



Compact Disc

+ DVD

Medientechnik
SS 2003

7. Juli 2003

Christian Strausbach



Geschichte der optischen Speicher

1973

Erstmalige Erwähnung der Bildplatte, jedoch kein kommerzieller Erfolg (da *Read-Only-Medium*)

1982

Einführung der Compact Disc Digital Audio (CD-DA) → digitale Speicherung von Audiodaten mit hoher Qualität

- Das sog. **Red Book** der Firmen **SONY** und **PHILIPS** beinhaltet die Spezifikationen
- Alle weiteren CD-Formate basieren auf diesen Spezifikationen
- Einer der ersten produzierten Titel: „The Visitors“ (Abba)
- Verkauf von ca. 30 Mio. CD-DA-Abspielgeräte und über 450 Mio. CD-DA-Platten (in 5 Jahren)

1984

Vorstellung der Compact Disc zur Speicherung von Rechnerdaten (CD-ROM)

→ Spezifikationen: **Yellow Book**



Geschichte der optischen Speicher

1986

Compact Disc Interactive (CD-I) wird angekündigt → ermöglichte das interaktive Eingreifen in Audio, Video, Fotos und Spiele

→ Spezifikationen: **Green Book**

1989

Vorstellung der Compact Disc Read Only Memory Extended Architecture (CD-ROM/XA) (*Daten, Text, Audio und Video gleichzeitig auf einer CD*) → Erweiterung des **Yellow Book**

1993

Vorstellung der Video CD im **White Book** → Möglichkeit der Speicherung von Filmen mit max. 74 Minuten Spieldauer (*Videoqualität im VHS-Format*)



Geschichte der optischen Speicher

1995

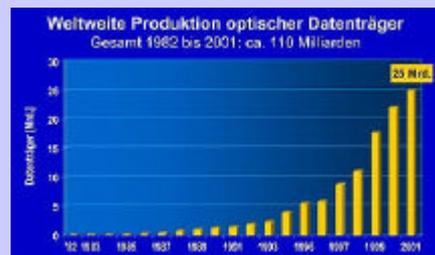
Fertigstellung der ...

- CD-R: Compact Disc Read Only
- CD-RW: Compact Disc Read Write
- CD-MO: Compact Disc Magneto Optical

→ Spezifikationen: **Orange Book**

2001

Herstellung von ca. 25 Mrd. optischen Datenträgern





Physischer Aufbau der CD-DA

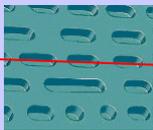
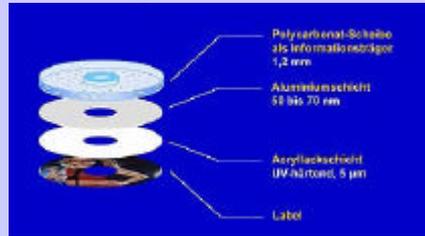
Durchmesser:

12 cm

Höhe:

1,2 mm

- Spiralförmige Spur auf der Polycarbonat-Scheibe dient als Informationsträger
- Auf dieser Spur sind sog. **Pits** eingepägt (Abtastung mit Hilfe eines Infrarot-Lasers)
- Die Bereiche zw. den Pits nennt man **Lands**



Abmessung der Pits:

Breite: 0,6 µm (1.000 µm = 1 mm)

Länge: 1 – 3 µm

Tiefe: 0,15 µm



Vom Analogsignal zur fertigen CD

1. Umwandlung des Analogsignals in einen digitalen Code



Abrundung der Analogwerte
 5,2 @ 5 und 9,6 @ 9

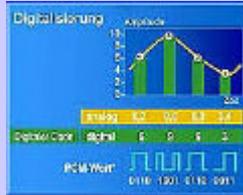
Abtastrate:

44.100 Mal / Sekunde (44.100 Hz)



Vom Analogsignal zur fertigen CD

2. Konvertierung in PCM-Code (vereinfachte Darstellung)



Darstellung der Digitalwerte in Binärform mit **16-Bit Quantisierung**

d.h. es stehen 16 Bit zur Verfügung, um die Amplitudenwerte zu speichern (65.536 Werte)

