



Grundlage des CD-Brennen

Autor: Johnny Graber (*linux@jgraber.ch*)
Layout: Matthias Nüßler (*m.nuessler@web.de*)
Lizenz: GFDL

In diesem Text geht es um die Grundlagen des CD-Brennens. Wer schon häufig CDs gebrannt hat, wird das meiste dieses Textes schon kennen.

Wir setzen das hier vermittelte Wissen bei den nachfolgenden Texten zum Thema CD-Brennen voraus und werden dort nicht noch einmal die Begriffe erklären. Daher sollte man den Text wenigstens ein mal anschauen ;-)

Inhaltsverzeichnis

1 Verfahren

- 1.1 Pits und Lands
- 1.2 CD-R
- 1.3 CD-RW
- 1.4 Geschwindigkeitsangaben

2 Begriffe

- 2.1 Tracks
- 2.2 Sessions
- 2.3 Lead-in und Lead-out
- 2.4 On-The-Fly
- 2.5 Track-at-Once (TAO)
- 2.6 Disc-at-once (DAO)
- 2.7 SCSI-Emulation
- 2.8 Buffer Underrun
- 2.9 Finalisieren oder Fixieren
- 2.10 ISO-Image

3 Formate

- 3.1 Audio (Red Book)
- 3.2 Daten (Yellow Book)
- 3.3 CD-R und CD-RW (Orange Book)
- 3.4 CD-Extra (Blue Book)
- 3.5 CD-i (Green Book)
- 3.6 Video (White Book)

4 Dateisysteme

- 4.1 ISO-9660
- 4.2 Joliet
- 4.3 Rock Ridge
- 4.4 UDF

5 Rohlinge

- 5.1 Materialien
 - 5.1.1 grober Aufbau
 - 5.1.2 Der Dye
 - 5.1.3 Die Reflektionsschicht
 - 5.1.4 Farbkombinationen
- 5.2 Kapazität
- 5.3 Hersteller
- 5.4 Qualität und Preis
- 5.5 Brenngeschwindigkeit

6 weiterführende Links

1 Verfahren

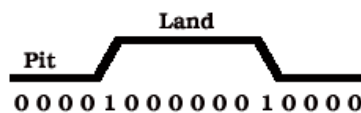
Die Audio-CD wurde entwickelt, um die Schallplatte abzulösen. Wie dort findet sich auch bei der CD nur eine Spur, die sich spiralförmig über das ganze Medium zieht. Im Gegensatz zur Platte wird eine CD aber von innen nach außen beschrieben.

Beschrieben werden aber nur die selbst hergestellten CDs. In der Industrie werden CDs gepresst, was die Massenproduktion erst möglich macht.

Im Rahmen dieses Textes liegt der Schwerpunkt bei den CDs, die gebrannt werden. Zu gepressten CDs findet man auf Google (<http://www.google.de>) genügend Infos.

1.1 Pits und Lands

Eine CD ist ein vollkommen digitales Medium. Der Inhalt wird mit einem Laser berührungsfrei ausgelesen. Wie bei digitalen Medien üblich, werden die Daten in binärer Form abgelegt. Die Vertiefungen heissen **Pits**, die Erhöhungen nennt man **Lands**. Der Übergang zwischen Pit und Land stellt den binären Wert 1 dar, 0 wird durch die eine längere Folge von Pits oder Lands gebildet.



So werden die binären Werte gebildet

1.2 CD-R

Auf eine CD-R (Compact Disc Recordable) kann man mit Hilfe eines CD-Brenners Daten schreiben. Diese werden in Sessions organisiert und können nur ein mal beschrieben werden.

1.3 CD-RW

Eine CD-RW (CD Re-Writable) kann man mehrmals beschreiben. Das Verfahren ist aus Benutzersicht gleich, weicht aber im Detail von dem der CD-R ab. Für CD-RW gibt es spezielle Rohlinge, deren Brenngeschwindigkeit deutlich unter der von CD-R liegt.

