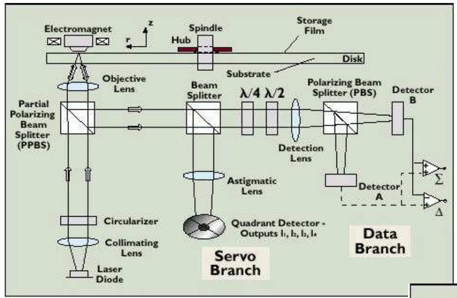
Pits: CD, CD-R, CD-RW, MO



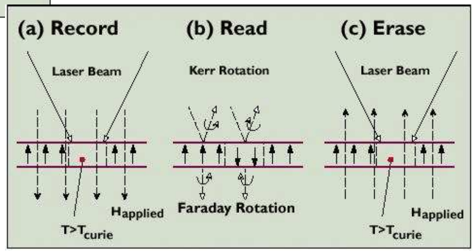
a) CD (Pits gepreßt)
b) CD-R (Pits gebrannt)
c) CD-RW (amorph/kristallin)
d) MO (Kerr-Effekt)

[PhysicsWorld October 1998]

magneto-optische Verfahren (MO)



[CACM 43-11]



- Mechanik wie bei CD
- zusätzlich Magnet
  (gegenüber Pickup)
- Intensitätsdifferenz
  durch Polarisation

CD-R: "Überbrennen"

- Länge der Rohspur definiert die Kapazität der CD-R/RW
- spezielle Rohlinge (80 Min) mit engerer Rohspur

"Überbrennen":

- angegebene Kapazität enthält >90 Sekunden Lead-Out
- plus einige Sekunden Reserve
- verkürztes Lead-Out erlaubt mehr Daten
- muß von Brenner und Software unterstützt werden
  (zB. www.feurio.com)
- evtl. Probleme mit älteren / abgenutzten Playern
- alternativ für Audio: Daten minimal stauchen

CD-R: erweitertes Lead-In

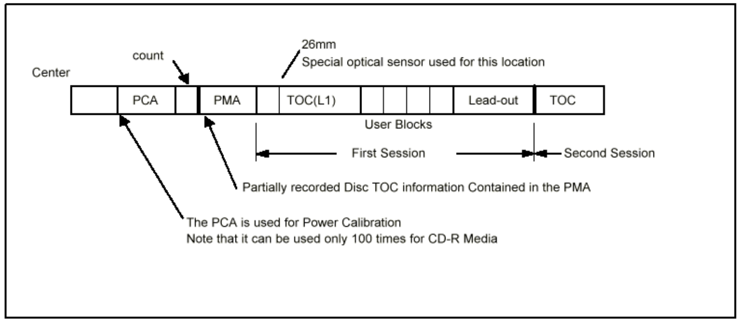


Figure 3 - CD-R/RW Disc Layout

- erweiterte Lead-In Zone (weiter innen als normale CD)
- u.a. Kalibrierung der Laserintensität beim Schreiben
- Audio/Datenformat unverändert

CD-R: Buffer-Underrun

- sequentielles Schreiben der CD-R:

=> Brenner benötigt kontinuierlichen Datenstrom
typische Puffergrösse 2..4 MB

Problem Buffer-Underrun:

- CD-R entspricht nicht mehr den Normen
- Rohling defekt (CD-R) / neu formatieren (CD-RW)

www.burn-proof.com:

- Brenner rechtzeitig (kontrolliert) stoppen
- Position auf der CD-R merken (Spur,Position 100 µm)
- neu aufsetzen, sobald Daten verfügbar
- Fehlerkorrektur beseitigt die Lücke ("burst error")
- wird von einigen neuen Brennern unterstützt

CD-R: Audio-Grabbing

digitales Auslesen von CD-DA:

- optimal mit Audio-Playern (Digitalausgang, 1X Speed)
- Digitalausgänge an CD-ROMs selten / oft fehlerhaft

"Packet"-Interface problematisch:

- in alten Laufwerken schlecht implementiert
- Audio-Format hat keine fortlaufenden Sektor-IDs
- mm:ss:ff-Marken: ff-Werte fehlen manchmal
- Packet vs. Streaming: Probleme beim Wiederaufsetzen
- nur einfache Fehlerkorrektur, kein LEC

=> gutes Laufwerk notwendig
=> mehrfaches Lesen / Korrelation der Daten (cdparanoia)