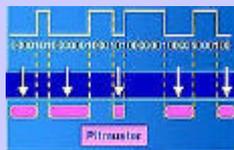
3. Bearbeitung der Daten

Fehlerprüf- & korrekturroutinen



Vom Analogsignal zur fertigen CD

4. Transformation in Pits und Lands



1 = Wechsel von Pit/Land oder Land/Pit

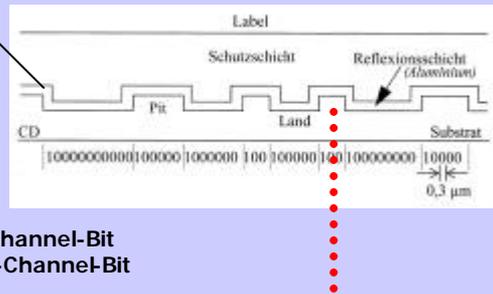
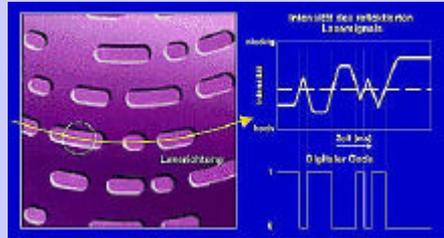
0 = kein Wechsel

5. Pressung der Pits in die Polycarbonatscheibe



Auslesen der Daten

- Bestrahlung der sich drehenden CD durch einen Laser (*Infrarot*) entlang der Spirale
- Aluminiumschicht ermöglicht Reflektion des Lasers
- Anhand der Zeit, die das Licht braucht um von der Aluminiumschicht reflektiert zu werden, erkennt das Lesegerät ein Wechsel von Pit/Land od. Land/Pit
- Einen solchen „Wechselbit“ nennt man **Channel-Bit** und keine Veränderung nennt man **Null-Channel-Bit**



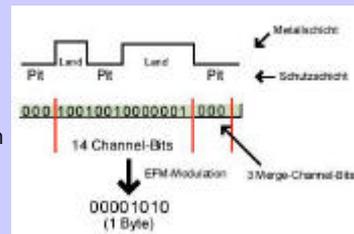
Auslesen der Daten

Problem bei Channel-Bits:

- Pits und Lands müssen eine Länge von mind. 3 und höchstens 11 Channel-Bits haben, ...
- ... da sonst die Zustandsänderungen nicht richtig erkannt werden können.

→ das ist der Grund, warum mehr als 8 Channel-Bits nötig sind, um die 256 (2^8) Möglichkeiten eines Bytes darzustellen

- 14 Channel-Bits stellen demnach ein Byte dar
- Anschließend können sie mit der EFM-(Eight-to-Fourteen)-Modulation decodiert werden
- Zwischen zwei 14-Channel-Bit-Folgen müssen drei sog. **Merge-Channel-Bits** folgen





Frames und Sektoren

Grund: Effektive Speicherung der Daten

- Mehrere Bytes werden zu **Blöcken** zusammengefasst und nochmals in **Frames** unterteilt
- Dabei sind Frames die kleinsten dieser zusammenhängenden Informationseinheiten
- Ein Frame besteht aus 588 Channel-Bits (*davon nur 408 Bit Nutzerdaten*)

Verwendung	Channel-Bits
Synchronisation	$24 + 3 = 27$
Control-Byte	$14 + 3 = 17$
Daten	$24 * (14 + 3) = 408$
Fehlerkorrektur	$8 * (14 + 3) = 136$
Σ	588

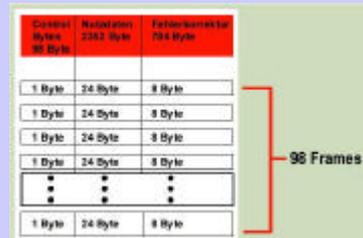


Frames und Sektoren

- **Sektoren** = Zusammenfassung von 98 Frames

Control-Byte

- Jeder Frame reserviert 1 Byte als Control-Byte
- 98 Frames fassen demnach 98 Control-Bytes zusammen, welche mit **P, Q, R, S, T, U, V, W** (sog. Sub-Channels) bezeichnet werden



