

CD, DVD: Agenda

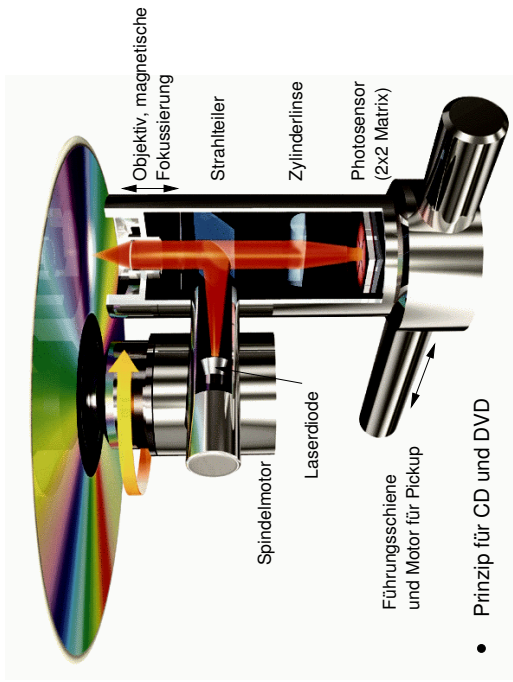
- Grundlagen der CD-Technik
- CD-ROM
- CD-R, CD-RW
- DVD und Video
- DVD-R, DVD-RAM
- ISO-9660 Dateisystem
- UDF / Packet-Writing



CD/DVD: Literatur

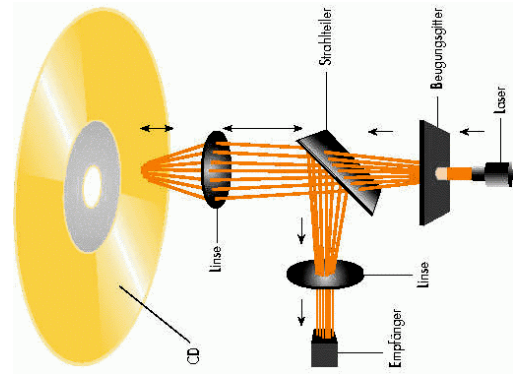
- www.discronics.co.uk/
- www.fadden.com/cdrfaq
- www.dvddemystified.com/dvdfaq.html
- www.ping.be/~pin11466/formtx.html
- www.unik.no/~robert/hifi/cdv/
- www.phoenix.com/techs/specs.html
- diverse c't Artikel:
- 02/93 178ff CD "color books" und Dateiformate
- DVD: 23/99 S.100ff
- diverse Standards, 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: Aufbau eines Players



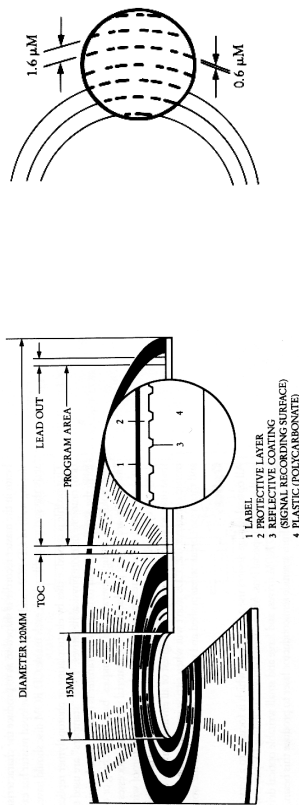
- Prinzip für CD und DVD

CD: Multibeam-Technik



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

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: Reflexion

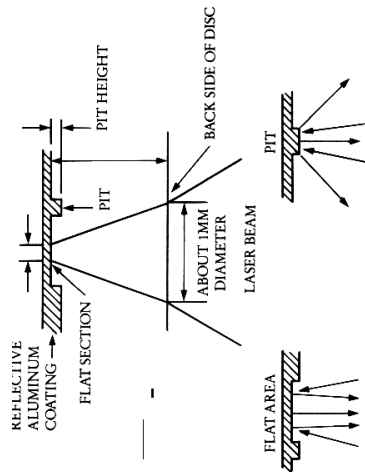
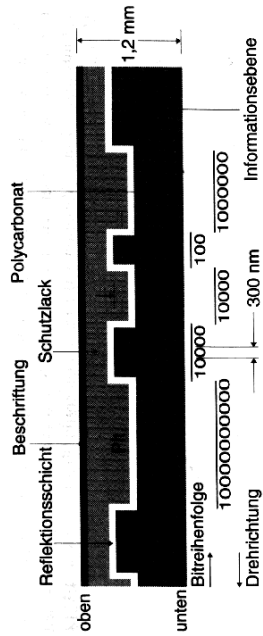


Figure 4. Relation between pits and photodetector output.

- Lands reflektieren das Laserlicht
- Pits streuen das Laserlicht

[CD-ROM - The new Papyrus]

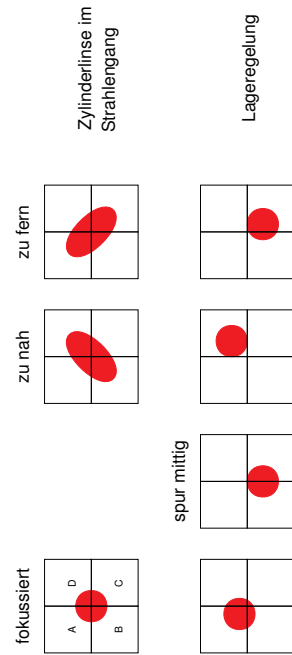
CD: Schichtaufbau



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

Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

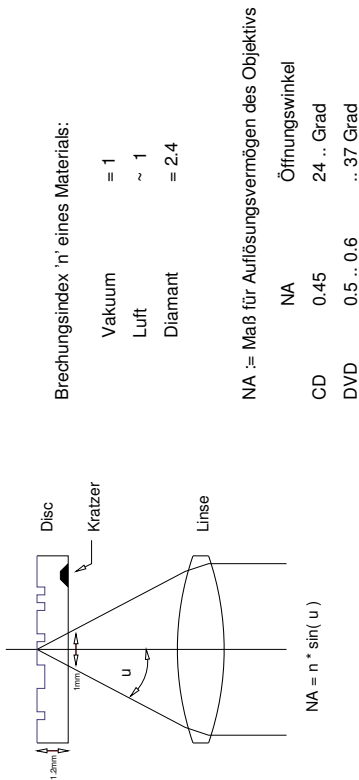
CD: Fokussierung, Spurregelung, ...



