

**Hausarbeit Medientechnik:
CD-Rom
Brennen/Lesen**

von Bernd Mansberg

Flensburg, den 17.06.05

Inhaltsverzeichnis:	Seite
1.0 - Geschichte/Historie	3
2.0 - CD-Standards	4
3.0 - CD-Formate	7
4.0 - Physikalischer Aufbau	10
4.1 -- Bereiche einer CD	10
4.2 -- Pits & Lands	12
4.3 -- Materialien	13
5.0 - Lesetechnik	15
5.1 -- Abtasttechnik	15
5.2 -- Laufwerke und Fehlerkorrektur	17
6.0 - Datenspeicherung	19
7.0 - Schreibtechniken und deren Möglichkeiten	21
8.0 - Dateisysteme	22
9.0 - Sonstiges	23
9.1 -- Kopierschutz	23
9.2 -- Pflege und Umgang	23
10.0 - Literaturnachweis / Quellen	24

1.0- Geschichte/Historie der CD-Rom

CD-ROM ist die Abkürzung für Compact Disc (Read-Only Memory). Sie hat ihren Ursprung in der elektronischen Datenverarbeitung. Die Idee zur CD entstand 1969 durch den holländischen Physiker Klaas Compaan. Ende der sechziger Jahre entwickelte die Firma Philips die so genannten Basis-Technologien, um mit Hilfe eines eng gebündelten Laserstrahls digital abgespeicherte Daten auszulesen. Die eigentliche CD-Technologie, wie man sie heute kennt, entstand im November 1974 im Forschungslabor des niederländischen Elektronik Konzerns Philips. Das Ziel war es, Audio-Signale nicht mehr abzutasten, sondern digital und optisch lesbar auf einem Medium zu speichern, um so dauerhaft eine verlustfreie Wiedergabe zu gewährleisten. Um sich gegenüber konkurrierenden Konzepten aus den USA und Japan behaupten zu können, hielt Philips Ausschau nach einem internationalen Geschäftspartner. Mit Sony fand sich ein Unternehmen, das unter anderem mit der "so genannten 16-Bit-Technologie" (Originalton: Philips-Presstext) wertvolle Innovationen in das Compact Disc-Projekt mit einbrachte. Im Jahre 1979 vereinbarte Philips mit dem japanischen Konkurrenten Sony, das Projekt gemeinsam umzusetzen und einen einheitlichen Weltstandard für die CD auf dem Weltmarkt einzuführen. 1980 wurde der "RED BOOK" -Standard von Philips und Sony entwickelt. Es wurde in diesem Standard die maximale Spielzeit der Audio-CD auf 74 Minuten festgelegt. "Die zunächst von Philips angestrebte Spieldauer von 60 Minuten wurde auf Bitten von Norio Ohga, Vizepräsident von Sony und Liebhaber und Kenner klassischer Musik, auf 74 Minuten verlängert und der Durchmesser dementsprechend auf 12 Zentimeter vergrößert. Sein Wunsch, die neunte Sinfonie von Ludwig van Beethoven in voller Länge auf nur einen Tonträger zu pressen, konnte damit erfüllt werden." [Zitat: ris.f4.fhtw-berlin.de](http://ris.f4.fhtw-berlin.de) Zur Jahreswende 1982/83 brachten die beiden Konzerne zeitgleich die ersten CD-Player in die Geschäfte. Philips und Sony fanden in kürzester Zeit prominente Fürsprecher für das neue System. Herbert von Karajan war äußerst angetan von dem Qualitätsunterschied der CD gegenüber bisher gängigen Tonträgern, so dass er sich entschloss, sich anlässlich der Salzburger Festspiele für das CD-System einzusetzen. Am 15.04.1981 wurde der internationalen Presse das CD-System von Karajan vorgestellt. Im August des Jahres 1982 wurde die erste CD-Fabrik in Hannover eröffnet. Im darauf folgenden Herbst erschienen die ersten CDs im freien Handel. 1983 wurde die CD schließlich in den USA auf den Markt gebracht. Von 1986 bis 1993 wurden die Standards "GREEN BOOK" für CD-I(interactive)/Multimedia-CD, CD-R(ecordable), "ORANGE BOOK" - Standard für Single-Session-CD-ROM und Multi-Session-CD-ROM und "WHITE BOOK" für Video-CDs entwickelt. 1995 wurde die CD-RW (Rewritable, dt.: wiederbeschreibbar) und der "BLUE BOOK"-Standard für Mixed-Mode-CD eingeführt. Rund zwanzig Jahre später stellt die Compact Disc das weltweit am weitesten verbreitete Speichermedium für Daten und Musik dar. Es werden rund 30 Milliarden Euro weltweit jährlich für Tonträger ausgegeben, wobei die CD mit einem Absatzanteil von 72 Prozent die herausstehende Rolle spielt. Die CD ist das Medium, dass den Übergang von analog zu digital eingeläutet und damit die vielfältigen Nutzen der Digitaltechnik (z.B. Speichervolumen, Qualität, Handhabung und Lebensdauer) demonstriert hat. Sie ist auch heute noch ein wichtiges Medium der Unterhaltungselektronik. Das Medium CD hat die Weichen für die Digital Versatile Disc gestellt und ist heute noch die erfolgreichste Produkteinführung in der Unterhaltungselektronik.

2.0 - CD-Standards

Die CD-Standards werden als Rainbow Books (zu dt.: farbige Bücher) bezeichnet. Dies spiegelt eine Bücherterminologie wieder, die verwendet wurde, um die verschiedenen Standards der CD zu unterscheiden. Jedem Standard wurde entsprechend der Umschlagfarbe des Buches, eine Farbe zugewiesen.



Das RED BOOK (1980)

Audio-CDs basieren auf dem ANSI-Standard (US-amerikanisches Institut für Normung), der im Red Book festgehalten ist. 1980 wurde dieser Standard von Sony und Philips vereinbart. Er bestimmt die Organisation von Daten auf der Audio-CD (physikalische Struktur, Kodierung, Fehlerkorrektur, Sektoren) die keine Datentracks oder Kopierschutzmechanismen verwenden. Red-Book-konforme CDs beinhalten eine sehr geringe Übertragungsrate von 150 kByte/s. Durch diese geringe Anforderung und der daraus resultierenden geringen Umdrehungszahl war die Produktion einer so genannten Shape-CD möglich geworden. Shape-CDs besitzen vom Kreis abweichende Konturen, die sich allerdings in Bezug auf entstehende Unwuchten negativ ausgewirkt haben. Diese Unwuchten können bei höheren Geschwindigkeiten dazu führen, dass das Laufwerk beschädigt wird. Deswegen sind diese Arten von CDs heute gänzlich vom Markt genommen worden.



Das YELLOW BOOK (1982)

1982 brachten Sony und Philips das Yellow Book heraus. Dieses beinhaltet den ANSI-Standard für Daten-CDs und damit die grundsätzliche Organisation von Daten auf einer CD. Das Yellow Book stellt eine Erweiterung des Red Books dar. Da eine CD aus Sektoren besteht, wird eine Unterscheidung in zwei Sektor-Typen festgelegt:

- Mode 1: Beinhaltet die Computer-Daten (2048 Byte)
- Mode 2: Beinhaltet die Audio- und Video-/Bild-Daten (2336 Byte)

Da die Sektor-Typen nicht gemeinsam in einer einzigen Spur verwendet werden können, ist die gleichzeitige Wiedergabe von Computer-Daten und Audio-/Video-Daten nicht möglich. CD-ROMs, die auf dem Yellow-Book-Standard basieren, bestehen meistens nur aus Mode-1-Sektoren. In den Sektoren werden Adressinformationen, Fehlererkennungs- und Korrekturmechanismen gespeichert. Die CD-Rom/XA (Multimedia-CD/Mode 2) ist eine zusätzliche Erweiterung des Yellow-Book-Standards. In dieser Erweiterung wird die gleichzeitige und genau abgestimmte Wiedergabe von Audio-, Video- und Computer-Daten festgelegt, die für multimediale Anwendungen erforderlich ist. 1989 wurde von den Herstellern Philips, Microsoft und Sony die erste CD-ROM/XA-Spezifikation vereinbart, die 1991 überarbeitet in dem so genannten Extended Yellow Book herausgegeben wurde.

- Mode 2/Form 1: Beinhaltet den Sektor für Computer-Daten mit Fehlerkorrektur-Mechanismen (2048 Byte)
- Mode 2/Form 2: Beinhaltet den Sektor für Audio-/Video-Daten (2324 Byte)

Dadurch dass jeder Sektor ein so genanntes Submode-Byte besitzt, in dem die Eigenschaften des Sektors festgehalten und die Art der Informationen (Daten, Audio, Video) aufgeführt sind, können die Daten von beiden Mode-2-Sektoren zusammen in einer Spur gespeichert werden. So ist es möglich multimediale Darstellungen auszugeben.



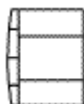
Das GREEN BOOK (1986)

Im Green Book ist der Standard der CD-I (Compact Disk Interactive) festgehalten, der von dem Hersteller Philips für interaktive Multimedia-Anwendungen entwickelt worden ist. Diese Normierung schließt Hardware (CD-I-Spieler) und das Betriebssystem ein und legt dafür Audio- und Video-Datenformate fest. Das Green Book ist die Grundlage für die Produktion interaktiver CD-ROMs. Die Veröffentlichung des Green Book-Standards stellte 1986 einen entscheidenden Schritt für die Entwicklung von PC-Spielen dar.



Das ORANGE BOOK (1990)

Im Orange Book haben die Hersteller Sony und Philips die Beschreibungstechniken für die magneto-optische Medien (MO-Medien) und CDs definiert. Die beschreibbare CD, auch CD-WORM (Write Once Read Many), CD-WO oder CD-R (Recordable) genannt, unterscheidet sich im Aufbau von einer gepressten CD. Bei der gepressten CD wird die Dateninformation durch Vertiefungen (Pits) und ebene Flächen (Lands) kodiert. Beim Auslesevorgang der CD werden Pits und Lands aufgrund von unterschiedlichen Reflexionen des Laserlichts unterschieden. Bei der CD-R findet eine Veränderung des Schreib-Laser im CD-Schreiber statt. Reflexionseigenschaften werden mit einer Schicht aus organischem Farbstoff (deshalb schimmert die CD-R auf einer Seite grün- oder bläulich) hergestellt. Für ein CD-Lesegerät (Audio-CD-Spieler oder CD-Laufwerk) verhält sich die CD-R optisch genauso wie eine industriell hergestellte CD. Der Standard des Orange Book beinhaltet außerdem das Schreiben von mehreren Sitzungen (Write-Once-Sessions, WO-Sessions). Somit wird es ermöglicht Single- und Multi-Session-CDs zu erstellen. Jede Sitzung hat eine Einleitung (Lead-in), welche das Inhaltsverzeichnis (Table of Contents, TOC) enthält, einen Datenbereich und einen Abspann (Lead-out), der das physikalische Ende einer Sitzung bildet und keine Daten enthält. Die letzte Einleitung beinhaltet das gesamte Inhaltsverzeichnis der CD.