UDF: Dateisystem

- CDR Medien sind nur einmal beschreibbar
- ISO-9660 erwartet TOC und Directories an fester Position

=> spätere Änderungen unmöglich

UDF-Dateisystem: "universal disk filesystem"

- basiert auf ISO 9660
- aber erweitertes, flexibleres Dateisystem
- "virtual allocation tables"

- gültiges Directory jeweils im letzten geschriebenen Block
- dort Verweise auf Dateien und ältere Directory-Blöcke
- keine Beschränkung der Verzeichnis-Schachtelungstiefe

- Finalisieren der CD erzeugt volles ISO 9660 Dateisystem
- www.osta.org

CD: Audio Grabbing via SCSI3 MMC

Table 95 - CD-DA (Digital Audio) Data Block Format

Byte \ Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Left Channel (Lower Byte)							(LSB)
1	(MSB) Left Channel (Upper Byte)							
2	Right Channel (Lower Byte)							(LSB)
3	(MSB) Right Channel (Upper Byte)							
2348	Left Channel (Lower Byte)							(LSB)
2349	(MSB) Left Channel (Upper Byte)							
2350	Right Channel (Lower Byte)							(LSB)
2351	(MSB) Right Channel (Upper Byte)							

If the CD Drive does not support the CD-DA Stream-Is-Accurate capability, See Table 230 - CD Capabilities and Mechanical Status Page, then the digital audio data must be read as a continuous stream. If while streaming the drive must stop, there will be a non recoverable error generated READ ERROR - LOSS OF STREAMING. This is due to the 1 second uncertainty of the address. (i.e. there is no header in CD-DA data). Reissuing the command may not return exactly the same data as the previous try. When the drive supports the stream accurate capability, there will be no error, only some time delay for rotational latency.

UDF: Packet Writing

- CDR Medien sind nur einmal beschreibbar

UDF-Packet Writing:

- Dateien in einzelnen kleinen Paketen schreiben
- zunächst ohne TOC im Lead-In

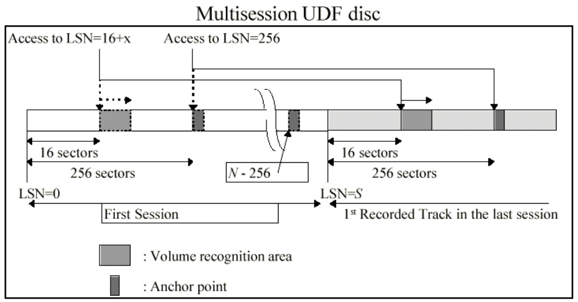
"virtual allocation tables":

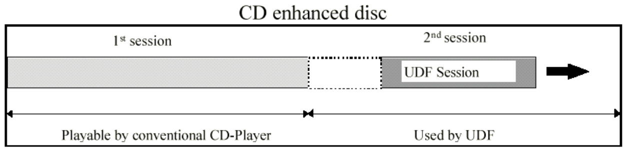
- gültiges Directory jeweils im letzten geschriebenen Block
- dort Verweise auf Dateien und ältere Directory-Blöcke

- Dateien können immer noch nicht gelöscht werden
- neues Directory ohne Verweis auf gelöschte Datei schreiben

- Datei modifiziert:
- neue Datei schreiben, neues Directory schreiben

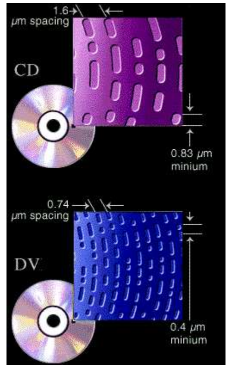
UDF: Multisession / enhanced disks





DVD: Verbesserungen

höhere Kapazität der DVD gegenüber der CD:



- kleinere Pits, kleinerer Spurabstand
- veränderte Header-Strukturen
- weniger Parity-Bits
- Weglassen der Subcodes
- 2048-Byte Sektoren
- kleinerer nicht-genutzten Innenteil
  (Radius CD 25 mm, DVD 24 mm)

=>	DVD-5	single layer	4.4 GB	6.7x
	DVD-9	double layer	8.0 GB	12.3x
	DVD-10	double side	8.8 GB	13.5x
	DVD-18	DS / DL	15.9 GB	24.4x CD-ROM