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

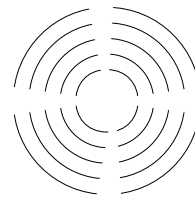
CD: numerische Apertur



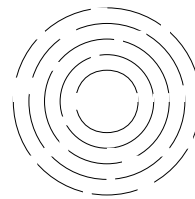
- Auflösungsvermögen wie bei Mikroskopen (!)
- asphärische Linsen notwendig
- Kratzer/Staub auf der Oberfläche stören kaum

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

CD: EFM

Eight-to-Fourteen Modulation:

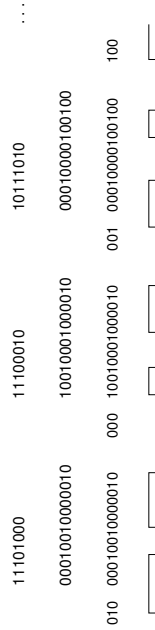
- selbsttaktende Aufzeichnung, NRZI
- minimal 2 Nullen, maximal 11 Nullen zwischen Einsen

data bits	channel bits
0000 0000	010010001000000
0000 0001	100001000000000
0000 0010	100100001000000
0000 0011	100010000100000
0000 0100	010001000000000
0000 0101	000001000100000
...	... via lookup table

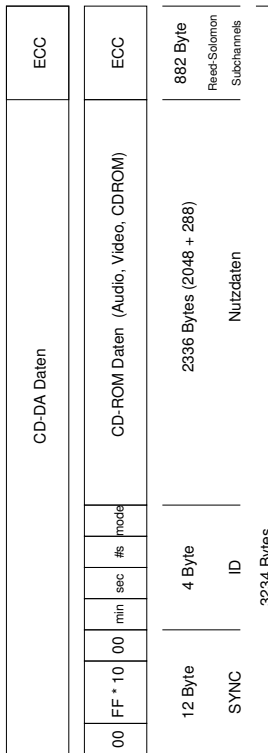
- zusätzlich 3 "Merge-Bits" zwischen zwei Codeworten einfügen
- eigentlich 8-17 Modulation
- DVD verwendet verbessertes 8-16 Verfahren

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

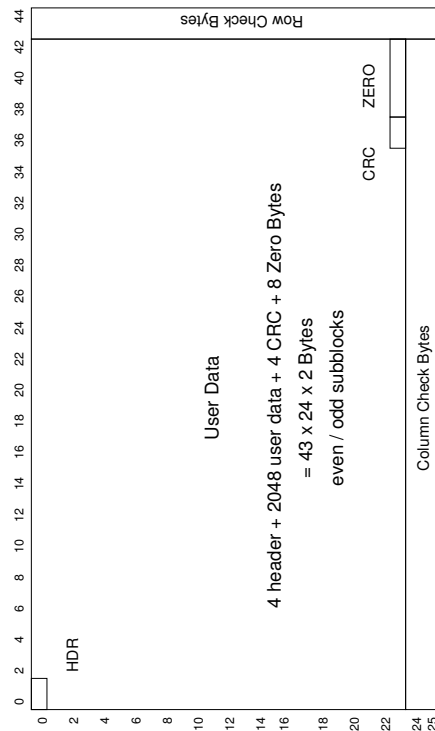


CD: Sektoren (Frames)



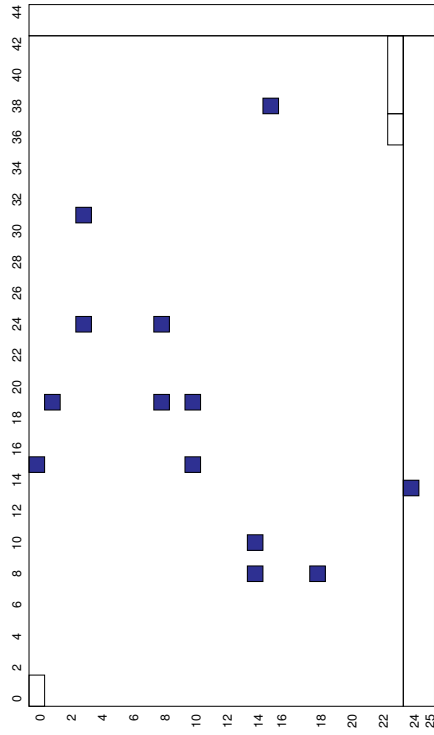
- 75 Sektoren pro Sekunde, 0 .. 74
- Numerierung per (minute, second, sector)
- 60 Minuten: 270.000 Frames (553 MB)
- 74 Minuten: 333.000 Frames (682 MB)

CD-ROM LEC Reed-Solomon Code



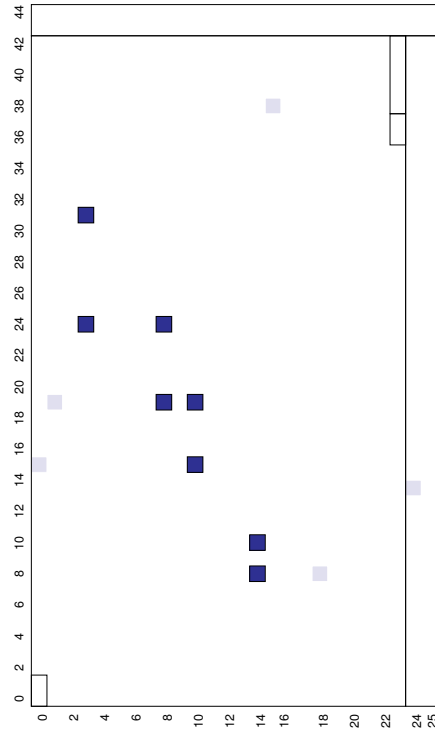
- Layered Error Correction (CD-ROM Mode 1)