Das WHITE BOOK (1993)

Das White Book beinhaltet den Standard für die Erstellung von Video-CDs. Dieser wurde 1993 von Philips und JVC festgelegt. Zunächst wurde dieses Format für Karaoke-CD's erstellt. Der Aufbau der Video-CD besteht aus mehreren Spuren. In der ersten Spur wird ein ISO-9660-Dateisystem mit den Verzeichnissen CD-I (mit dem Abspielprogramm), MPEGAV und VCD erstellt. In den weiteren Spuren werden CD-Rom/XA-Sektoren des Typs Mode 2/Form 2 mit den MPEG-kodierten Audio-/Video-Sequenzen, die in MPEGAV aufgelistet sind, erstellt. Video-CDs können von CD-I-Spielern, speziellen Video-CD-Spielern, DVD-Spielern oder am Computer auf CD-Laufwerken mit CD-Rom/XA-Unterstützung und MPEG-Dekoder oder über eine VideoCD-Software abgespielt werden.



Das BLUE BOOK (1995)

1995 wurde der Standard für eine CD definiert, die sowohl in Audio-CD-Playern als auch in PC-CD-Laufwerken gelesen werden kann. Eine solche CD wird als Erweiterte Mixed-Mode-CD bezeichnet. Dabei werden in der ersten Session Audiodaten (bis zu 98 Tracks) und in der zweiten Session computerlesbare Daten erstellt. CDs nach dem Blue-Book-Standard ermöglichen es, neben den Audiodaten weitere Informationen auf die CD zu schreiben, ohne dass der Abspielkomfort eingeschränkt wird.

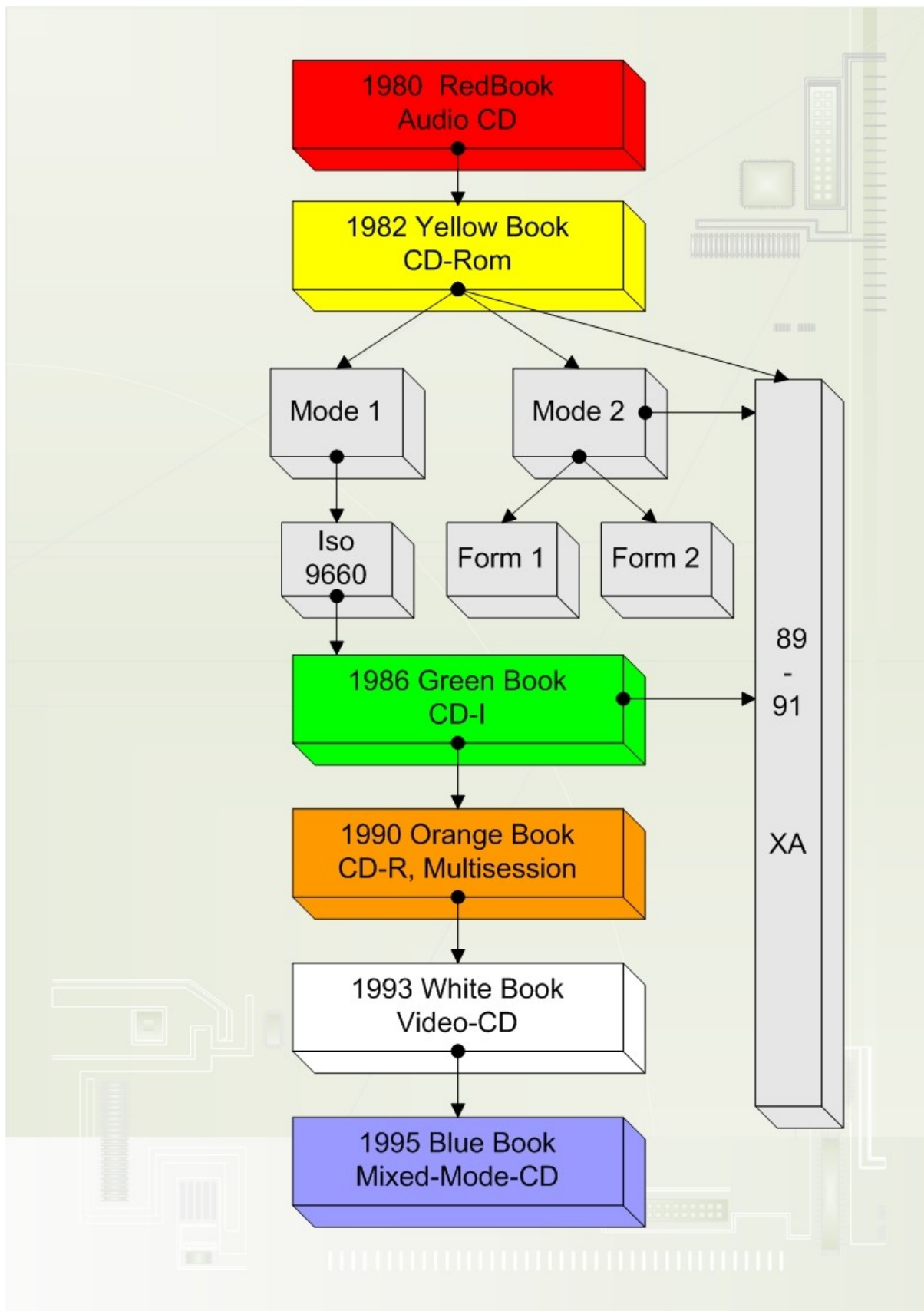


Bild 1: Grafik über die Entstehung der CD-Standards

3.0 - CD-Formate



Daten-CD (CD-ROM)

Die CD-ROM (Read Only Memory) kann nur gelesen und nicht beschrieben werden. Eine Daten-CD besitzt das Dateisystem ISO 9660, das plattformübergreifend lesbar ist. Dies ist nur möglich, wenn sich die nötigen Treiber auf dem jeweiligen Betriebssystem befinden. Eine Daten-CD lässt sich als Single- oder als Multisession-CD erzeugen. Die Singlesession hat nur dann Sinn, wenn der Rohling zur kommerziellen Vervielfältigung dient oder eine Kopie einer vorhandenen Quell-CD erstellt werden soll.

Die Sektoren einer CD-ROM bestehen aus 2048 Bytes Nutzdaten, 98 Kontroll-Bytes und einer Fehlerkorrektur. Zunächst wurde die CD-ROM in zwei Modi spezifiziert, Mode 1 und Mode 2. Mode 1 hat Sektoren, die aus 2048 Bytes Nutzdaten, 98 Kontroll-Bytes und der Fehlerkorrektur bestehen. Mode 2 bietet zur Speicherung von Daten wie Grafiken und Musikdateien Sektoren mit mehr Nutzdatenkapazität (2336 Byte). Dies hat zur Folge, dass die Fehlerkorrektur erheblich reduziert wird. Das Mode 2-Format hat in der heutigen Zeit kaum noch eine Bedeutung.



CD-R (Recordable)

Die CD-R (Recordable) wird im Volksmund als "Rohling" bezeichnet. Diese CD kann nur einmal beschrieben werden. Nach Abschluss der CD-R kann man den Inhalt der CD nicht mehr verändern. Das Löschen der CD ist nach dem Schreibvorgang nicht mehr möglich. Für ein CD-Lesegerät verhält sich die CD-R optisch genauso wie eine industriell hergestellte CD.



CD-RW (ReWriteable)

Die CD-RW (ReWriteable) kann mehrfach beschrieben werden. Ihre genaue Bezeichnung lautet Phase Change Erasable Disk. Nach dem Beschreiben können die Daten auf der CD durch ein Brennprogramm wieder gelöscht werden. Die CD ist dann wieder leer und kann erneut, bis zu tausendmal, neu beschrieben werden.



Audio-CD (Digital-Audio-CD, CDDA)

Auf einer Audio-CD werden Daten in 2352 Byte großen Sektoren gespeichert und über eine Zeitangabe adressiert. Die Adressinformationen werden in Sub-Channels abgespeichert. Diese enthalten Fehlererkennungs- und Fehlerkorrektur-Codes (CIRC). Eine Audio-CD besteht mindestens aus einer und maximal 99 direkt anspringbaren Spuren bzw. Tracks. Ein Musikstück stellt eine Spur bzw. Track auf der CD dar. Die maximale Laufzeit einer Audio-CD beträgt 74 Minuten und 33 Sekunden. Jeder Track auf einer CD wird durch die Angabe von Minuten, Sekunden und Sektoren genau adressiert. Dies beinhaltet den Unterschied zwischen der Audio-CD und der Daten-CD. Die CD-ROM wird in Sektoren von jeweils 2352 Bytes eingeteilt. Die Audio-CD nutzt die gesamten 2352 Bytes für die entsprechenden Informationen. Die Daten-CD nutzt lediglich 2048 Bytes für die Daten. Die restliche Byteanzahl wird für die Anfang/Ende-Informationen und die Sektor-Nummer benötigt.



CD-I (Interactive)

Die CD-I (Interactive) wurde 1986 für multimediale, interaktive Inhalte entwickelt. Somit hatte man die Möglichkeit aktiv in den Ablauf einzugreifen. Die CD-I wurde als ein unabhängig vom Computer arbeitendes System von den Herstellern Phillips und Sony entwickelt, welches für die Aufzeichnung und das Abspielen von Daten, Audio- und Videoinformationen zur Verfügung steht. Unabhängig ist es, weil es direkt an ein normales Fernsehgerät angeschlossen werden kann. Ebenfalls wurde für die CD-I ein Betriebssystem- sowie Bild- und Videokompressionsstandard festgelegt.



Video-CD (VCD)

Eine Video-CD kann sowohl mit einem DVD-Player als auch mit einem CD-Laufwerk wiedergegeben werden. Für die Wiedergabe mit einem CD-Laufwerk wird ein entsprechendes Abspielprogramm wie zum Beispiel "Power DVD" benötigt.

Die Video-CD hat folgenden Aufbau:

- Die erste Spur beinhaltet ein ISO-9660-Dateisystem mit den Verzeichnissen CD-I, MPEGAV und VCD.
- Die weiteren Spuren beinhalten CD-Rom/XA-Sektoren des Typs Mode 2/Form 2 mit MPEG-kodierten Audio-/Video-Sequenzen (diese werden in MPEGAV aufgelistet).

Die Video-CD basiert auf dem MPEG-I Video Standard und benutzt somit MPEG-I-Daten. Dieses Format erlaubt eine Auflösung von bis zu 352 x 288 mit 30 Hz (Bildwiederholrate) beim NTSC- System (Amerikanische Fernsehnorm) oder 25 Hz beim PAL-System (Europäische Fernsehnorm). Es ist darauf zu achten, dass ein DVD-Player beide Systeme beherrscht bzw. die Video-CD für das entsprechende System hergestellt worden ist.