1.4 Geschwindigkeitsangaben

Bei der Beschreibung von CD-Brennern findet man immer eine 3er Gruppe von Zahlen (Bsp. 48x 12x 40x). Die erste Zahl steht für die Geschwindigkeit beim Beschreiben einer CD-R, in dem Fall 48x. Die zweite Zahl steht für die Geschwindigkeit des Brenners beim Schreiben von CD-RW, hier 12x. Mit der letzten Zahl wird angegeben, wie schnell eine Daten-CD gelesen werden kann. Aber was bedeutet dies konkret?

Wenn man eine CD mit 1x beschreibt, dauert der Schreibvorgang gleich lang, wie man für das Abspielen der (Audio) CD braucht. Bei 72 Min. Musik oder 650MB Daten dauert das Beschreiben so 72 Minuten.

Kann der Brenner mit 48x schreiben, braucht er nur 1/48 der Abspielzeit. Statt nach 72 Minuten ist man bei der gleichen CD nach nur noch knapp 2 Minuten fertig.

Die Brenner werden immer schneller, doch wird das Ergebnis nicht besser. Damit die Löcher sauber gebrannt werden, braucht der Laser entsprechend Zeit. Statt einem Kreis brennt man mit 48x ein oval, was die Haltbarkeit senkt und die Kompatibilität mit älteren Laufwerken deutlich einschränkt.

Man muss sich entscheiden, ob man lieber schneller brennt oder eine bessere Lesbarkeit haben will. Je nach PC gibt es Probleme bei der Lieferung von Daten für 48x. In dem Fall sollte man die Geschwindigkeit reduzieren. Lieber doppelt so lange für das Brennen brauchen als Reihenweise Rohlinge zu verbrennen.

2 Begriffe

2.1 Tracks

Ein Track ist ein Teil einer CD. Bei der Audio-CD gibt es pro Stück einen Track, auf Daten-CD sind alle Daten in einem geschrieben.

2.2 Sessions

Eine Session kann man als einen Arbeitsgang auffassen. Dabei werden ein oder mehrere Tracks geschrieben. Man kann CDs sowohl als Singlesession wie auch als Multisession brennen. Single bedeutet, das man die ganze CD in einem Durchgang beschreibt, während man bei der Multisession mehrere Anläufe macht (die neuen Daten werden hinten an die alten angehängt).

Da CD-Player nichts mit einer Multisession-CD anfangen können, macht dieses Verfahren nur bei CD-ROM Sinn. Durch eine Änderung am TOC (Table of Contents = Inhaltsverzeichnis) ist es möglich, Dateien bei einer vorhergehenden Session zu "löschen". Die Dateien sind physikalisch noch immer auf der CD vorhanden, können aber nicht mehr über das TOC angesprungen werden. Aus Sicht des Benutzers sind die Daten somit gelöscht.

2.3 Lead-in und Lead-out

Das Lead-in wird am Anfang jeder Session geschrieben. Es enthält das TOC und ist zwingend notwendig, wenn man die CD später lesen will. Für jedes Lead-in braucht es ca. 9 MB.

Am Ende jeder Session steht das Lead-out. Damit wird das Ende der CD markiert. Für das 1. Lead-out braucht man knapp 13 MB, für jedes weitere braucht man nur noch 4 MB.

Will man eine CD beschreiben, kommen so auf jeden Fall mindestens 22 MB hinzu - egal ob die zu brennende Datei 600MB oder 1MB gross ist.

2.4 On-The-Fly

Bei diesem Verfahren wird eine Datei ohne zwischenspeichern auf der Festplatte geschrieben. Dies braucht man vor allem beim Kopieren von CDs. Dabei ist das Original im CD-Laufwerk und der Rohling liegt im Brenner.

2.5 Track-at-Once (TAO)

Audio-CDs sollte man immer im TAO-Modus schreiben. Dabei werden die Tracks einzeln geschrieben und so wird zwischen den Stücken eine Pause von 2 Sekunden eingebaut. Will man eine Pause vermeiden, z.B. bei Live-Aufnahmen, sollte man DAO verwenden.