DVD: Konzept und Anforderungen

Anforderungen für DVD-Video:

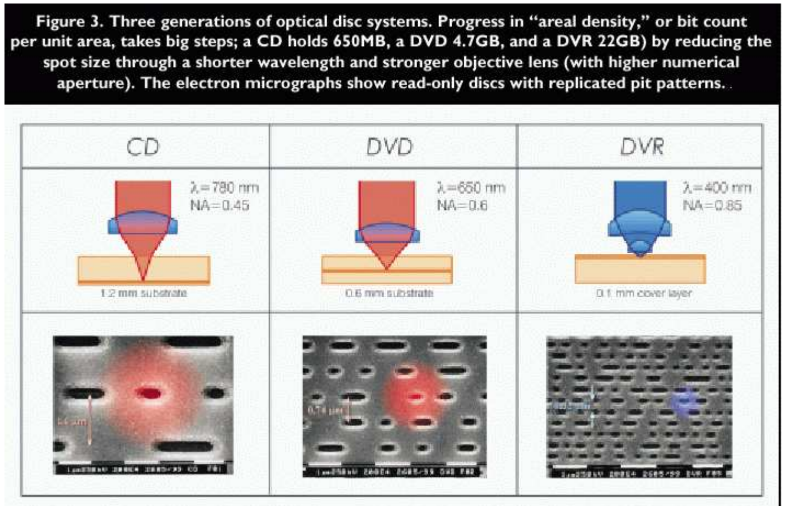
- 135 Minuten Spieldauer pro Seite
- bessere Auflösung als die Laserdisc
- Surround-Audio in CD-Qualität

MPEG-2, AC3:
=> ca. 6 Mb/s
=> 4-5 GB / Seite

- Audiospuren für 3-5 Sprachen
- Untertitel in mehreren Sprachen
- diverse Bildformate (Letterbox, Pan, Widescreen)
- Interaktion wie bei Video-CDs
- Jugendschutz

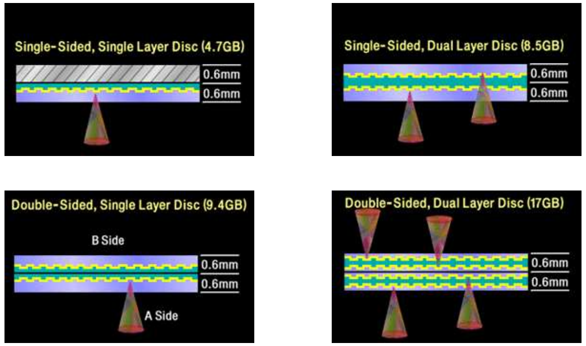
- Kopierschutz
- CD-kompatibel
- Herstellungskosten ähnlich wie CDs

DVD: Vergleich mit CD und DVR



[Comm. ACM 43/2000]

DVD: 4 Formate



- single/double side
- single/dual layer (äußere Schicht halbdurchlässig)

DVD: Datenformat (Header)

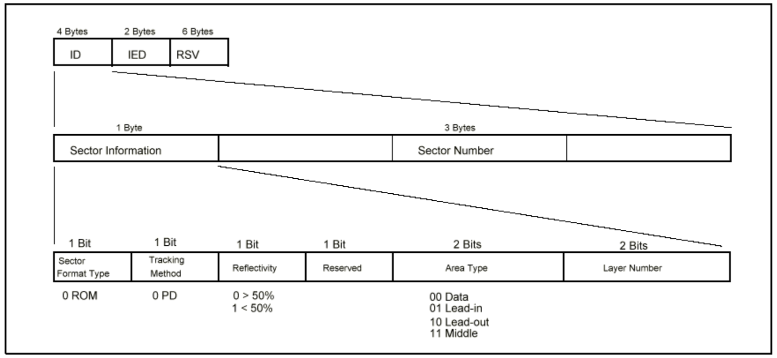


Figure 11 - Header Layout

- vollständige Information für jeden einzelnen Block
- 2-bit layer number: Seite 1/2, außen/innen
- vergleiche CDROM

DVD: Datenformat (Sektorformat)