SuperVideo-CD (SVCD)

Die SuperVideo-CD ist als Erweiterung zur Video-CD anzusehen. Sie wurde für den Verbrauchermarkt als Ersatzmedium zur DVD entworfen. Bei der SVCD wird eine so genannte MPEG-II Komprimierung verwendet. Dadurch wird eine höhere Auflösung von 480 x 576 ermöglicht, sowie eine Steigerung der Bild-Qualität erreicht.



Photo-CD

Die Photo-CD ist ein CD-Format, das von Kodak für Bilder in verschiedenen Auflösungen entwickelt wurde. Durch die Kodak Photo-CD entstand das PCD-Format. Die Besonderheit an diesem Format ist, dass mit einem Dateityp verschiedene Bildauflösungen erfasst werden können. Vom kleinsten Bild das mit einer Auflösung von 128 x 192 Pixeln besteht bis zu einer Bildauflösung von 4096 x 6144 Pixeln kann die Bildgröße genutzt werden.



Single-Session-CD

Auf der Single-Session-CD befindet sich eine "Aufzeichnungseinheit". Diese besteht aus dem "Leadin", einem Track, sowie dem "Leadout"-Bereich. Die Singlesession-CD besteht aus einer einzigen Session. Diese Session wird zusammen mit der Disc geschlossen. Nach dem Abschluss kann kein weiterer Brennvorgang durchgeführt werden. Im Gegensatz dazu steht die Multi-Session-CD, auf der sich mehrere Aufzeichnungseinheiten mit jeweils dem Leadin, dem Leadout sowie ein oder mehreren Tracks befinden können. Zwischen den einzelnen Sessions entsteht immer eine Lücke von 14 MB. Bei mehreren kleineren Sessions kann also viel an möglichem Speicherplatz verloren gehen. Jede Sitzung beinhaltet eine Einleitung (Leadin), indem das Inhaltsverzeichnis (Table of Contents, TOC) aufgesetzt wird, einen Datenbereich und einen Abspann (Leadout), der das physikalische Ende einer Sitzung bildet und keine Daten umfasst. Die letzte Einleitung stellt das gesamte Inhaltsverzeichnis der CD dar.



Mixed-Mode-CD

Die Mixed-Mode-CD ist ein Format, das sowohl CD-DA (Digital Audio) als auch CD-ROM Datentracks enthält. Die Mixed-Mode-CD kann sowohl von einem CD-Spieler als auch von einem CD-ROM-Laufwerk gelesen werden. Beispiel: Eine Musik-CD mit einem PC-Programm als Extra.



Hybrid-CD

Die Hybrid-CD ist sowohl unter einer PC- (ISO 9660), als auch unter einer Macintosh-Umgebung (HFS) lauffähig. Die PC/Mac-Hybrid-CD besitzt zwei Partitionen, die in separaten Sessions erstellt werden. Beide Partitionen enthalten den kompletten Datensatz für das jeweilige Betriebssystem und bilden somit eine Unabhängigkeit. Durch diese Trennung kann der Macintosh-Rechner auf die ISO-Partition zugreifen und umgekehrt (Non-Shared-Hybrids). Ebenfalls gibt es die so genannten Shared Hybrid-CDs mit einem gemeinsamen Datentrack (z.B. Mp3s) und zwei getrennten Datensätzen, in denen die jeweiligen betriebssystem-spezifischen Daten untergebracht sind. Diese Datensätze können nur von dem jeweiligen Betriebssystem ausgelesen werden.

4.0 - Physikalischer Aufbau

4.1 -- Bereiche einer CD

Die Compact Disk ist eine runde Polycarbonatscheibe mit einem Durchmesser von 12 cm und einer Dicke von 1,2 mm. Datenspeicherungen erfolgen auf einer Spiralspur von 1,6 μm Breite von innen nach außen. Die Daten sind als Muster aus Pits und Lands vorhanden. Die Pits haben eine Breite von 0,5 μm und eine Länge von 0,833 bis 3,054 μm ($1\mu\text{m}=10^{-6}\text{m}=1$ Millionstel Meter).

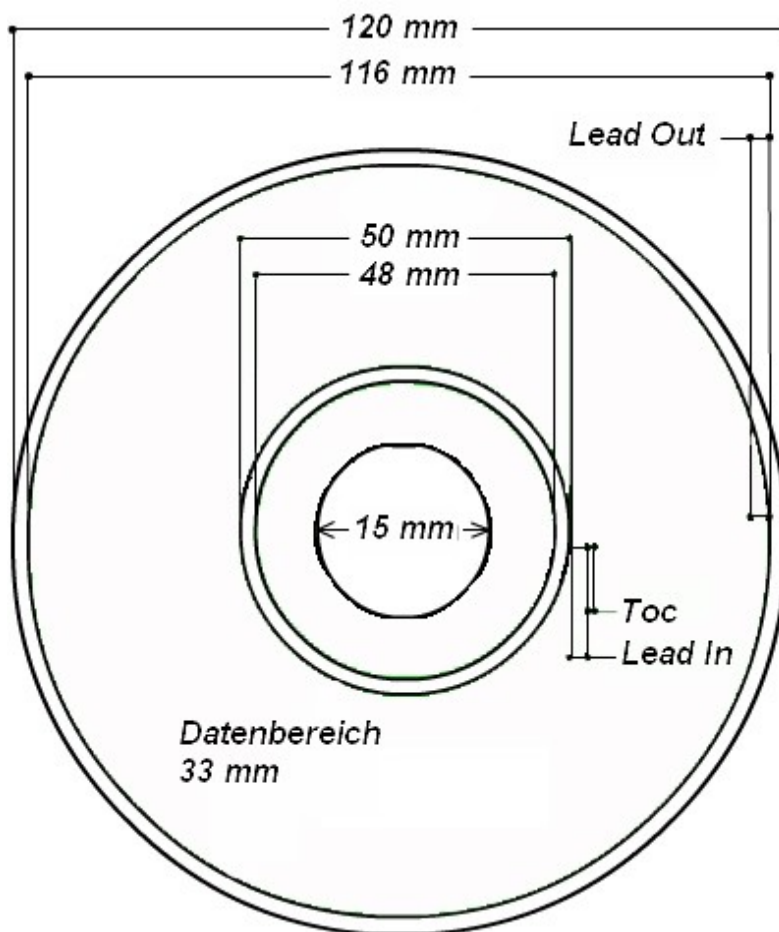


Bild 2: Aufbau der Compact Disk

Beschreibung des Leadin-Bereiches:

Das Leadin kennzeichnet den Startbereich einer Session (CD-Brenn-Durchgang), in der ein Inhaltsverzeichnis (TOC) abgelegt ist. In diesem ist der Status (Single- oder Multi-Session) der CD festgelegt. Falls die CD nicht abgeschlossen wurde, ist dort ein Zeiger vorhanden, der die nächste beschreibbare Adresse angibt. Das Leadin wird genutzt, wenn eine Session geschlossen werden soll. Es werden für diesen Vorgang 4.500 Sektoren auf der CD benötigt, was ca. einer Minute bzw. 9 MByte entspricht.

Beschreibung des TOC-Bereiches:

Der Leadin-Bereich enthält das TOC (table of contents). Dies stellt das Inhaltsverzeichnis der CD dar. Es enthält den Typ, die Startposition und die Länge eines jeden Tracks. Allerdings befindet sich in diesem Bereich nicht die Verzeichnisstruktur der Daten-CD.

Beschreibung des Track-Bereiches:

CD's bestehen aus mindestens einem Track. Audio-CDs hingegen beinhalten ein oder mehrere Musikstücke. Bei Daten-CDs wird üblicherweise nur ein Daten-Track geschrieben. Bei Multi-Session-CDs können mehrere Tracks geschrieben werden.

Beschreibung des Leadout-Bereiches:

Das Leadout liegt am Ende einer Session und stellt einen Bereich dar, der dem Laufwerk angezeigt, dass das physikalische Ende der Session erreicht worden ist. Es werden für das Leadout 6.750 Sektoren benötigt, das entspricht 1,5 Minuten bzw. 13 MByte. Jedes weitere Leadout (je Session) beansprucht 2.250 Sektoren auf der CD, dies sind 0,5 Minuten bzw. ca. 4 MByte, die an Speicherplatz benötigt werden. CD-Brenn-Durchgänge können solange durchgeführt werden, bis die CD-R gefüllt ist. Verschiedene Sessions sind nur dann möglich, wenn bereits beim ersten Beschreiben der CD die Option Multi-Session im jeweiligen Brennprogramm ausgewählt wurde.

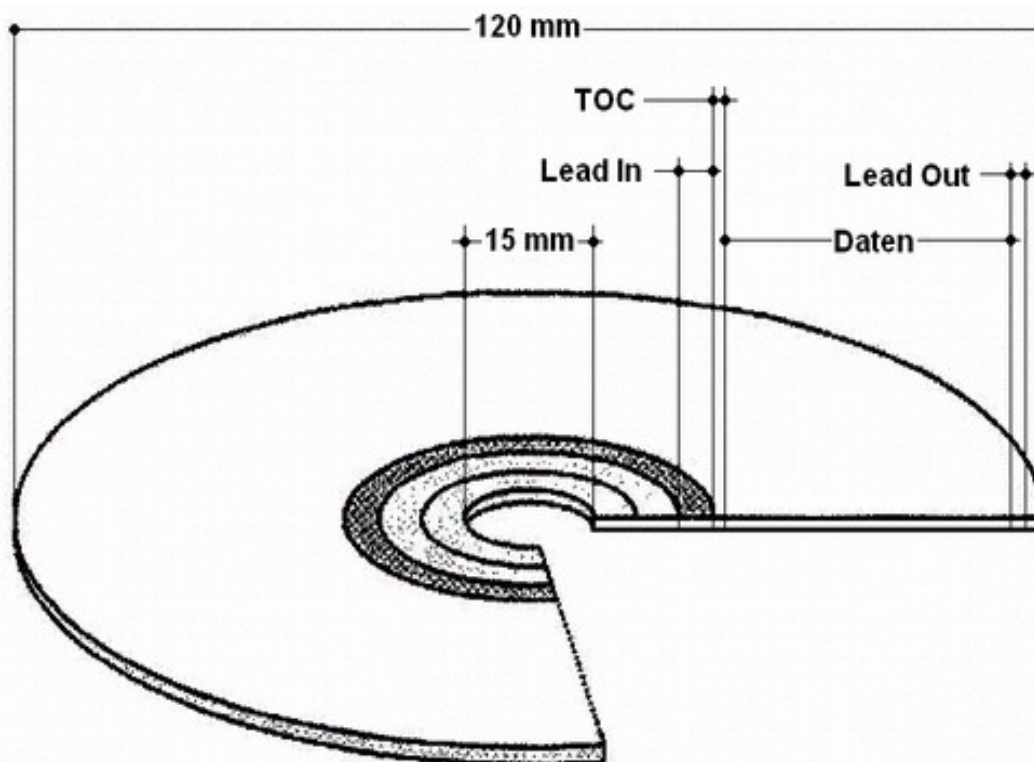


Bild 3: Aufbau der Compact Disk

4.2 -- Pits & Lands

Bei der CD werden Daten mit Hilfe einer von innen nach außen laufenden Spiralspur gespeichert (bei einer Schallplatte ist dieser Vorgang umgekehrt). Die Spiralspur besteht aus Pits (Vertiefungen) und Lands (Erhebungen), die auf Polycarbonat aufgebracht sind. Die Pits haben eine Länge von 0,833 bis 3,054 μm ($1\mu\text{m}=10^{-6}\text{m}=1$ Millionstel Meter) und eine Breite von 0,5 μm . Die Spiralspur hat eine Länge von ca. 5 Kilometern. Je nachdem wie die CD erstellt wird, entstehen Pits. Bei der industriellen Herstellung von CDs werden ein Glas-Master und ein Stamper gefertigt. Anschließend wird eine Polycarbonatscheibe aufgebracht und eine Reflektions- und Schutzschicht angefügt.