2.6 Disc-at-once (DAO)

Bei DAO wird die ganze CD in einem Durchgang beschrieben. Im Gegensatz zu TAO wird dabei der Laser zwischendurch nie abgeschaltet. DAO funktioniert mit fast allen neuen Brennern, doch kann diese Brennweise nicht bei älteren Geräten verwendet werden.

Will man eine exakte Kopie einer CD, sollte man diese mit DAO brennen.

2.7 SCSI-Emulation

Unter Linux funktioniert das Brennen von CDs nur über SCSI. Hat man einen (E)IDE-Brenner, muss man einen SCSI-Brenner emulieren. Danach kann man ohne Probleme loslegen.

Wie diese Emulation eingerichtet werden muss, ist im Text [cdrecord](#) beschrieben

2.8 Buffer Underrun

Ein Track muss in einem Stück geschrieben werden. Jeder CD-Brenner hat daher einen Buffer, in dem die Daten zwischengespeichert werden. Sollte der Datenfluss von der Festplatte eine kurze Unterbrechung haben, werden die Daten aus dem Buffer gelesen.

Sollte der Buffer leer sein, bevor die Daten wieder von der Festplatte kommen, gibt es einen Aussetzer. Dies wird als "Buffer Underrun" bezeichnet und war schon für viele Rohlinge das Todesurteil.

Es gibt mittlerweile von fast jedem Hersteller eine Hardware-Lösung zur Vermeidung dieser Buffer Underruns. Bei Plextor heisst diese Funktion BURN-Proof, bei LG SuperLink.

2.9 Finalisieren oder Fixieren

Damit meint man das Abschliessen einer Multisession-CD. Durch diesen Vorgang wird die CD "versiegelt" und kann nicht mehr ergänzt werden. Dafür kann man sie aber in jedem Laufwerk lesen.

2.10 ISO-Image

Unter einem ISO-Image versteht man ein Abbild einer CD. Diese Datei entspricht 1:1 dem, was man auf die CD brennen will. Zur einfacheren Wiedererkennung gibt man dieser Datei oft die Endung `*.iso`.

Damit cdrecord eine CD brennen kann, muss vorgängig ein ISO-Image erstellt werden.

3 Formate

Unterschiedliche Verwendungszwecke fordern unterschiedliche Eigenschaften. Daher gibt es bei der CD zahlreiche Formate, von denen hier die wichtigsten kurz aufgegriffen werden.

3.1 Audio (Red Book)

Mit dem Red Book wurde die ursprüngliche Audio CD definiert. Dieser Standard geht auf die Entwickler der CD, Sony und Philipps zurück und wurde erstmals im Jahre 1982 erwähnt. Häufig liest man auch von CD-DA. Dies steht für "CD Digital Audio" und meint damit ebenfalls die "gewöhnliche" Audio-CD.

Bei einer Audio-CD werden die Lieder in einzelnen Tracks gespeichert. Es gehen maximal 99 Tracks auf eine solche CD. Da die Tracks über ein TOC verwaltet werden, kann man Audio-CDs nicht im Multi-Session-Modus brennen.

3.2 Daten (Yellow Book)

Die jedem PC-Benutzer bekannte CD-ROM wird im Yellow Book definiert. Auf ihr können Daten aller Art gespeichert werden. Also nicht nur Musik, sondern auch Bilder, Texte, Tabellen usw.

Dieses Format stammt ebenfalls von Philipps und Sony. Es wurde um 1984 festgelegt und ist seit den Aktualisierung im Jahr 1988 und 1991 immer noch in Kraft.

3.3 CD-R und CD-RW (Orange Book)

Wie (wieder)-beschreibbare CDs definiert sind, findet man im Orange Book. Da es lange Zeit an entsprechenden Geräten mangelte, wurde dieses Format erst spät festgelegt.

In diesem Buch findet man alle Informationen darüber, wie ein Rohling aufgebaut sein muss und wie er sich beschreiben lässt. Das Beschreiben ist insofern speziell, da alle anderen CDs ja gepresst werden.