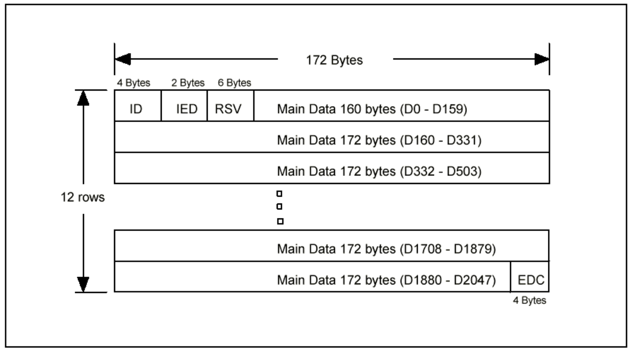


Figure 13 - Sector Layout

- eindeutige Block-ID, 4-Byte layered ECC
- vergleiche CDROM

DVD: Sektoranordnung dual-layer

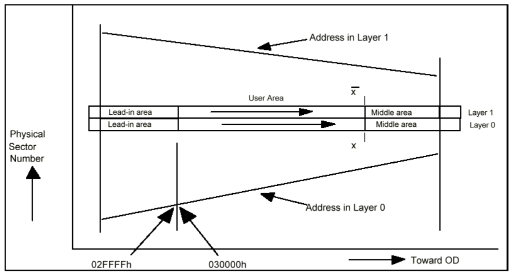


Figure 10 - Opposite Track Path Description

Layer-Umschaltung durch Fokussierung (schnell)

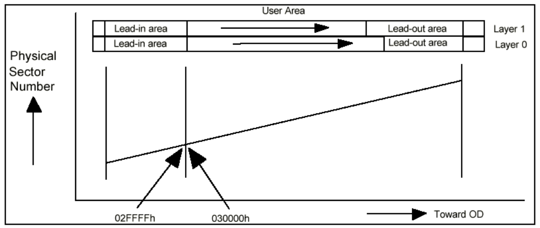
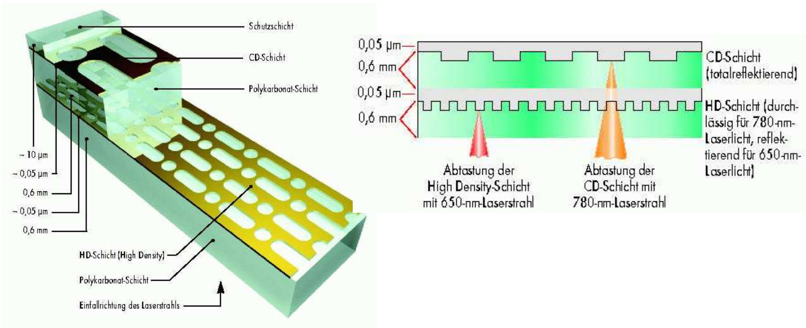


Figure 9 - Parallel Track Path Description

Layer-Umschaltung erfordert Kopf-neupositionierung

DVD: Super Audio CD



- Kompatibilität mit Audio-CDs
- zweite (DVD)-Schicht mit Stereo "bitstream", 2.8 Mb/s
- vgl. DVD-Audio

[ct 21/98 242]

DVD-Audio

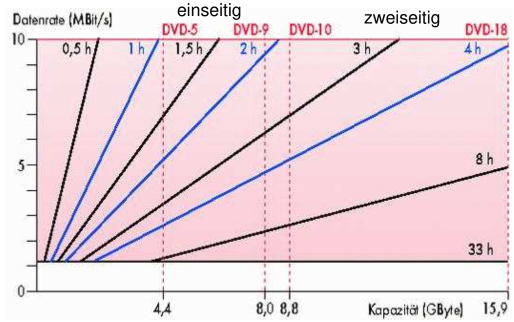
- Spezifikation für DVD-Audio seit Q1/1999
- nutzt die DVD-5 (4.7 GB)

diverse Audioformate werden unterstützt:

- Abtastraten 44.1 / 48 / 88.2 / 96 KHz
- Quantisierung mit 12 / 20 / 24 bit
- mindestens 74 min. Spieldauer für alle Modi
- 16 bit, 44.1 Stereo, 7 Stunden Spieldauer
- 24 bit, 96 KHz, 2-6 Kanäle Surround
- 24 bit, 192 KHz Stereo
- Dolby Digital, DTS, MPEG-AAC, ...
- plus Standbilder und Textinformationen