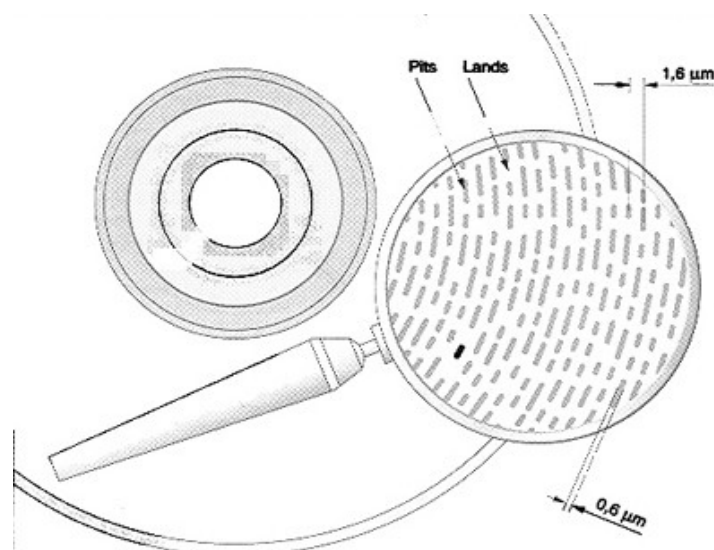


Bild 4: Pits & Lands grafisch dargestellt

Die Pits auf der CD stellen nicht direkt die Datenbits dar, sondern sind mit einer 8-14-Kodierung (engl. Eight to Fourteen Modulation EFM) ausgestattet. Das heißt es entsteht ein Wechsel (Land/Pit oder Pit/Land) aus einer logischen "1" und bei einer "0" wird kein Wechsel vollzogen. Es wird aus 14 kodierten Bits, mittels einer Übersetzungstabelle, der eindeutige 8-Bit Wert ermittelt. Durch die Menge von je 3 Füllbits werden die kodierten Bits voneinander getrennt. Diese Trennung ist nötig, damit auf der CD ein Pit bzw. Land niemals kürzer als 3 Bit und länger als 11 Bit ist. Somit kann beim Abtastvorgang eine sichere Synchronisation gewährleistet werden.

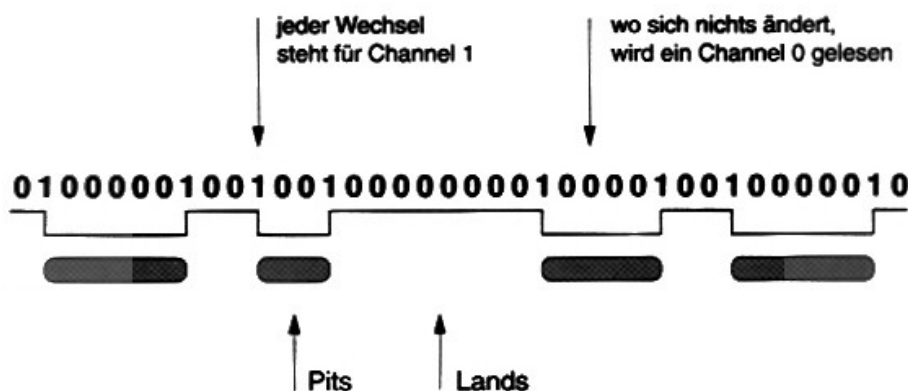


Bild 5: Struktur der Pits & Lands

4.3 -- Materialien

Die industriell hergestellte CD besteht zum größten Teil aus dem Material Polycarbonat. Darüber befindet sich eine Schicht aus Aluminium, wodurch eine Reflexion des Laserlichtes ermöglicht wird. Die Auslesung der Daten erfolgt, je nachdem wie das Laserlicht reflektiert wird.

Um das Aluminium vor äußern Einflüssen zu schützen sitzt eine Schutzschicht zwischen dem Aufdruck und der Aluminiumschicht (die Stärke der Reflektionsschicht beträgt: 50-100 nm). Zum Abschluss wird ein Aufdruck erstellt, der mit dem Siebdruckverfahren (bis zu 6 Farben) aufgetragen wird.

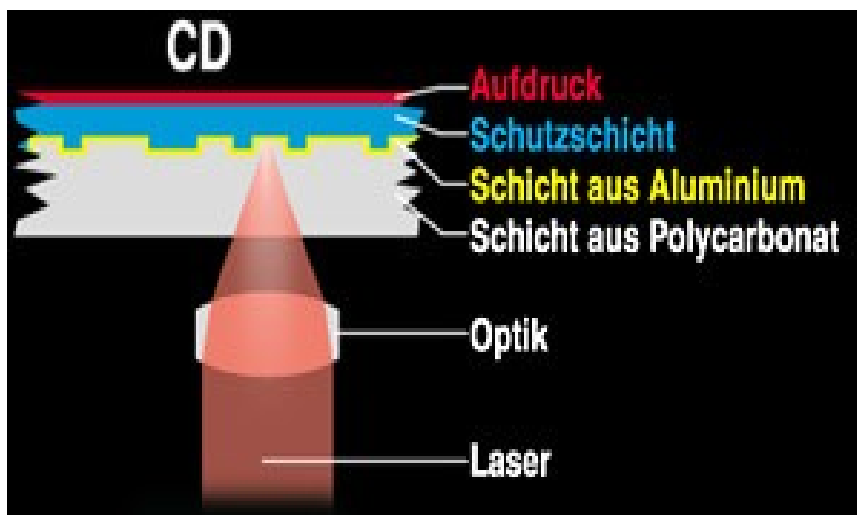


Bild 6: Schichtenaufbau der CD

Datenstrukturen auf einer herkömmlichen CD-ROM werden mittels eines Glas-Masters hergestellt. Dieser ermöglicht es positive Kopien aus Kunststoff herzustellen. Es folgt eine Bedampfung mit Aluminium und die CD wird abschließend mit einem Schutzlack versehen. Aufgrund der verschiedenen Reflexionen in Pits und Lands kann der Laser die nötigen binären Informationen abfragen.

Farbstruktur- und Materialunterschiede:

Die Herstellung der CD-Rs und CD-RWs erfolgt mit Hilfe einer veränderbaren Schicht aus Farbstoff. Dieser Farbstoff wird auf einem Kunststoff-Träger aufgebracht. Die CDs besitzen unterschiedliche Reflexionszustände, die durch die Aktivierung des Schreib-Laser des Brenners umgewandelt wird. Durch eine Hitze von ca. 250° C werden die Struktur und damit die Reflexionseigenschaften des Farbstoffes verändert.

Bei goldenen, grünen oder blauen CD-Rs werden unterschiedliche Farbstoffe der Hersteller verwendet. Die Hersteller nutzen meistens Gold bei den CD-Rs, statt Aluminium wie bei den industriell gefertigten CD-Rs. Damit keine UV-Strahlen, Feuchtigkeit oder Kratzer die CD beschädigen wird eine Schutzschicht aufgebracht. Damit der Reflexionskontrast deutlich verstärkt wird, befindet sich über der Farbschicht jeweils noch eine Gold- oder Silberschicht.

Goldene CD-Rs werden mit dem Farbstoff Phtalocyanin beschichtet. Da dieser transparent ist, scheint auf der Unterseite die goldene Reflexionsschicht durch. Die Haltbarkeit dieser CD-Rs wird vom Hersteller mit über 100 Jahren angegeben. Bei den goldenen CD-Rs ist der Reflexionskontrast am höchsten.

Grüne CD-Rs bilden die preisgünstigste Variante unter den Rohlingen. Diese werden mit dem Farbstoff Cyanin gefertigt. Dieser Farbstoff ist blau aber zusammen mit der goldenen Reflexionsschicht erscheint die Unterseite grünlich. Cyanin ist ein billiger Farbstoff und nicht so stabil wie der Goldene. Diesen CD-Rs werden vom Hersteller mit einer Haltbarkeit von ca. 10 Jahren ausgewiesen. Die grünen Medien haben den schwächsten Kontrast und können bei älteren CD-ROM-Laufwerken zu Lesefehlern führen.

Die blauen CD-Rs basieren auf dem Farbstoff Azo. Diese Rohlinge werden mit einer silbernen Reflexionsschicht versehen und bleiben deshalb bläulich nach unten sichtbar. Ein Hersteller ist z.B. Verbatim mit der Data-Life-Plus-Serie. Vom Hersteller wird eine durchschnittliche Haltbarkeit von 100 Jahren wie auch bei den Gold-CDRs versprochen.

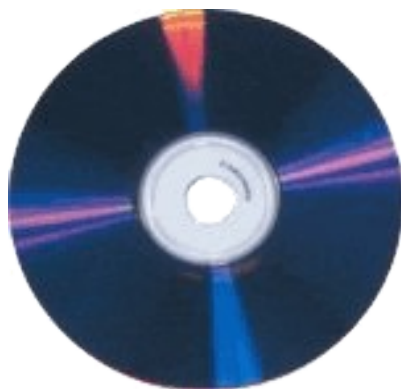


Bild 7: Eine blaue CD-R von der Firma Verbatim

Die CD-RW (Rewriteable) wird im Prinzip mit den gleichen Schichten wie ein CD-R Medium hergestellt. Die reflektierende Schicht besteht in diesem Fall allerdings aus einer Silber-Indium-Antimonium-Tellurium-Legierung, die im ursprünglichen Zustand eine polykristalline Struktur und reflektierende Eigenschaften besitzt. Beim Schreiben der CD-RW erhitzt der Schreibstrahl das Material auf 500 bis 700 Grad Celsius. Somit kommt es zu einer Verflüssigung des Materials. Beim Löschvorgang des Datenträgers wird die Legierung wieder in ihren Ursprungszustand zurückgesetzt und ist demnach wieder beschreibbar.