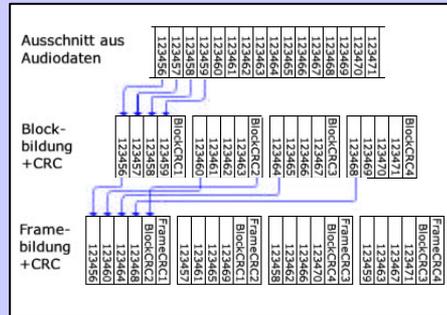
- P: Markiert die Anfänge von Tracks auf der CD
- Q (Modus 1): Enthält Inhaltsverzeichnis (*TOC*) sowie die abgelaufene Zeit
- Q (Modus 2): Unter anderem die Katalognummer zur Identifizierung der CD
- Q (Modus 3): Speicherung der ISRC-Daten über Aufnahmeland und -jahr, Eigentümer und Seriennummer der CD
- R - W: Ursprünglich als Speicherplatzreserve gedacht
(Bei den meisten CD-DAs werden diese Kanäle mit 0 überschrieben)



Fehlerkorrektur

Codierung

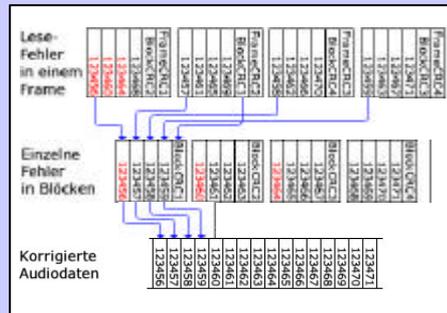
- a. Mit Hilfe einer vereinfachten Darstellung des Datenstroms ist die Implementierung der Fehlerkorrektur gut zu erkennen
- b. Fortlaufende Daten aus dem Datenstrom werden in Päckchen zu je 4 Daten verpackt (zzgl. Prüfsumme)
 - **CRC** = Cyclic Redundancy Check
- c. Nun verteilt man die einzelnen Daten dieses Päckchens auf mehrere Frames (wieder zzgl. Prüfsumme)



Fehlerkorrektur

De-Codierung

- a. Auftreten eines Fehlers im ausgelesenen Datenstrom (*rote Markierung*)
- b. Nach der Aufteilung in Blöcke, verteilen sich die fehlerhaften Daten
- c. Mit Hilfe der Prüfsumme in den jeweiligen Blöcken ist eine Rekonstruktion möglich





ISRC

= steht für **International Standard Recording Code**



- Wurde von der ISO (International Organisation for Standardisation) entwickelt
- Ermöglicht die Identifikation von Audio- und Videoaufnahmen (ISO 3901)
- Jeder Track auf der CD benötigt einen eigenen ISRC-Code
- Die Information befindet sich im **Q-Channel** der Control-Bits und enthält 12 Zeichen:

Länge	Beschreibung
2	Land (DE, UK, ...)
3	Produktionsfirma
2	Aufnahmejahr
5	Kennzeichnungscode

<http://www.ifpi.org/isrc>



Tracks und Indizes

- Eine Audio-CD ist in max. 99 Tracks aufgeteilt, um die unterschiedlichen Songs zu trennen
- Jeder Track muss mind. 4 Sekunden lang sein und es sollte eine Pause von 2 Sek. zwischen ihnen bestehen



@ Der **Lead-in**-Bereich definiert die TOC und der **Lead-out**-Bereich das Ende des Datenstroms

- Ausserdem beinhaltet jeder Track mind. 2 Indizes:
 - Index 0: Markiert die Pause und den Anfang jedes Tracks
 - Index 1: Stellt den Hauptteil des Tracks dar
- @ Es können zusätzliche Indizes benutzt werden, falls der 99-Tracks-Limit nicht ausreicht



Kopierschutz

Grundgedanke: Verhinderung des Abspielens einer CD-DA auf einem CD-ROM-Laufwerk



- Die meisten Kopierschutz-Mechanismen nutzen die Unterschiede zwischen CD-Playern und CD-ROM-Laufwerke, um die Audio-Daten zu verstecken
 - > Player lesen die Audio-Daten fortlaufend ...
... wohingegen die PC-Laufwerke die Daten aus einzelnen Blöcken erfassen und anhand der Zeitangabe (*im Q-Channel*) aus dem jeweils nächsten Block weiterlesen können
 - > In einem weiteren Mechanismus werden absichtlich Fehler auf die CD-DA gebrannt, die nur der CD-Player kompensieren kann