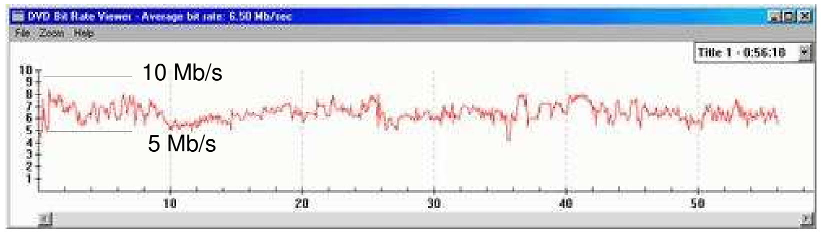
- bisher kaum erhältlich

DVD: Video, Datenrate vs. Spieldauer



- Formate: 720x576x25 PAL / 720x480x29.97 NTSC
- 2 Stunden Spieldauer gewünscht, bei 5 GB — 5.5 Mb/s
- typische Datenrate für MPEG-2 mit AC3-Audio — 1.5 .. 9.8 Mb/s
- Digitales Fernsehen: DF1 sendet MPEG-2 mit — 6.8 Mb/s

DVD: Datenrate MPEG-2



[ct 20/99, Sesamestreet, Region 0]

- typische Datenrate der Video-DVD ist 5 .. 10 Mb/s
- andere Datenformate (MPEG-4) bisher nicht verwendet

- siehe MPEG Standards

DVD: Region Codes

DVD-Video spezifiziert Region-Codes

- zeitversetzte Veröffentlichungen zwischen USA / EU / Japan
- Sicherung des Kino-Marktes
- Region 0 ist universell nutzbar
- Code in Laufwerks-Firmware, typisch höchstens 5x wechselbar

DVD: CSS

- direkte Kopie einer DVD-Video
- Daten großteils unlesbar

- nicht alle DVDs sind verschlüsselt

"Content Scrambling System":

- Schutz vor digitalen (=perfekten) Raubkopien
- verschlüsselte Übertragung zwischen Laufwerk und Decoder (HW/SW)
- komplexes Challenge-Response-Protokoll zur Authentifizierung
- Codes im Lead-In der DVD gespeichert, dort nicht zugreifbar
- Verfahren nicht publiziert, nur für Hersteller zugänglich

DVD: DeCSS

mittlerweile ist CSS gecrackt:

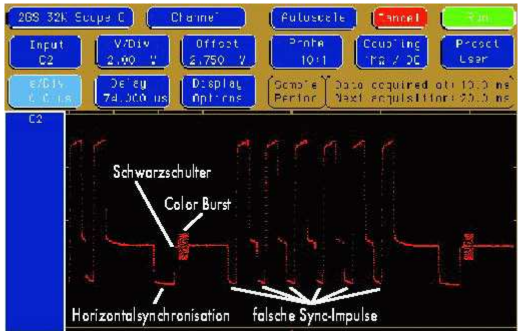
- diverse Angriffspunkte in den Windows Treiberschichten
- Screenshots -> AVI
- Software-Player cracken
- algorithmische Angriffe möglich wegen 40-bit Schlüssel

DeCSS:

- Windows-GUI
- dekodiert DVD-Daten auf die Festplatte
- verwendet Player-Key aus Xing Software-Player
- Verbreitung via Internet / Abmahnungen durch DVD-Anwälte

=> ermöglicht DVD-Player für Linux
=> rechtliche Situation unklar

DVD: Macrovision

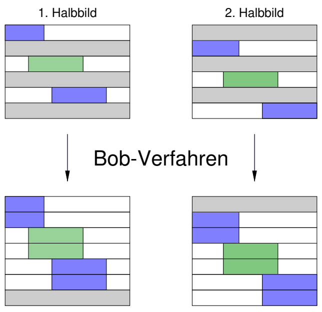


Schutz gegen analoge DVD-Kopien auf Videorekorder:

- zusätzliche Synchronimpulse
- AGC: wechselnde Schwarzschulter-Werte
- im unsichtbaren Bereich: Fernseher ignoriert das Signal

[ct 20/99 134]

DVD: Interlace-Probleme



De-Interlacing:

- Kino: Vollbilder (24 Bilder/s)
- Fernsehen: Halbbilder:

  PAL, Secam: 25 / 50
  NTSC: 30 / 60

- Monitore: Vollbilder bei hoher Wiederholrate

=> komplexe Umrechnung notwendig
=> sonst schlechte Bildqualität (Fransen, Kammeffekte)
=> Kinofilme laufen um Faktor 25/24 zu schnell . . .