Bild 8: Eine silberne CD-R

5.0 – Lesetechnik

5.1 -- Abtasttechnik

Die CD wird mit Hilfe eines Laserlichtes abgetastet. Der Begriff "Laser" ist eine Abkürzung für Light Amplifikation by Stimulated Emmission of Radiation (zu dt: Lichtverstärkung durch angeregte Aussendung von Strahlung). Das Laserlicht ist ein gebündeltes Licht gleicher Wellenlänge (780 nm) und Schwingungsart. Es entsteht bei der Lasertechnik eine extrem hohe Energiedichte.

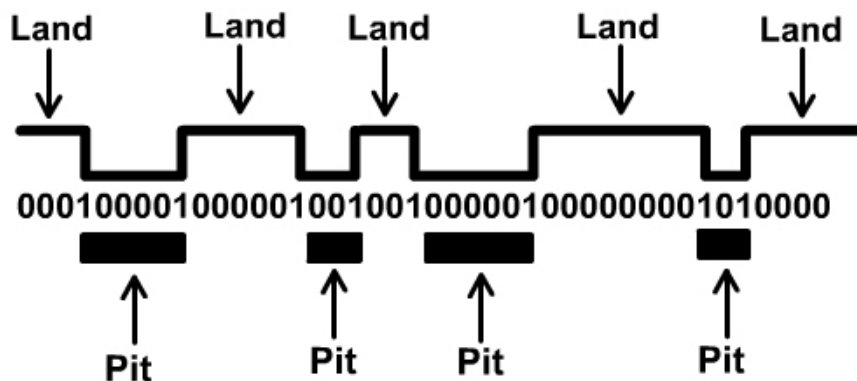


Bild 9: Struktur der Pits & Lands

Der Übergang von Land zu Pit oder umgekehrt sieht folgendermaßen aus: Der Übergang entspricht dem logischen Wert "1". Alles andere wird mit dem Wert "0" ausgewiesen. Am Anfang wird der Laser auf die Lands ausgerichtet, wodurch eine vollständige Reflexion entsteht. Wenn ein Pit getroffen wird, nimmt die Diode eine deutlich geringere Lichtintensität wahr. Die Pits und Lands stellen die binären Nullen und Einsen des binären Codes dar. Der Laserstrahl tastet die Oberfläche ab und, je nach Reflexion des Laserstrahls, wird die binäre Information über die Fotodiode im CD-ROM-Laufwerk an den Rechner weitergegeben. Durch den entstehenden Brechungsindex des Trägermaterials (1,55) verringert das Licht seine Geschwindigkeit von 300.000 km/s auf 190.000 km/s und wird von 800 μm (CD-Oberfläche) auf 1,7 μm (Informationsebene) gebündelt. Dies entspricht einer 3-fachen Pit-Breite. Dabei tritt ein Nebeneffekt auf, bei der Oberflächenfehler gleich mit reduziert werden. So können Fehler bis 0,5 mm vernachlässigt werden.

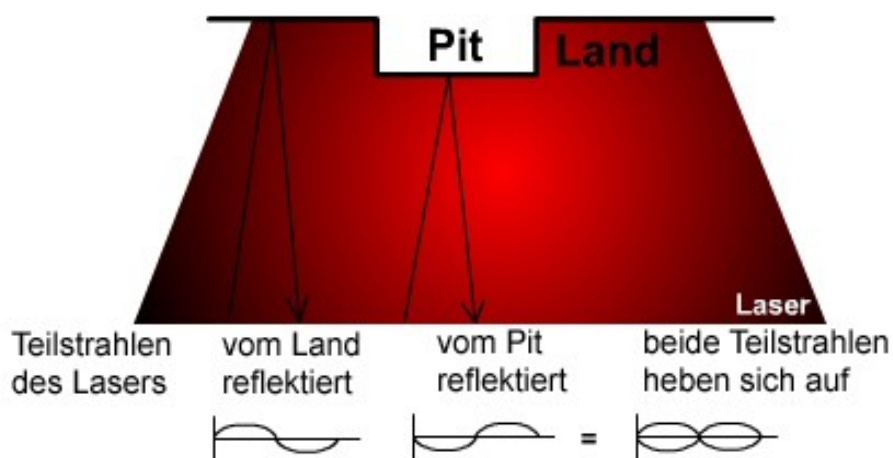


Bild 10: Abtastung der Pits & Lands

Die Wellenlänge des Lasers wird im Polycarbonat von 780 auf 500 nm verringert. Somit entspricht die Pit-Höhe genau einem Viertel dieser Wellenlänge. Kommt nun ein Pit in den Bereich des Lasers, wird ein Teil des Lichts von der Pit-Oberfläche reflektiert. Der andere Teil muss erst noch 2-mal das Pit passieren (hin und zurück) und hat deshalb einen längeren Weg von 2-mal einem Viertel seiner Wellenlänge. Diese Folge bewirkt einen Höhenunterschied und stellt eine Phasenverschiebung von einer halben Wellenlänge zwischen den beiden Teilstrahlen dar. Damit löschen sie sich (im Idealfall) gegenseitig aus.

Die Datenübertragungsrate eines CD-ROM-Laufwerks mit 1-facher Geschwindigkeit beträgt 150 KByte/sec. Laufwerke mit bis zu 72-facher Geschwindigkeit haben eine Datenübertragungsrate von 10,8 MByte/sec.

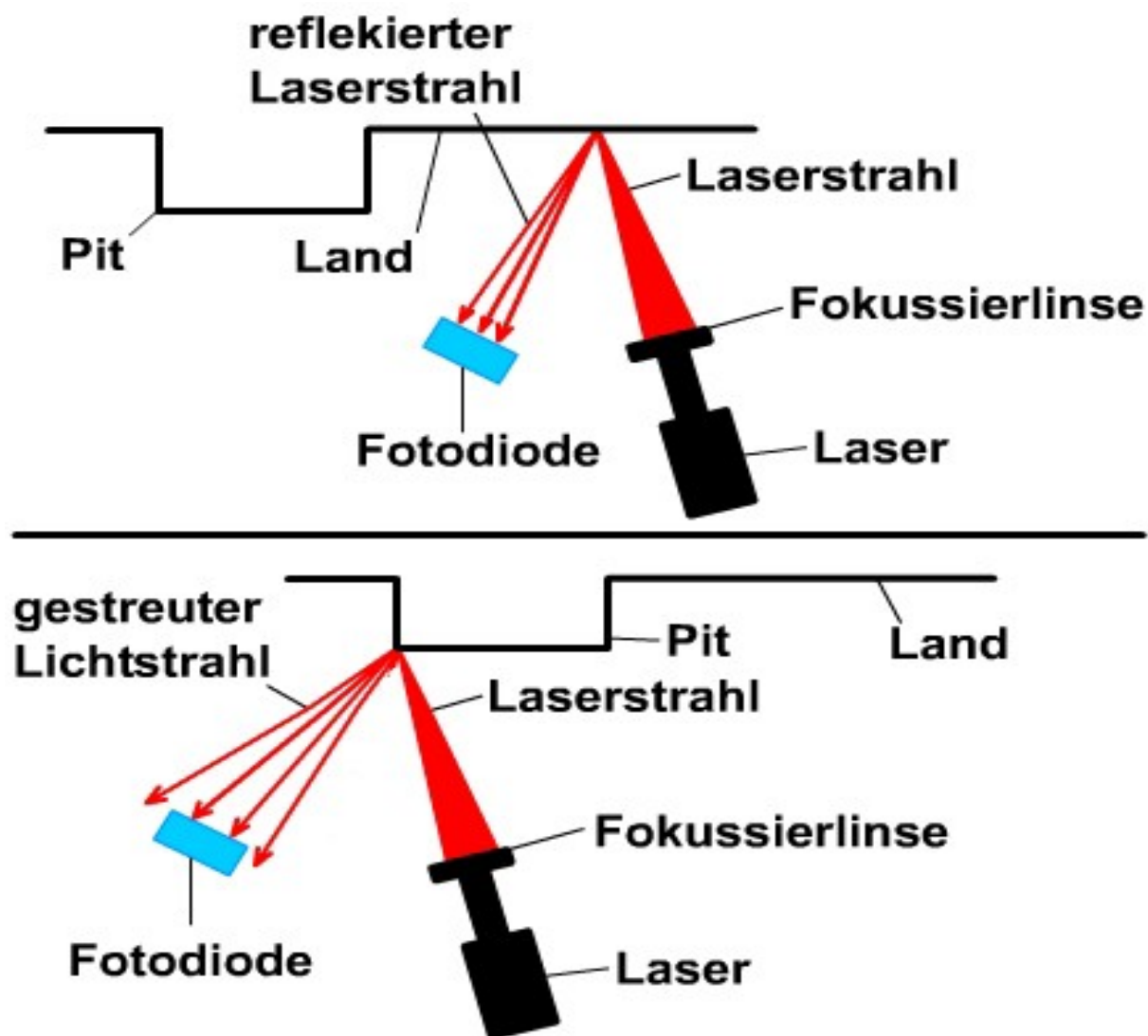


Bild 11: Abtastung der CD in Bezug auf den Laser

5.2 -- Laufwerke und Fehlerkorrektur

CD-ROM-Laufwerke gibt es in unterschiedlichen Varianten, mit unterschiedlichen Verfahren und Übertragungsgeschwindigkeiten. Die zwei wesentlichen Technologien sind das CLV- und CAV-Verfahren. Mit dem CLV-Verfahren (Aufzeichnungsverfahren) werden Daten auf der CD gespeichert. Sie werden linear hintereinander in einer spiralförmigen Spur von innen nach außen auf die CD gebrannt oder gepresst.