CD: Reed-Solomon Code



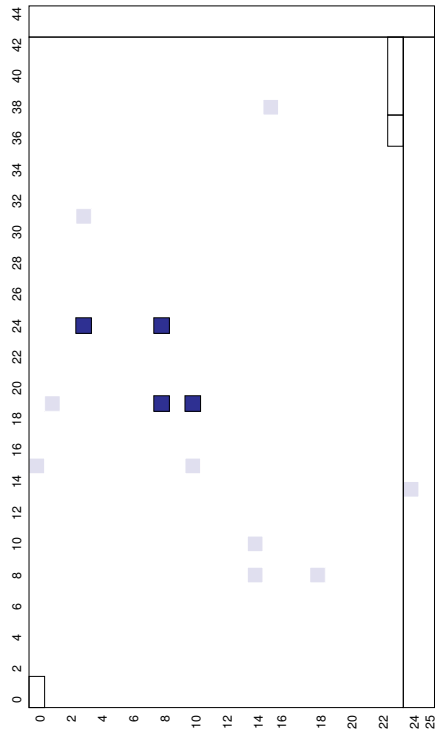
- Beispiel: Fehler vor der Korrektur

CD: Reed-Solomon Code



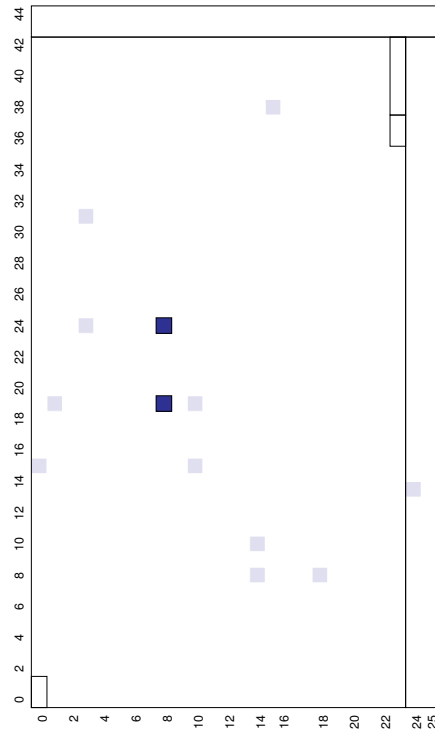
- erster Schritt: alle Einzelfehler in Zeilen korrigiert

CD: Reed-Solomon Code



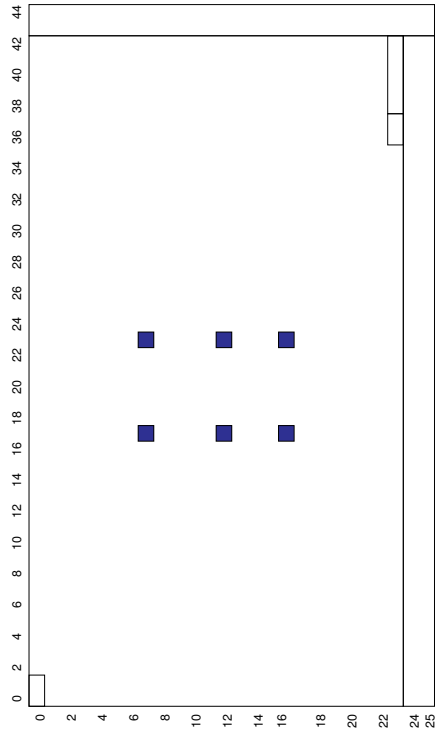
- zweiter Schritt: alle Einzelfehler in Spalten korrigiert

CD: Reed-Solomon Code



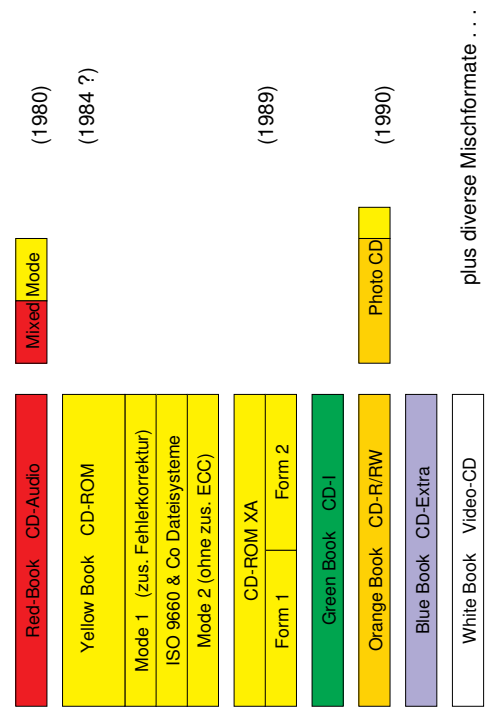
- dritter Schritt: wieder die Zeilen korrigiert, dann wieder die Spalten

CD: Reed-Solomon Code

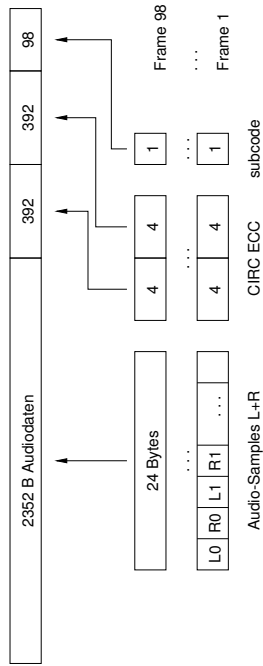


- keine Einzelfehler in Zeilen/Spalten, trotzdem korrigierbar
- Bitfehlerrate CD-ROM besser als 1E-13

CD: "colors"

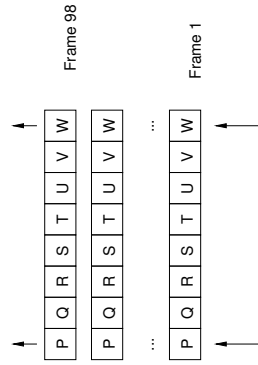


CD: Audioformat, konzeptionell



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

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: $75 * 98 \text{ bit/s} = 918 \text{ B/s}$