CD-ROM vs CD-DA

Format: ISO 9660 ist weiterhin das Standard-Aufzeichnungformat für CD-ROMs

® kann allerdings max. ein GB an Daten verwalten

- Die CD-ROM verwendet eine bessere Fehlerkorrektur, ...
 - ... einen wahlfreien Zugriff auf eine Dateneinheit (im Gegensatz zu ‚Tracks‘ bei CD-DA) ...
 - ... mit höherer Auflösung als die Tracks.
- Diese Dateneinheit wird als **Block** bezeichnet

Die CD-ROM Spezifikation wurde definiert, um neben den umkomprimierten Audio-Daten auch andere Medien speichern zu können

Deshalb unterscheidet man zwischen zwei **Modes**:

- Mode 1: Dient der Speicherung von Rechnerdaten
- Mode 2: Ermöglicht die Speicherung von anderen Medien wie z.B. Video (= *CD-ROM/XA*)





weitere CD-Formate

CD+G	Compact Disc and Graphics für Audio und Grafik (sehr geringe Verbreitung)
Mixed Mode CD	Macht es möglich, Daten und Musik auf eine einzige CD zu brennen
Photo CD	Von Kodak & Philips entwickeltes Format, um Photos zu speichern
CD+Midi	Compact Disc mit digitaler Schnittstelle für Musikinstrumente für Audio- und Midi-Informationen (sehr geringe Verbreitung)
CD-Extra	Enhanced Music Compact Disc ist die verbesserte Musik-CD. Nachfolger der CD-Plus für Audio und Daten
UDF	Universal Disc Format, Aufzeichnungsformat der DVD, kann mehrere Terabyte an Daten adressieren; standardisiert in ISO 13346



DVD

Die **Digital Versatile Disc** wurde im August 1997 in den USA veröffentlicht



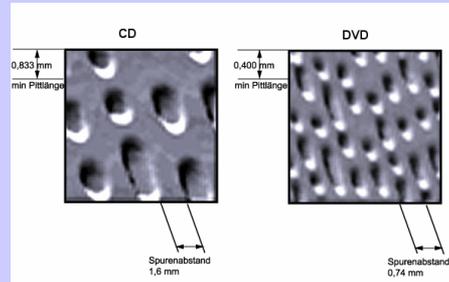
Merkmale:

- Kompatibilität der Hardware (*Player*) mit den gängigsten CD-Formaten
- Maße wie die CD, allerdings mit zwei jeweils 0,6 mm dicken Substratschichten
- Kombinationen aus Ein-/Zweischichtigkeit und Einfach-/Doppelseitigkeit möglich
- Speicherplatz: zwischen 4,7 und 17,1 Gigabyte
- Formate: DVD-Video, DVD-Audio, DVD-R(W)
- Dateisystem: UDF



DVD

- Die Pits und Lands, sind bei der DVD bedeutend kleiner und enger angeordnet
- Jede Seite der DVD kann zwei Datenebenen enthalten, was ihre Speicherkapazität noch einmal verdoppelt
- Die zweite Ebene wird durch einen halbtransparenten Film erzeugt, der etwa 50 Mikrometer über der ersten Schicht liegt
- Um die tiefer liegende Datenebene zu erreichen, liest der Laser durch den halbtransparenten Film hindurch
→ Durch die Einstellung des Laser-Brennpunkts wird entschieden, welche Schicht abgetastet wird



In naher Zukunft wird wohl die VHS-Kassette und die CD von der **DVD** komplett abgelöst



Quellen

Bibliographie :

- Henning, P. (2001). *Taschenbuch Multimedia*. Leipzig: Fachbuchverlag Leipzig.
- Claus, V. & Schwill A. (2001). *Duden – Informatik*. Mannheim: Brockhaus AG
- Steinmetz, R. (2000). *Multimedia-Technologie*. Heidelberg: Springer

Webliographie :

- www.disctronics.co.uk/technology - Sehr detaillierte Beschreibung über CD/DVD
- www.elektronikinfo.de/audio/cd.htm - Private Site und für den schnellen Überblick
- www.kefk.net/Hardware/Massenspeicher/Sekundär/Formate - Auflistung der wichtigsten CDFormate
- www.disctronics.co.uk/technology/glossary/glossary.htm - Ausführliches Glossar
- www.cdrfaq.org - FAQ-Site zur CD-R
- www.techchannel.de/hardware/403 - Grundlagen der CD-ROM
- www.bayer.at/presse/meldungen/2002/18.html - Präsentation zur CD
- www.licensing.philips.com/licensees/conditions/cd - Lizenzvereinbarung von Sony/Philips