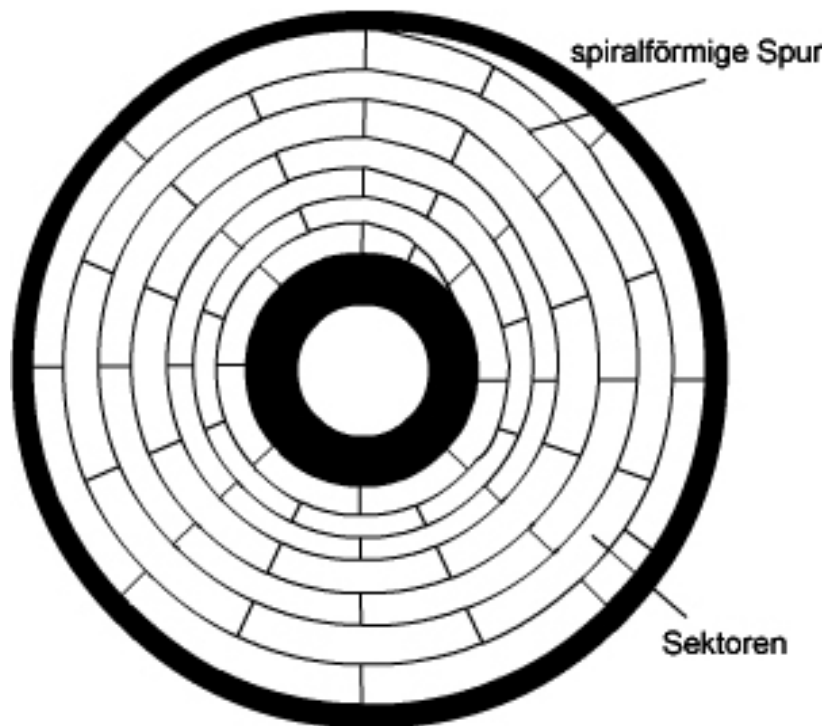


Bild 12: Speicheranordnung in einer spiralförmigen Form

CLV-Laufwerke in Reinform werden vor allem beim Audio-CD-Player verwendet. Diese arbeiten noch mit 1-facher Geschwindigkeit von ca. 176 kB/s (dies entspricht etwa 150kB Daten). Laufwerke, die nach dem Constant Linear Velocity-Verfahren (konstante lineare Geschwindigkeit) arbeiten (wie z.B. die ersten Single-Speed-Laufwerke), liefern eine kontinuierliche, gleiche Datenrate über die gesamte CD. Damit eine konstante Datenübertragungsrate gewährleistet werden kann, muss die Umdrehungsgeschwindigkeit der CD ständig angepasst werden. Diese Anpassung ist erforderlich, da in den äußeren Bereichen der CD nicht mehr so schnell gedreht werden muss, wie im inneren Bereich. Im inneren Bereich muss die CD schneller gedreht werden, weil hier der Radius/Umfang des "Datenkreises" kleiner ist, als außen. Das bedeutet, dass innen bei einer Umdrehung der CD weniger Daten gelesen werden, wie außen, weil außen der Umfang größer ist. Bei den neusten Laufwerken mit 72-facher Lesegeschwindigkeit kann die Datenrate mit dieser Technik nicht mehr konstant bleiben, da eine zu hohe Umdrehung benötigt wird. Weil dies technisch nicht realisierbar ist, wird heute eine andere Lesetechnik verwendet. Diese Technik nennt sich CAV-Leseverfahren, das bei Festplatten als Lesetechnik verwendet wird. Anders als CLV-Laufwerke, die einen kontinuierlichen Datenstrom liefern, weisen CAV-Laufwerke (Constant Angular Velocity = konstante winkelige Geschwindigkeit) eine konstante Umdrehungsgeschwindigkeit auf, was aber dazu führt, dass die Datenrate am Anfang der CD sehr gering ist. Im äußeren Bereich wird eine Vergrößerung des Datenstroms erzielt.

Die Datenübertragungsrate variiert also und wird von innen nach außen höher. Aus diesem Grund wird die Geschwindigkeit von CAV-Laufwerken mit einer von-bis-Geschwindigkeit angegeben (z.B. 50-72fach).

Das CLV-Verfahren konnte ab den 8-fach Laufwerken nicht mehr ausgeführt werden, da die Laufwerke nicht mehr in der Lage waren, die Drehzahl so anzuheben, dass die Datenrate der inneren Sektoren genauso hoch ist wie die der äußeren Sektoren. Somit wurde versucht beide Verfahren zu kombinieren um bessere Leistungen zu erzielen. Vor allem im inneren CD-Bereich wird dies benötigt. Da mehr als die 20-fache Geschwindigkeit im inneren Bereich nicht realisiert werden konnte, wird es sicherlich noch eine Weiterentwicklung/Forschung geben.

Die Fehlerkorrektur greift, wenn ein fehlerhaftes Lesen z.B. schon bei kleinsten Verschmutzungen auf der beschriebenen Oberfläche auftreten. Diese Verschmutzungen könnten zu einer fehlerhaften Wiedergabe der CD führen. Damit dies nicht passiert ist in jedem System die Fehlerkorrektur eingebaut. Es gibt mehrere Möglichkeiten, weshalb eine Information nicht richtig von der CD abgelesen wird. Zum einen kann der Laser durch Verschmutzungen oder Beschädigungen von der Schutzschicht abgelenkt werden. In diesem Fall ist es nötig, die CD mit einem Tuch zu reinigen bzw. bei eventuell vorhandenen Kratzern die Oberfläche mit speziellem Schleifpapier oder Flüssigkeiten zu polieren. Sobald das Licht wieder in Regenbogenfarben zerlegt und reflektiert werden kann, wird auch der Laser nicht mehr behindert. Falls die Informationsschicht beschädigt wird, entsteht ein irreversibler Schaden. Dennoch gibt es einige Möglichkeiten, mit denen die Originaldaten wiederhergestellt werden können. Mit der Hilfe von Paritätsbits, die in einem bestimmten Zusammenhang zu den Userdaten stehen, wird ein Lesen ermöglicht. Zu einer so genannten Matrize werden alle Spalten- und Zeilensummen abgespeichert. Beim Lesen der Daten werden dann die Summen neu berechnet und mit den eingelesenen Werten verglichen. Über die falschen Zeilen- und Spaltensummen kann so das beschädigte Bit lokalisiert und durch den neuen Wert ersetzt werden. Da dieses Verfahren nicht für Flächenfehler (Bursts) geeignet ist, wird es zusätzlich mit dem Interleaving gekoppelt. Hierbei werden die Daten vor dem Beschreiben der CD durchmischt, so dass aufeinander folgende Wörter niemals nebeneinander stehen bleiben können. Beim De-Interleaving (dem Entschachteln) werden dann die Daten wieder in ihre ursprüngliche Reihenfolge gebracht. Infolgedessen werden fehlerhafte Abschnitte in kleinere Teile zerlegt, die leichter korrigiert werden können. In allen CD-Formaten beruht die Fehlererkennung und -korrektur auf dem "Cross Interleave Reed Solomon Code"(CIRC)-Verfahren. Wenn es dennoch keine Möglichkeit gibt den Defekt zu korrigieren, muss man auf Verfahren zurückgreifen, die den Fehler zumindest "unauffällig verschwinden" lassen. Besonders für Audio- und Videodaten geeignet ist die Interpolation die dieses "unauffällige verschwinden" realisiert. Die Interpolation besteht aus dem 1. und 2. Grad. Beim 1. Grad wird der letzte korrekte Wert wiederholt. Beim 2. Grad wird der Mittelwert aus vorherigem und nachfolgendem Wert gebildet. Ebenfalls könnte die Muting-Technik angewandt werden, in der keine Ausgabe erfolgt. Bei dieser Technik wird ein "Stummschalten" (+ Abschwächung vorheriger und nachfolgender Signale) durchgeführt. Durch dieses "Stummschalten" werden die Daten mit einer gewissen Verzögerungszeit ausgegeben.

6.0 – Datenspeicherung

Bei der Datenspeicherung werden mit Hilfe von Pits und Lands, die sich auf einer spiralförmigen Spur befinden, Daten auf der CD gespeichert. Diese spiralförmige Spur verläuft von Innen nach Außen. Die CD ist außerdem in Sektoren unterteilt (CLV-Technik). Hierbei entspricht ein Wechsel (Land/Pit oder Pit/Land) einer logischen "1" und kein Wechsel bei einer "0". Die Pits stellen jedoch nicht direkt die Datenbits dar, sondern werden mit einer 8-14-Kodierung (engl. Eight to Fourteen Modulation EFM) kodiert. So können Daten von der CD gelesen werden. Es gibt unterschiedliche Verfahren für industriell gefertigte CDs und für CD-Rs/CD-RWs die am heimischen PC mit dem Brenner erstellt werden.

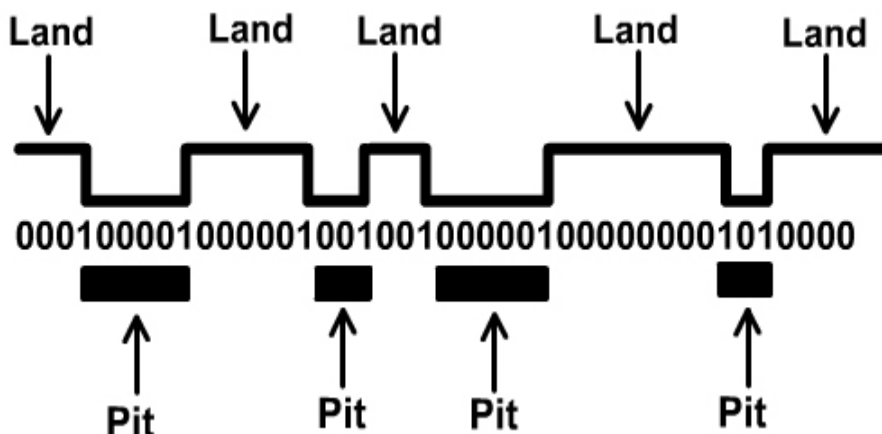


Bild 13: Struktur der Pits & Lands

Bei industriell hergestellten CDs beginnt die Produktion mit der Herstellung eines Glasmasters. Die dafür benötigte Vorlage, wird durch das so genannte "Premastering" gefertigt. Hierbei werden Daten (z.B. Audio oder Video-Daten) in ein Format überführt, das im Glasmastering weiterverarbeitet wird. Dadurch entsteht ein Datenträger, dessen Inhalt exakt dem der zu vervielfältigenden CD entspricht. In der darauf folgenden Phase entsteht das Glasmaster, eine extrem sensible Scheibe, welche die Vorstufe des eigentlichen Presswerkzeuges ist. Dieses Presswerkzeug wird als Stamper (Metall-CD-Rohling) bezeichnet. Die Daten vom Premaster werden mittels eines Laserstrahl auf eine speziell beschichtete Glasplatte, das Glasmaster, übertragen. Durch Metallisierung und Galvanik (technisches Verfahren zur Beschichtung von Oberflächen mit Hilfe des elektrischen Stroms) entsteht daraus der Stamper (negatives Abbild der späteren CD), der den Ausgangspunkt für die Replikation (Bildung einer exakten Kopie) bildet.

Die eigentliche Herstellung erfolgt nach diesem Ablauf im Spritzgussverfahren. Bei diesem Verfahren wird Polycarbonat, in flüssigem Zustand, über eine Hochdruckpresse in eine Form gespritzt, die der Stamper als Vorlage verwendet. Danach werden diese mit einer Aluminiumschicht überzogen und mit einer Lackschicht versiegelt, die unter UV-Licht getrocknet wird. Die Disks sind jetzt wiedergabefähig.

CD-R (Recordable) – Brennen:

Die CD-R besteht, im Gegensatz zur CD-ROM aus 5 Schichten. Die untere Schicht bildet die Trägerschicht, die aus Polycarbonat besteht. Darauf folgt eine Schicht mit einem lichtempfindlichen organischen Farbstoff. Danach eine reflektierende Schicht, die Lackschicht und noch eine zusätzliche Schutzschicht. Der lichtempfindliche Farbstoff besitzt die gleichen Brechungseigenschaften wie eine leere CD. Auf ihr sind keine Pits vorhanden sondern nur Lands. Beim Schreiben der CD-R erhitzt der Schreibstrahl die Reflektierende- und die Farbstoffschicht. Dadurch kommt es zu einer chemischen Reaktion und die Reflektionseigenschaften der erwärmten Stellen ähneln denen der Pits. Liest ein CD-Laufwerk eine CD-R, so erkennt es an den "gebrannten" Stellen ein Pit und an den ungebrannten Stellen ein Land.