CD: Datenformate Daten / Audio

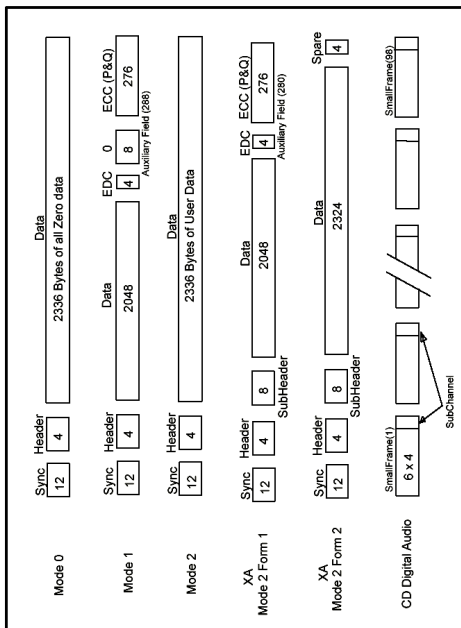
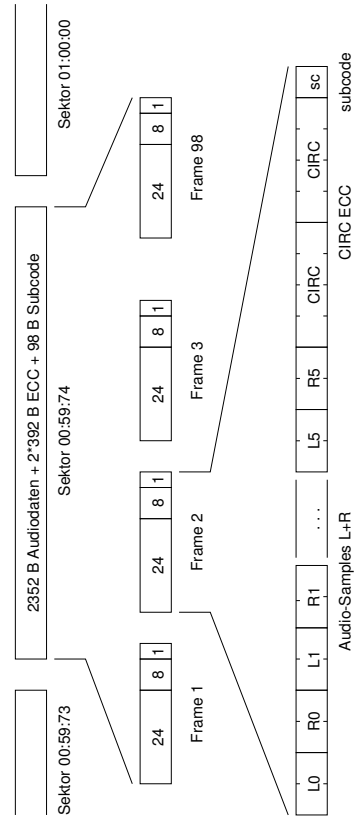


Figure 2 - CD-ROM Sector Formats

- Kapazität vs. Fehlerkorrektor

CD: Audioformat, Sektoren, Frames

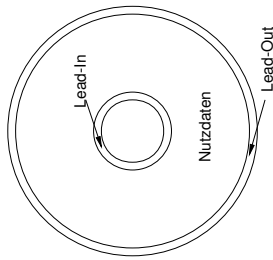


- 75 Sektoren pro Sekunde
- 98 Frames a 24 Bytes (+ECC) pro Sektor
- je 1 Byte Subcode pro Sektor

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: 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



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: Mixed Mode CD (Beispiel)

Block Description	Logical Address (Decimal)	Track Relative logical address	Absolute MS/F Address ¹	Track / Index	Track Relative MS/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
Post gap	7500	1500	01/42/00	2/2	00/20/00	Info	Data	L-EC
Pause-silence	9000	3000	02/02/00	2/3	00/40/00	Pause	Data	Null
3rd track audio	9150	-150 ⁶	02/04/00	3/0	00/02/00 ⁷	Pause	Audio	---
	9300 ⁸	0	02/04/00 ⁸	3/1	00/00/00	Info	Audio	---
	1400	2250	02/34/00	3/2	00/03/00	Info	Audio	---
4th track audio	2197 ⁸	0	04/53/00 ⁶	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 _n ¹³	00/00/00	Pause	Audio	---

CD: LBA/MSF Umrechnung

Table 207- LBA to MSF translation

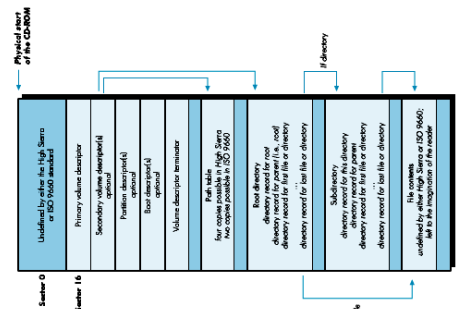
Condition	Formulae
$-150 \leq LBA \leq 404849$	$M = IP\left(\frac{LBA + 150}{60 \cdot 75}\right)$ $S = IP\left(\frac{LBA + 150 - M \cdot 60 \cdot 75}{75}\right)$ $F = IP(LBA + 150 - M \cdot 60 \cdot 75 - S \cdot 75)$
$-45150 \leq LBA \leq -151$	$M = IP\left(\frac{LBA + 450150}{60 \cdot 75}\right)$ $S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

- logische Blockadresse vs. Minute/Sekunde/Frame

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: 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/chafee/joliet.html

CD-ROM: Rock-Ridge und andere

Rock-Ridge:

- Erweiterung von ISO-9660 für Unix-Systeme
- erlaubt lange Dateinamen
- Unix-style Datei-Attribute (owner, permissions)
- symbolische Links
- abwärtskompatibel (ISO-9660 Systeme sehen die 8+3 Daten)
- ftp.yimi.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

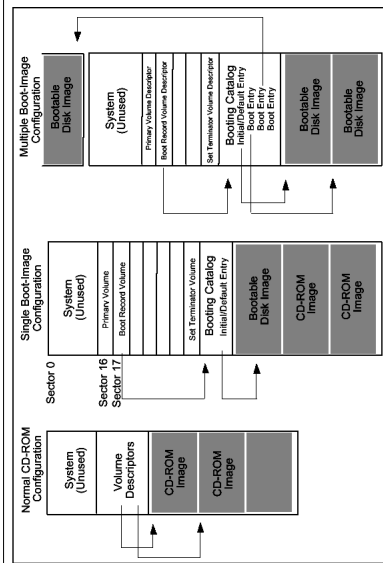
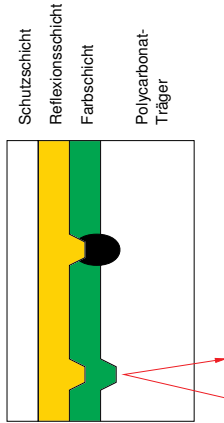


Figure 1. Three types of CD-ROM configuration:

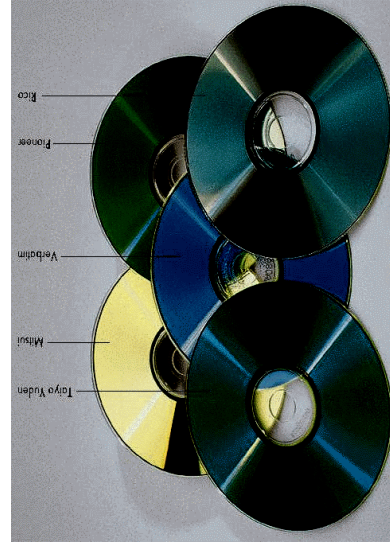
1. The Normal CD-ROM configuration is not bootable, uses Root Directory and CD-ROM drivers to access CD-ROM images.
2. A BIOS with Single Boot-Image capability accesses the Initial/Default Entry to access a single bootable disk image. After loading the operating system, the system can revert to standard 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 using 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)

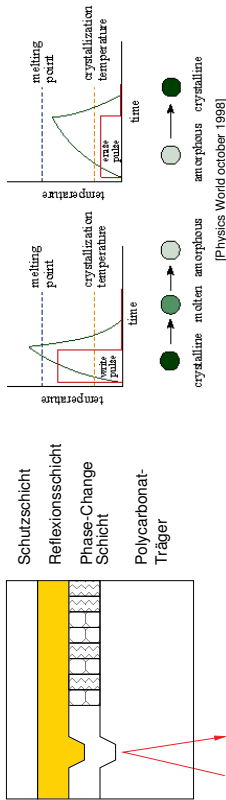
CD-R: Rohlinge, Farbstoffe



Legend: Grün (Green), Gelb (Yellow), Blau (Blue), Metallkomplex/Azo-Farbstoff (Metal complex/Azo dye).