DVD: Laufwerke Q4/99

Benchmark-Ergebnisse DVD-ROM-Laufwerke

	maximale Datenrate DVD-9 MByte/s besser ▶	abspielbar von Fehler-DVD Prozent besser ▶	Audio-Grabben Datenrate X-rate besser ▶	mittlere Zugriffszeit CD-Modus ms ◀ besser	mittlere Datenrate CD-R MByte/s besser ▶	mittlere Datenrate CD-RW MByte/s besser ▶
DVD-ROM, ATAPI						
Afreey DVD-DD-3206E	6,5	44	3,8	127	2,9	0,6
AOpen DVD9632	5,4	99	10	97	3,5	2,1
Creative L. Encore 6X	8,1	79	9	134	2,7	1,6
Guillemot Theater 6X	8,0	59	6	88	3,7	2,1
Hitachi GD-2500 BX	8,1	76	13	131	2,7	1,6
NEC DV-5500	6,2	83	6	85	4,1	0,9
Panasonic SR-8583	6,8	48	1	132	2,5	0,9
Philips PCDV632	8,1	44	6	93	3,7	2,1
Pioneer DVD-A03S	5,4	100	12	92	3,4	3,4
Sony DDU220E6	6,6	20	11	146	2,0	1,1
DVD-ROM, SCSI						
Pioneer DVD-U03S	5,4	34	10	94	3,5	3,2
Toshiba SD-M1201	6,5	60	6	124	3,7	2,2
DVD-RAM						
AOpen DVD-520S	2,7	94	9	117	1,7	1,7
Hitachi GF-1000	2,7	56	10	265	1,5	1,7

In **abspielbar von Fehler-DVD** steht die Menge des von der Fehler-DVD abspielbaren Materials in Prozent. Als DVD-Player diente PowerDVD 1.60 unter Windows 98. Von jedem Clip wurde die ruckelfreie Spielzeit bis zum Hängenbleiben gezählt. Stockende Passagen werteten wir nur mit der Hälfte ihrer Dauer. Wenn ein ganzer Clip stark ruckelte, erzielte er nur 1 bis 5 %. Bei ein oder zwei kleinen Aussetzern in einem Clip wurde dieser mit 98 bis 99 % gewertet. Das Ergebnis ist der Mittelwert der Clips von 2 bis 8.

Die in der Spalte **Audio-Grabben** angegebenen maximalen Datenraten gelten grundsätzlich nur für fehlerlos gelesene Tracks. Im Unterschied zum Lesen von CD-ROM arbeiten die Laufwerke beim Grabben weitgehend mit konstanter Datenrate (CLV = Constant Linear Velocity). Zum Audio-Grabben dienten die beiden Programme WinDAC32 in der Version 1.48 (www.windac.de) sowie als Gegencheck CD Speed 99 Version 0.41 Beta (http://come.to/cdspeed).

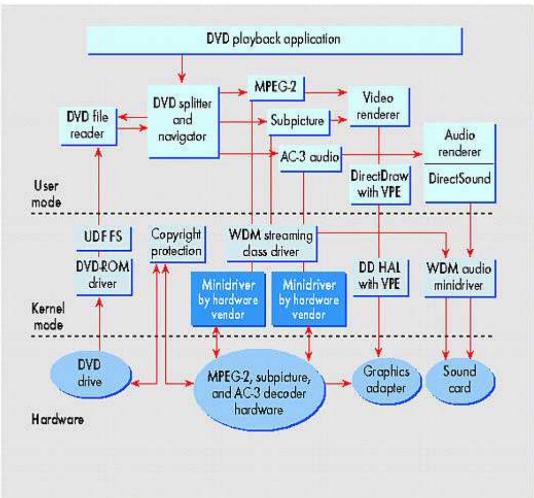
Die **mittlere Datenrate** vereint die Messungen von fünf CD-Recordables mit unterschiedlichen Farb- und Reflexionsschichten (Cyan/Gold, Cyan/Silber usw.) zu einem Durchschnittswert.