CD-RW (ReWriteable) – Brennen:

Die CD-RW besitzt die gleiche Schichtenaufteilung wie ein CD-R Medium. Allerdings besteht die reflektierende Schicht aus einer Silber-Indium-Antimonium-Tellurium-Legierung, die im ursprünglichen Zustand eine polykristalline Struktur und reflektierende Eigenschaften besitzt. Im Schreibvorgang wird das Material auf 500 bis 700 Grad Celsius erhitzt. Somit kommt es zu einer Verflüssigung des Materials. In diesem Zustand verliert die Legierung ihre polykristalline Struktur und nimmt einen amorphen Zustand ein und verliert seine Reflektionskraft. Der polykristalline Zustand des Datenträgers bildet die Pits, der amorphe die Lands. Zum Löschen des Datenträgers erhitzt der Schreibstrahl die amorphen Bereiche mit einer niedrigeren Leistung auf etwa 200 Grad Celsius. Die Legierung wird nicht verflüssigt, kehrt aber in den polykristallinen Zustand zurück und wird damit wieder reflektionsfähig. CD-RWs haben ein geringeres Reflektionsvermögen als CD-Rs und CD-ROMs, dementsprechend kann es zu Problemen beim Lesen von CD-RWs in älteren CD-ROM-Laufwerken kommen. Neuere CD-ROM Laufwerke besitzen die Multiread-Fähigkeit, damit auch sie CD-RWs lesen können.

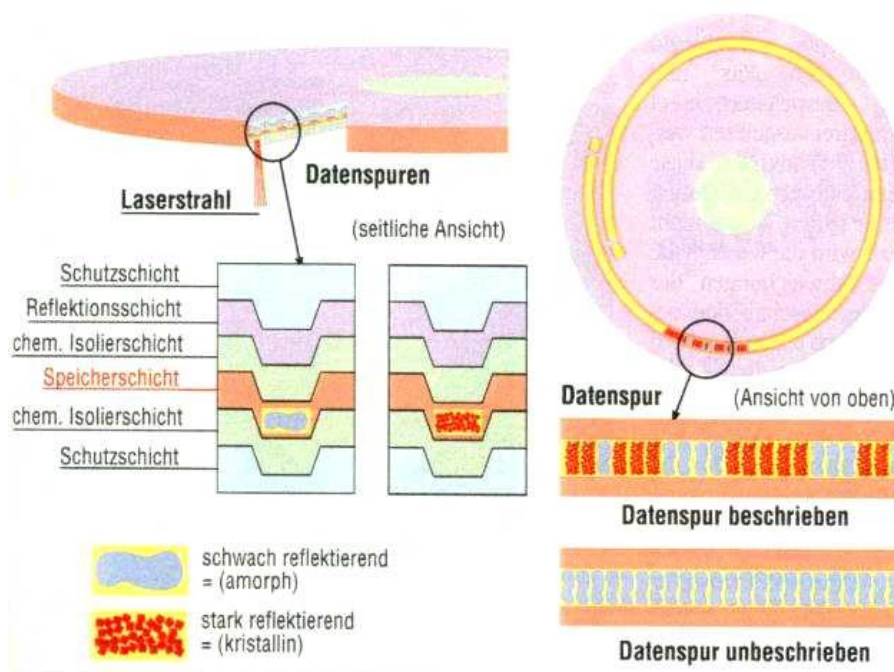


Bild 14: Brennvorgang bei der CD-RW grafisch dargestellt

7.0 - Schreibtechniken und deren Möglichkeiten

Ein heimischer CD-Writer hat die Möglichkeit die Daten in Tracks oder in Blöcken auf eine CD-R oder CD-RW zu speichern. Tracks werden mit konzentrischen Kreisen in der Track-at-once Schreibweise gebrannt. Blöcke (Größe 2KB) die spiralförmig nach außen laufen (wie bei einer Schallplatte), werden mit der Disc-at-once-Schreibweise erstellt.

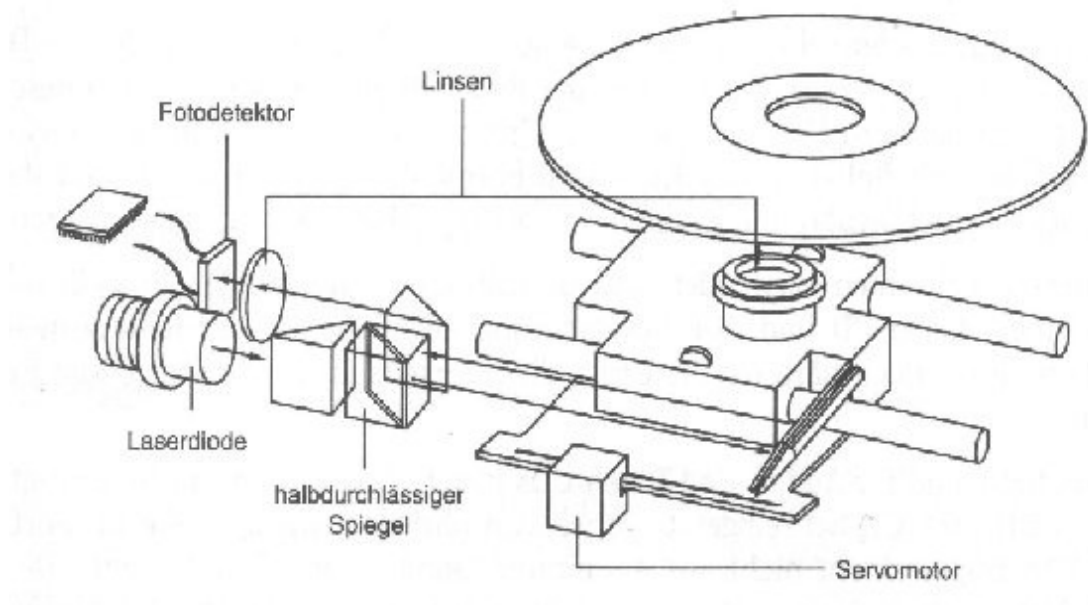


Bild 15: Aufbau eines CD-Brenners

Bei der Disc-at-once-Technik beschreibt der CD-Writer einen Rohling in einem Durchlauf ohne eine Neu-Justierung oder eine Abschaltung des Lasers. Dabei ist es möglich mehrere Tracks zu Schreiben. Bei der Disk-at-once-Technik muss der Brennvorgang eines Rohlings ohne Unterbrechung abgeschlossen werden. Nach dem erfolgreichem Abschluss des Brennvorganges können keine weiteren Informationen auf den Rohling geschrieben werden.

Anders ist es bei der Track-at-once-Technik, bei der im CD-Aufzeichnungsverfahren alle Tracks einzeln auf den Rohling geschrieben werden. Mit der Track-at-once-Technik ist es deshalb möglich einen Rohling in mehreren Durchgängen zu brennen. Hierbei entsteht zwischen den einzelnen Tracks eine Pause, da eine Neuausrichtung des Lasers stattfindet. Damit der Brenner nach der Pause wieder den Anschluss an den vorigen Track findet, schreibt er nach jedem gespeicherten Track einen Run-Out-Block und bei jedem angefangenem Track ein Run-In-Block auf die entsprechende Spur.

Der Vorteil der Track-at-once-Technik gegenüber der Disk-at-once-Technik liegt darin, dass es dem Benutzer ermöglicht wird, den Rohling nur teilweise zu füllen und später den Rest nach zu brennen.

Der Nachteil der Track-at-once-Technik gegenüber der Disk-at-once-Technik liegt darin, dass die zwischen den Tracks entstehende Pause ca. zwei Sekunden lang ist, was bei Audio CDs störend sein kann.

8.0 – Dateisysteme

Das "ISO 9660" Dateisystem:

ISO 9660 ist ein plattformübergreifendes Dateisystem, um allen existierenden Betriebssystemen den Zugriff auf eine CD zu ermöglichen. Die ISO-Standards besitzen einige Einschränkungen. Dementsprechend gibt es unterschiedliche Levels.

Das "ISO 9660 Level 1" Dateisystem:

Es hat eine Einschränkung bezüglich der Dateinamen. Es sind nur 8 Zeichen und weitere 3 für die Dateinamenerweiterung erlaubt. Die Verzeichnisnamen dürfen ebenfalls nur 8 Zeichen aufweisen. Verzeichnisse haben allerdings keine Erweiterung. Die Verzeichnistiefe darf maximal 8 Ebenen betragen. Außerdem sind nur Großbuchstaben von A bis Z, die Zahlen 0 bis 9 und als einziges Sonderzeichen der Unterstrich erlaubt. Des Weiteren dürfen sich keine fragmentierten Daten auf der CD befinden.

Das "ISO 9660 Level 2" Dateisystem:

In diesem System sind die Einschränkungen bezüglich der Länge des Dateinamens geändert worden. Es sind 31 Zeichen erlaubt und man kann mehr Sonderzeichen nutzen.

Das "ISO 9660 Level 3" Dateisystem:

Einschränkungen in den anderen Bereichen wurden ebenfalls geändert. Die wichtigste Erweiterung bei Level 3 ist das Schreiben von fragmentierten Dateien. Allerdings gibt es nur sehr wenige Brennprogramme, die den Level 3-Standard unterstützen. Die meisten Systeme sind gleich zum neuen UDF-Dateisystem übergegangen.

Das "Joliet" Dateisystem:

Joliet ist eine Erweiterung des ISO-Standards auf eine Länge von 64 Zeichen, um die Beschränkungen bezüglich der Verzeichnis- und Dateinamen sowie der Verzeichnistiefe für Windows 95/98/NT aufzuheben. Joliet-CDs sind auf die Betriebssysteme DOS, Windows und Mac-OS beschränkt.

Das "Romeo" Dateisystem:

Das Romeo-System ist ebenfalls eine Erweiterung des ISO-Standards für Windows 95/98/ME/NT/2000. Bei Romeo ist eine Datei- und Verzeichnisnamenslänge von maximal 128 Zeichen inklusive des Leerzeichens erlaubt. Dieser Standard hat heute nahezu keine Bedeutung mehr.

Das "HFS" Dateisystem:

Das Hierarchical File System (HFS) ist die Erweiterung des ISO-Standards für das Apple-Dateisystem (MAC). Auf dem Mac werden die Daten einer Datei in zwei Bereichen gespeichert, den so genannten Forks. Data-Forks enthalten die eigentlichen Dateien und die dazu gehörenden Ressource-Forks Informationen wie den Dateityp.

Das "RRIP" Dateisystem:

Das Rock Ridge Interchange Protocol (RRIP) ist ebenfalls eine Erweiterung des ISO-Standards. Die Beschränkungen von Verzeichnis- und Dateinamen sowie der Verzeichnistiefe sind hier vollständig aufgehoben. Zusätzlich lässt sich eine virtuelle Verzeichnisstruktur realisieren.