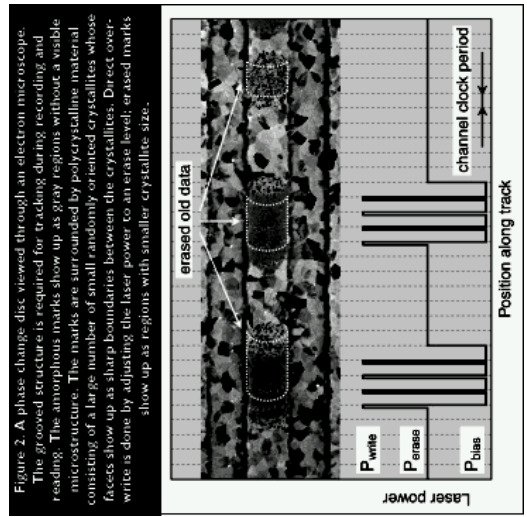
- diverse Farbstoffe, aber Haltbarkeit, Schreibigenschaften ähnlich

CD-RW: Prinzip



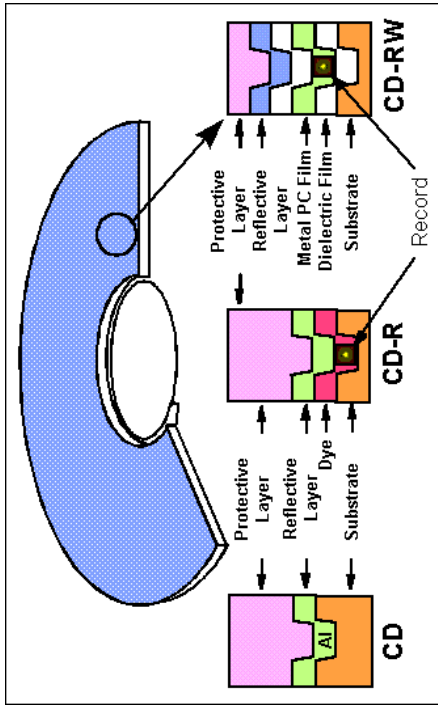
- Phase-Change Verfahren für wiederbeschreibbare CDs
- Material mit kristalliner / amorpher Struktur
- deutlich kleinere Reflexionsänderung als bei CD/CDR
- Umschalten durch schwache/starke Laserimpulse
- schnelle Abkühlung: amorph, langsame Abkühlung: kristallin
- bis zu 100.000 Mal wiederbeschreibbar (theoretisch)

CD-RW: amorph / polykristallin



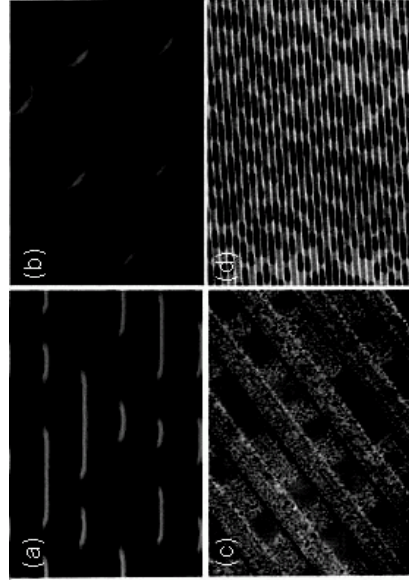
[ICAM 43-11]

CD-RW: Aufbau CD / CDR / CDRW



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

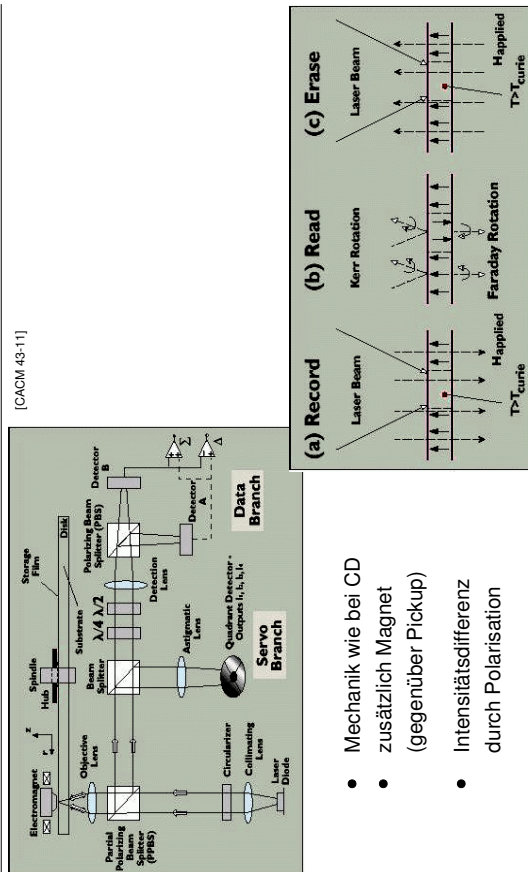
Pits: CD, CD-R, CD-RW, MO



- 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)



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

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

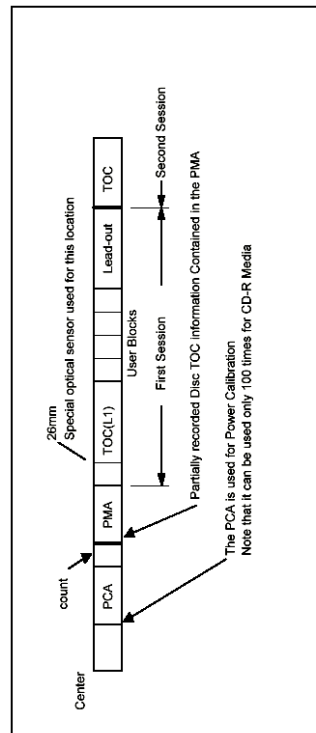


Figure 3 - CD-R/RW Disc Layout

- 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)

CD: Audio Grabbing via SCSI3 MMC

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

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

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.