Zum Benchmark und zum Abspielen der DVD-Videos mit Softwaredecodern stand ein Asus P2B mit Pentium-II-333 bei 66 MHz Bustakt unter Windows 98 zur Verfügung. Die DVD-Laufwerke waren am sekundären EIDE-Kanal als Master beziehungsweise an einem Wide-Ultra-SCSI-Adapter SYM8951U von Symbios Logic angeschlossen. Zur Anzeige diente eine Diamond Viper V550 mit 16 MByte SDRAM. Die Geschwindigkeitsmessungen wurden mit einer speziellen, nicht öffentlichen Version von H2Bench unter Windows 98 durchgeführt.

- DVD 6x, Tendenz steigend

[ct 20/99]

DVD: Windows-Treiber ...



DVD: DVD-R

DVD-Recordable:

- voll kompatibel mit DVD-Video, DVD-Audio, DVD-ROM
- kann auf jedem DVD-Player abgespielt werden
- Recorder sind noch extrem teuer

	Ver 1.0	Ver 1.9 / 2.0
Seiten	1 / 2	1 / 2
Kapazität	3.95 GB	4.7 GB
verfügbar	1997	1999
Pit µm	0.44 x 0.80	0.40 x 0.74
Verfahren	Farbstoffe wie CDR, 635 nm Laser	

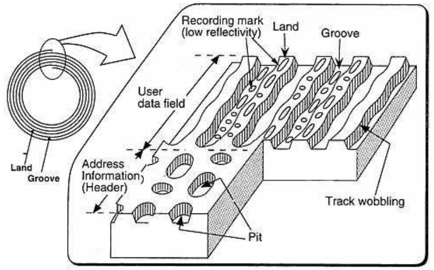
DVD: DVD-RAM

wiederbeschreibbare DVDs:

- mehrere, untereinander inkompatible Verfahren
- nicht mit DVD-R kompatibel
- Phase-Change-Technik wie CD-RW
- zoned CLV, wobbled pre-groove, usw.

	Ver 1.0	Ver 1.9 / 2.0
Seiten	1 / 2	1 / 2
Kapazität	2.6 GB	4.7 GB
verfügbar	1997	1999
Pit µm	0.41 x 0.74	0.28 x 0.615
Verfahren	phase change wie CD-RW	

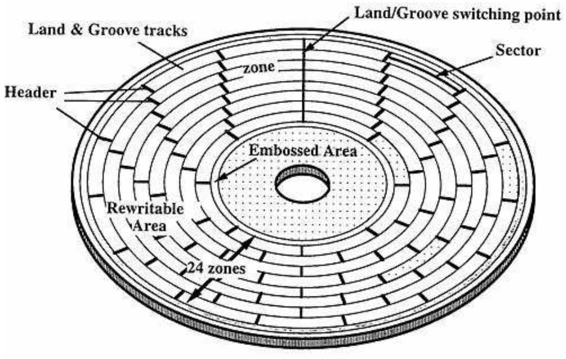
DVD: DVD-RAM Pregroove

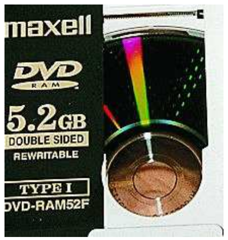


CD/DVD-Rohlinge enthalten eine Roh-Spur:

- Roh-Spur für Spurführung des Schreib/Lese-Kopfes
- Track-Wobbling für Drehzahlregelung
- regelmässig Header-Sektoren
- DVD-RAM: Daten abwechselnd in Lands und Grooves

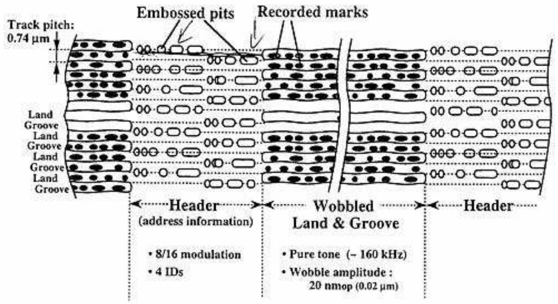
DVD: DVD-RAM Sektoren





- Disk ist in 24 Zonen eingeteilt
- innerhalb einer Zone konstante Umdrehungsgeschwindigkeit

DVD: DVD-RAM Datenaufzeichnung



- Rohlinge enthalten fertige Header-Zonen
- DVD-RAM Typ, Kapazität, Schreibgeschwindigkeit, usw.
- Aufzeichnung nur in die Datenbereiche
- UDF: max 1 Partition a 2.3 GB / Seite
- FAT 16: mehrere Partitionen a 2 GB / Seite