Das "UDF" Dateisystem:

Das Universal Disc Format beinhaltet keine Beschränkungen. Wichtig ist dies für neuere Technologien und für den Laufwerkbuchstabenzugriff mit CD-Recordern. UDF benötigt wie das ISO-System auf verschiedenen Plattformen einen Treiber, der das Dateisystem ins Betriebssystem eingliedert.

9.0 - Sonstiges

9.1 -- Kopierschutz

In den letzten Jahren ist der Kopierschutz auf CDs immer häufiger zum Einsatz gekommen. Früher konnte man von jedem Original problemlos eine Sicherheitskopie anfertigen. Da in den letzten Jahren immer mehr Raubkopien auf den Markt gekommen sind, versuchen die Software- und Musikkonzerne mit aller Macht das Vervielfältigen von CDs zu verhindern. Bei Audio-CDs, die einen Kopierschutz haben, kann es passieren das ältere CD-Player die CD nicht mehr lesen können. Seit dem Jahre 2001 werden in Deutschland CDs veräußert, die einen Kopierschutz enthalten. Sie werden als CD bezeichnet, entsprechen aber nicht den Spezifikationen des Red Books und sind demnach auch keine echten Audio-CDs. Ein Kopierschutz wird realisiert, indem künstliche Fehler eingebracht werden oder durch andere Abweichungen vom Red Book-Standard. Dadurch ist ein "Abspielschutz" vorhanden, der dazu führen kann, dass sich die CDs nicht mehr in dem CD-Laufwerk eines Rechners abspielen lassen. Dies entsteht durch das Einbringen der künstlichen Fehler. So soll das Kopieren von CDs verhindert werden. Linux oder spezielle Programme unter Windows können diesen Kopierschutz umgehen und die Daten trotzdem einlesen. Bei Autoradios oder anderen CD-Spielern können jedoch Probleme mit den kopiergeschützten CDs auftreten oder werden einem erhöhten Verschleiß ausgesetzt. Der Kopierschutz kann zu verminderter Ton-Qualität und Lesefehlern führen. Zum Teil können gravierende Hardware-Defekte auftreten, z.B. das die Firmware des CD-Spielers abstürzt und sich das Medium nicht mehr auswerfen lässt. Aufgrund dieser entstandenen Probleme wurden Hersteller aufgefordert, auf ihre geschützten CDs die Worte „Dies ist keine CD“ aufzudrucken. Einige Klagen, gegen die Hersteller, waren erfolgreich, als CDs in einigen Abspielgeräten nicht abgespielt werden konnten. Einige Meldungen zu diesem Thema sind bei Heise News nachzulesen. Inzwischen sind viele der „Un-CDs“ gekennzeichnet worden. Zum Beispiel mit der Warnung „Ist im PC/Mac nicht abspielbar!“ Diese Warnung verschweigt allerdings die Probleme, die diese CDs in Autoradios, MP3-CD-Spielern, DVD-Spielern und anderen Geräten verursachen können.

9.2 -- Pflege und Umgang

CD-ROMs wird im Durchschnitt nach nur fünf Jahren eine Unzuverlässig zugeschrieben. Im Gegenzug behaupten CD-Hersteller wie z.B. Sonopress, dass eine korrekt gefertigte CD problemlos 30 Jahre überstehen dürfte. Andere Hersteller geben für die "grünen" Rohlinge 75 Jahre und für die "goldenen" 100 Jahre Datensicherheit an. Allerdings ist die Haltbarkeit abhängig von der Behandlung und dem Aufbewahrungsort.

Folgendes sollte man im Interesse der CD vermeiden, um so eine optimale Lebensdauer zu garantieren:

1. direkte Sonneneinstrahlung
2. aussetzen starker Hitze
3. hohe Luftfeuchtigkeit
4. Fingerabdrücke
5. Kugelschreiber oder alkoholhaltige Filzstifte zur Beschriftung
6. scharfe Reinigungsmittel
7. harte Tücher zur Staubbeseitigung
8. große Alkoholmengen zur Reinigung
9. ungeschütztes Herumliegen des Rohlings/der CD (immer in der CD-Hülle aufbewahren)

Wenn man all diese Maßnahmen beachtet, sind dem jahrelangen Genuss seines Lieblingsfilms oder seines Lieblingsprogramms/Spiels keine Grenzen gesetzt.

10.0 - Literaturnachweis / Quellen

Agentur-Schultze / Wolf - Rüdiger Schulze

URL: www.agentur-schulze.de

[Link auf die CD](#) (CD-RW)

Quellen/www.agentur-schulze.de/html/cdr-w.html

[Link auf die CD](#) (CD-Herstellung)

Quellen/www.agentur-schulze.de/html/cdaufbau.html

Verfasser: Dennis Weimer

URL: www.bbs-bingen.de

[Link auf die CD](#) (Brennverfahren)

Quellen/www.bbs-bingen.de/Projekte/HBFI02_Projekte/WEIMER/REFERAT1.HTM

CCInfo / Verfasser: Christoph Caspari

URL: www.elektronikinfo.de

[Link auf die CD](#) (Laufwerke/Fehlerkorrektur)

Quellen/www.elektronikinfo.de/audio/cd.htm

ELKO - das ELEktronik-Kompendium / Verfasser: Patrick Schnabel

URL: www.elektronik-kompendium.de

[Link auf die CD](#) (Auslesen/technische Daten)

Quellen/www.elektronik-kompendium.de/sites/com/0506201.htm

Erstellt durch Peter Hewelt, Fachbereich Druck + Medien

URL: www.speichermedien.tk

[\(Pdf-Datei auf der CD\)](#)

Universität Karlsruhe / Verfasser: Boris Moser

URL: www.ira.uka.de

[Link auf die CD](#) (Pressen & Brennen)

Quellen/i31www.ira.uka.de/docs/mm

[+ep/10_CDROM/node4.html#SECTION00101300000000000000](http://i31www.ira.uka.de/docs/mm+ep/10_CDROM/node4.html#SECTION00101300000000000000)

[Link auf die CD](#) (Standard/Format)

Quellen/i31www.ira.uka.de/docs/mm+ep/10_CDROM/main_html.html

Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) / Verfasser: Volker Seibt

URL: www.lrz-muenchen.de

[Link auf die CD](#) (Formate)

Quellen/www.lrz-muenchen.de/services/peripherie/cd-formate/index.html

Institut für Informatik der Fachhochschule Köln / Fachbereich Nachrichtentechnik

URL: www.nt.fh-koeln.de

[Link auf die CD](#) (siehe optische Medien / weiterführend)

Quellen/www.nt.fh-koeln.de/fachgebiete/inf/diplom/disks/main.html

RIS Karlshorst / Verfasser: Mathias Werlitz / Daniel Müller

URL: ris.f4.fhtw-berlin.de

[Link auf die CD](#) (Technologie/Formate)

Quellen/[ris.f4.fhtw-](http://ris.f4.fhtw-berlin.de/LVSS2003/KIM/KIM_Belege/Werlitz_Mueller/Technologie_Formate.htm#Normen)

[berlin.de/LVSS2003/KIM/KIM_Belege/Werlitz_Mueller/Technologie_Formate.htm#Normen](http://ris.f4.fhtw-berlin.de/LVSS2003/KIM/KIM_Belege/Werlitz_Mueller/Technologie_Formate.htm#Normen)

[Link auf die CD](#) (Historie)

Quellen/[ris.f4.fhtw-](http://ris.f4.fhtw-berlin.de/LVSS2003/KIM/KIM_Belege/Werlitz_Mueller/Entwicklung_Historie.htm)

[berlin.de/LVSS2003/KIM/KIM_Belege/Werlitz_Mueller/Entwicklung_Historie.htm](http://ris.f4.fhtw-berlin.de/LVSS2003/KIM/KIM_Belege/Werlitz_Mueller/Entwicklung_Historie.htm)

TTD/Graphics Agentur für Webdesign und Grafikdesign
 URL: www.ttd-graphics.de
[Link auf die CD](#) (Kopierschutz)
 Quellen/www.ttd-graphics.de/media/kopierschutz/3/3-1-1.html

Wikimedia Foundation Inc.
 URL: www.wikipedia.de
[Link auf die CD](#) (Compact Disk)
 Quellen/www.wikipedia.de/Compact_Disc.html
[Link auf die CD](#) (CD-Standards)
 Quellen/www.wikipedia.de/Yellow_Book.html

Allgemeine Informationsquellen zum Thema:
[slm_brenner_theorie.doc / von Hans Harleß 2001](#)

[Interdisc CD-Fertigung.mp3 / von der Firma Interdisc erstellt](#)

Zusatz:

Die verwendeten [Grafiken](#) 3, 4 und 5 entstammen aus der Quelle: ris.f4.fhtw-berlin.de
 Quellen/ris.f4.fhtw-Berlin.de/LVSS2003/KIM/KIM_Belege/Werlitz_Mueller/Technologie_Formate.htm#Normen

Die verwendete [Grafik](#) 6 entstammt aus der Quelle: www.agentur-schulze.de
 Quellen/www.agentur-schulze.de/html/cdaufbau.html

Die verwendete [Grafik](#) 14 entstammt aus der Quelle: www.agentur-schulze.de
 Quellen/www.agentur-schulze.de/html/cdr-w.html

Die [Grafik](#) unter CD-Formate stammt aus der Quelle www.elektronik-kompodium.de
 Quellen/www.elektronik-kompodium.de/sites/com/0506201.htm

Die [Grafiken](#) Deckblatt / 1,2,7,8,9,10,11,12,13 und 15 sind von Bernd Mansberg erstellt worden.

Erklärung zu der Quellenangabe:

Die Websiteangabe (URL:) ist die Quelle im Internet. Die "Link auf die CD" - Angabe ist der direkte Zugang auf die beigelegte CD. Die entsprechenden Quellen nach jedem Kapitel führen ebenfalls direkt auf die beigelegte CD (über das Programm "Word" kann per String +Linksklick der Pfad aufgerufen werden). Die Quellen auf der CD haben zum Teil den Umfang der gesamten Website im Offlinemodus. Durch einen Rechtsklick auf den entsprechenden Link, kann über die Option Hyperlink der explizite Pfad eingesehen oder entsprechend abgelesen werden (siehe z.B. [Link auf die CD \(CD-RW\) /Quellen/www.agentur-schulze.de/html/cdr-w.html](#)).

Hinweis: Der Verzeichnisname Quellen bezieht sich auf die Offlinedateien auf der CD, die in diesem Verzeichnis abgelegt sind.

Ausnahme: [Quellen/www.nt.fh-koeln.de/fachgebiete/inf/diplom/disks/main.html](http://www.nt.fh-koeln.de/fachgebiete/inf/diplom/disks/main.html)
 Hier muss der weiterführende Link: Optische Medien benutzt werden