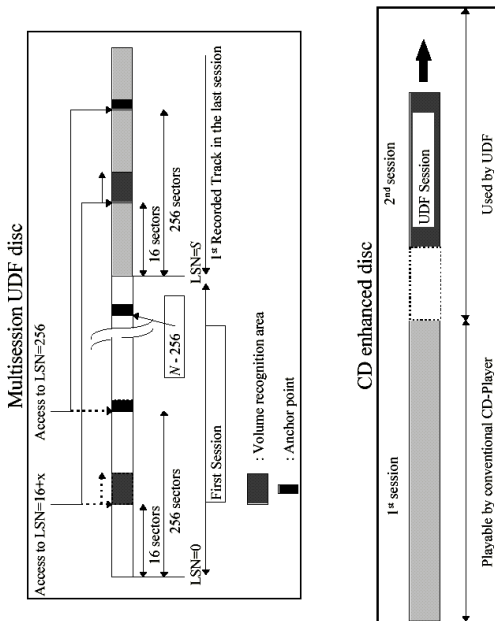
UDF: Dateisystem

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

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: Konzept und Anforderungen

Anforderungen für DVD-Video:

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

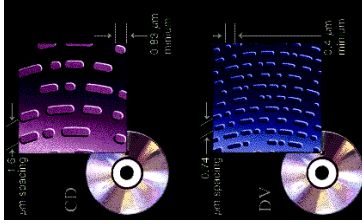
MPEG-2, AC3:
=> ca. 6 Mb/s
=> 4-5 GB / Seite

DVD: Verbesserungen

höhere Kapazität der DVD gegenüber der CD:

- kleinere Pits, kleinerer Spurbestand
- 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: Vergleich mit CD und DVR

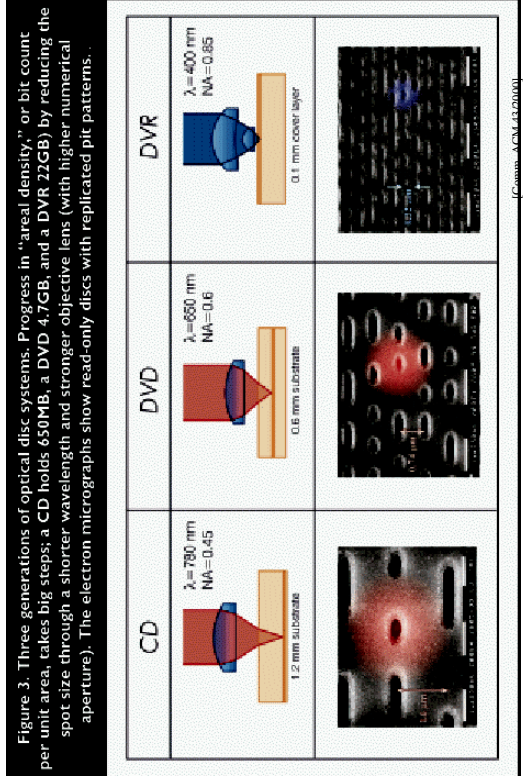
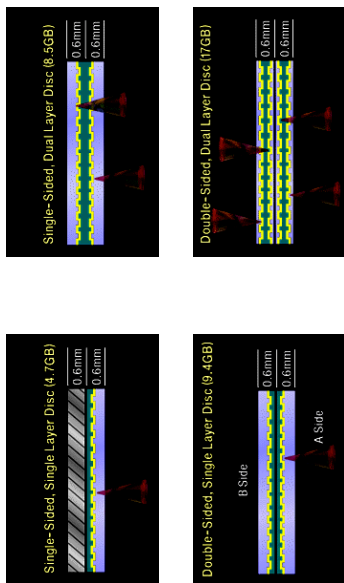


Figure 3. Three generations of optical disc systems. Progress in "areal density," or bit count per unit area, takes big steps; a CD holds 650MB, a DVD 4.7GB, and a DVR 22GB) by reducing the spot size through a shorter wavelength and stronger objective lens (with higher numerical aperture). The electron micrographs show read-only discs with replicated pit patterns.

DVD: 4 Formate



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

DVD: Datenformat (Header)

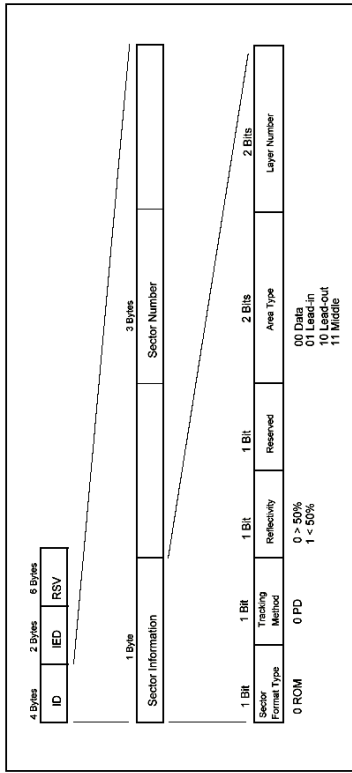


Figure 11 - Header Layout

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

DVD: Datenformat (Sektorformat)

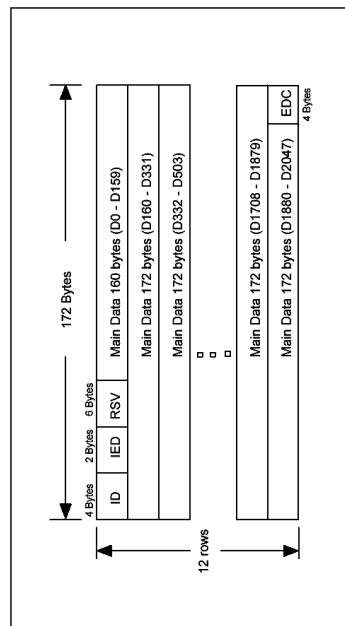
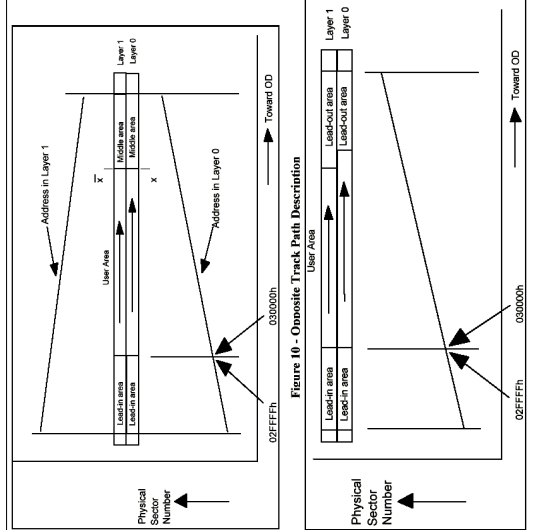


Figure 13 - Sector Layout

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

DVD: Sektoranordnung dual-layer

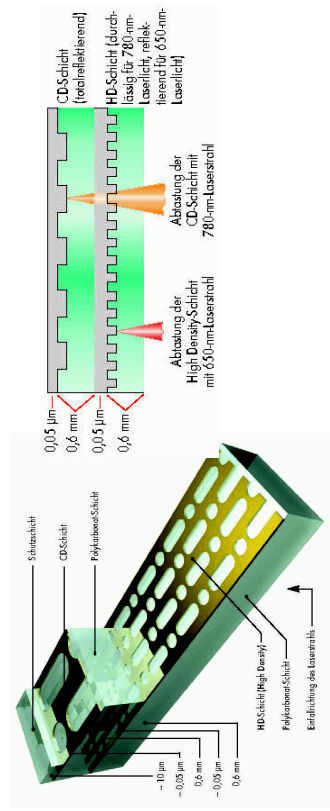


Layer-Umschaltung durch Fokussierung (schnell)

Layer-Umschaltung erfordert Kopfneupositionierung

Figure 9 - Parallel Track Path Description

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]

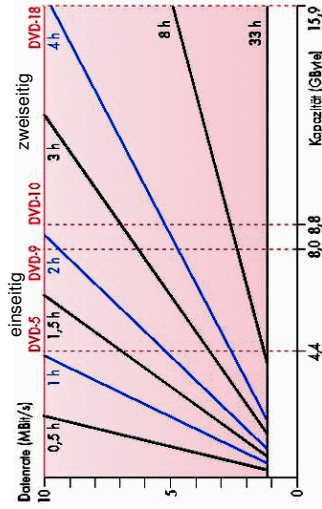
DVD-Audio

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

diverse Audioformate werden unterstützt:

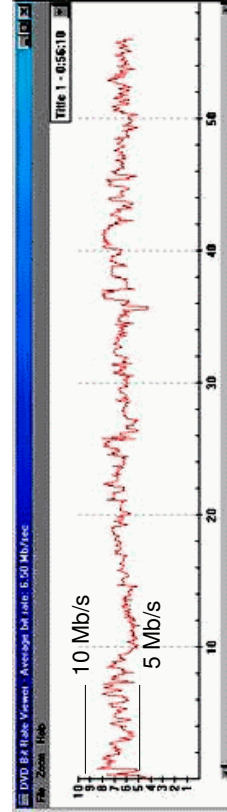
- Abstraten 44.1 / 48 / 88.2 / 96 KHz
- Quantisierung mit 12 / 20 / 24 bit
- mindestens 74 min. Spieldauer für alle Modi
- 16 bit, 44.1 Stereo, 7 Stunden Spieldauer
- 24 bit, 96 KHz, 2-6 Kanäle Surround
- 24 bit, 192 KHz Stereo
- Dolby Digital, DTS, MPEG-AAC, ...
- plus Standbilder und Textinformationen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

DVD: Video, Datenrate vs. Spieldauer



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

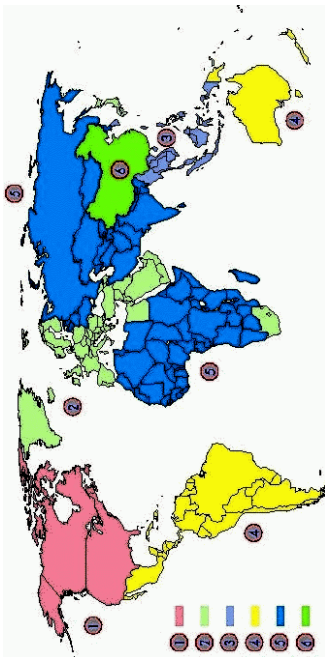
DVD: Datenrate MPEG-2



[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

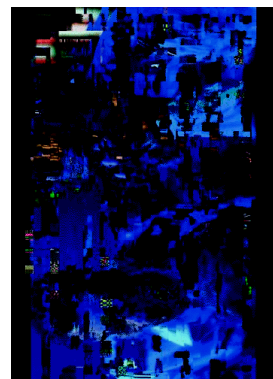
DVD: Region Codes



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 größtenteils 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

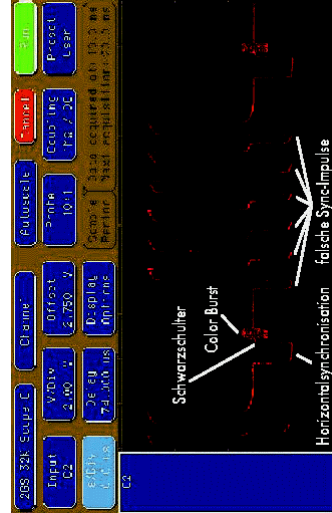
mittlerweile ist CSS gecrackt:

- 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

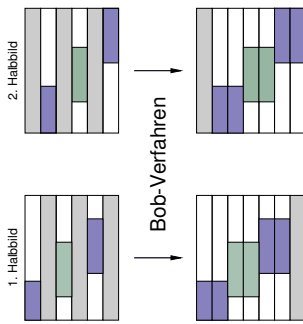
DVD: Macrovision



Schutz gegen analoge DVD-Kopien auf Videorekorder:

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

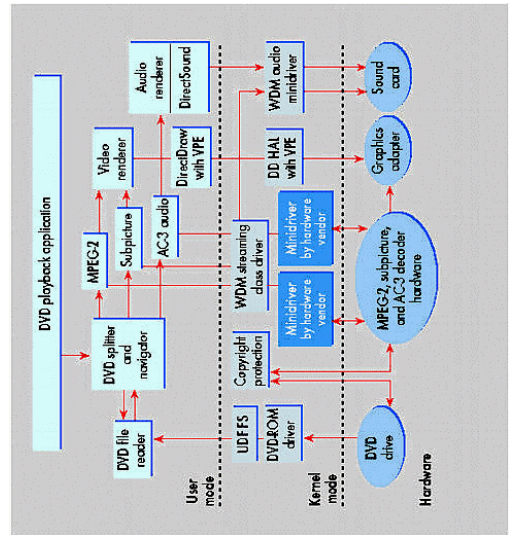
DVD: Interlace-Probleme



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, Kammefekte) => Kinofilme laufen um Faktor 25/24 zu schnell ...

DVD: Windows-Treiber ...



DVD: Laufwerke Q4/99

Benchmark-Ergebnisse DVD-ROM-Laufwerke

Modell	maximale Datenrate DVD9 (MB/s)	abgelesene Datenrate DVD9 (KB/s)	Auslesegeschwindigkeit (x)	minimale Zugriffszeit (ms)	minimale Datenrate CD-R (KB/s)	minimale Datenrate CD-RW (KB/s)
Altery DVD-D3270E	6.5	4.4	8.8	127	2.9	0.6
ACOpen DVD9532	6.4	5.9	10	97	3.5	2.1
Creative L-Tracer DV	8.1	7.9	9	134	2.7	1.6
Stylized Theate DV	8.0	3.9	6	98	3.7	2.1
Hitachi GD-2502 BK	8.1	7.6	13	111	3.7	1.6
NEC DV-5200 BK	7.8	7.6	6	98	2.5	0.9
Transcend DV-5000	8.8	4.8	11	67	2.5	0.9
Hitachi DV-5000	8.1	4.4	6	132	3.4	2.1
Force DVD4235	8.4	100	12	92	3.4	2.1
Sony DVD-2010	6.6	80	11	146	3.0	1.1
BUDRAM-2010	8.4	54	10	94	3.5	3.2
Force DVD-D335	8.4	60	6	124	1.7	2.2
Teac DV-101	6.5	84	9	117	2.65	1.5
ACOpen DVD5205	2.7	8.6	10	100	1.7	1.7
Hitachi GH 1000	2.7	8.6	10	100	1.5	1.7

in erweiterter Version DVD 4x4. Alle die Messungen von der fertigen DVD abgelesenen Werte sind in Prozent. AM DVD-Format (nicht DVD-1.0) unter Windows 98. Von jedem Clip wurde die schnellste Spindel bis zum Herabspinnen genutzt. Störende Faktoren wie z.B. die Halbleiter-Dauer, wenn ein spezieller Clip für die Messung genutzt wird, sind ebenfalls angegeben. Die Ergebnisse sind für den Vergleich mit anderen Laufwerken geeignet. Die Ergebnisse sind für die Modelle der Liste von 2 bis 8.

Die in der Spalte **Audio-Dateien** angegebenen maximalen Datenraten gelten grundsätzlich nur für die relevanteste Rate. In Übereinstimmung mit dem von DVD-ROM an der Laufwerksanforderung beim Datenvergleich mit anderen Laufwerken (z.B. CD-ROM, FireWire) zum Vergleich sind die Daten in Prozent.

Die **minimale Zugriffszeit** (ms) ist die Zeit, die ein Laufwerk benötigt, um die Daten von der DVD-ROM zu lesen. Die Zugriffszeit ist abhängig von der Position des Lesekopfes auf der DVD-ROM. Die Zugriffszeit ist in der Spalte **minimale Zugriffszeit** angegeben.

Die **minimale Datenrate** (KB/s) ist die Rate, die ein Laufwerk bei der Datenübertragung von der DVD-ROM zu den Daten auf der DVD-ROM erreicht. Die Datenrate ist abhängig von der Position des Lesekopfes auf der DVD-ROM. Die Datenrate ist in der Spalte **minimale Datenrate** angegeben.

Zum Vergleich sind zum Ablesen der DVD-Dateien von Subkoden sind ein ATR 228 mit Partition 333 bei 65 MHz Buszeit unter Windows 98 zur Verfügung. Die DVD-Laufwerke waren am sekundären IDE-Kanal bei Master-Controller-Modus an einem Win98-System (Intel Pentium III, 333 MHz, 64 MB RAM, 5.25 Zoll Diskette) angeschlossen. Zur Abgabe der Daten wurde ein 15-MHz-Soundkarte (Creative Sound Blaster Live) angeschlossen. Die Ergebnisse sind für die Modelle der Liste von 2 bis 8.

- DVD 6x, Tendenz steigend

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	

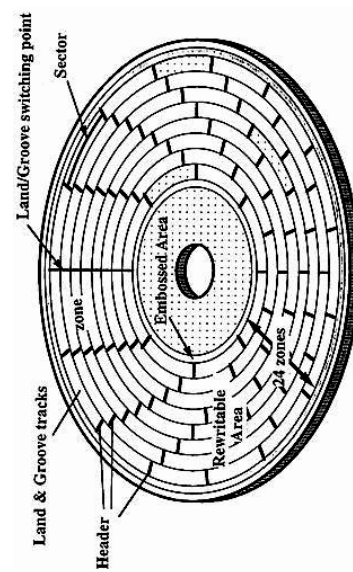
DVD: DVD-RAM

wiederbeschreibbare DVDs:

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

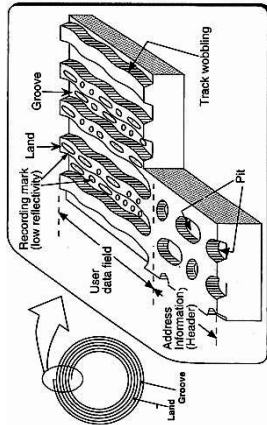
	Ver 1.0	Ver 1.9 / 2.0
Seiten	1 / 2	1 / 2
Kapazität verfügbar	2.6 GB	4.7 GB
Pit µm	0.41 x 0.74	0.28 x 0.615
Verfahren	phase change wie CD-RW	

DVD: DVD-RAM Sektoren



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

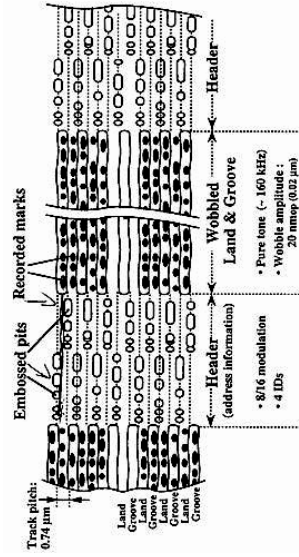
DVD: DVD-RAM Pregroove



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 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