3.4 CD-Extra (Blue Book)

Bei CD-Extra wird eine Audio- mit einer Daten-CD kombiniert. Die Audio-Tracks liegen am Anfang der CD, damit diese von gewöhnlichen CD-Playern abgespielt werden kann. Bei einem entsprechenden Laufwerk kann man auch auf die Daten zugreifen. So kann man neben dem Musikstück auch noch gleich den passenden Video-Clip auf der CD unterbringen.

Das Blue Book wurde erst 1995 festgelegt und ist damit eines der jüngeren Bücher.

3.5 CD-i (Green Book)

CD-i hätte unter anderem ein neues Filmerlebnis bringen sollen. Dabei konnte man Filme mit digitaler Qualität ansehen und über die Fernbedienung zusätzliche Informationen abfragen(das i steht für Interaktiv).

Mangels eines breiten Angebotes von Filmen und wegen dem hohen Anschaffungspreis eines Players setzte sich CD-i nie durch und wurde mittlerweile durch die DVD abgelöst.

3.6 Video (White Book)

Will man seine selbstgemachten Urlaubsvideos auf eine CD brennen, ist das White Book das richtige Format. Auf einer solchen CD können Video-Filme als MPEG-Dateien gespeichert werden. Etliche DVD-Player bieten eine Abspielmöglichkeit für diese CDs.

Wer mehr über dieses Format und die Video-CD wissen will, sollte sich einmal auf <http://www.vcdhelp.com> umsehen.

4 Dateisysteme

4.1 ISO-9660

Der Vorteil dieses Dateisystems ist die plattformübergreifende Verwendbarkeit. Diese geht aber auf Kosten der Funktionalität. Daher kann bei diesem Dateisystem ein Dateiname nur aus 8 und die Endung nur aus 3 Zeichen bestehen. Zudem ist es nicht möglich, mehr als 8 Verzeichnisebenen zu erstellen.

4.2 Joliet

Wegen den Beschränkungen von ISO-9660 erweiterte Microsoft den Standard und definierte Joliet. Mit Joliet ist es unter anderem möglich, für Dateinamen 64 Zeichen zu verwenden. Eine CD mit diesem Format ist auf die Systeme DOS, Windows, Mac-OS und Linux beschränkt. Für den gewöhnlichen Anwender ist Joliet das favorisierte Format.

4.3 Rock Ridge

Das Rock Ridge Interchange Protocol (kurz RRIP) ist wie Joliet eine Erweiterung des ursprünglichen Standards. Rock Ridge ermöglicht die Verwendung der Vorteile der Unix-Dateisysteme auf einer CD. Es gibt keine Limit bei den Verzeichnisebenen, ebensowenig bei den Dateinamen. Zu dem können auch Links verwendet werden.

Eine so beschriebene CD lässt sich auch von anderen Betriebssystemen lesen, doch bleiben dabei die Vorteile ungenutzt.

4.4 UDF

Das "Universal Disc Format" (UDF) ist ein neueres Format, mit dem man CDs wie Festplatten ansprechen kann. Durch UDF ist es möglich, eine CD schrittweise zu beschreiben.

Damit die Kompatibilität mit ISO-9660 gegeben ist, lässt sich die CD abschliessen. So sollte jedes CD-Laufwerk den Datenträger lesen können.

5 Rohlinge

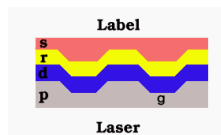
5.1 Materialien

5.1.1 grober Aufbau

Das Grundmaterial eines Rohlings ist Polycarbonat (**p**). Dadurch erhält die CD ihre Form und Stabilität. Darauf kommt eine Farbschicht, die man Dye (**d**) nennt. Auf diesem Dye werden schlussendlich die Daten eingebrannt. Damit der Laser diese lesen kann, liegt darüber eine Reflektionsschicht (**r**). Damit den einzelnen Schichten nichts passiert, wird über zu oberst eine Schutzschicht aus Lack (**s**) angebracht.

Der Laser kann den Rohling aber nicht einfach so beschriften. Damit die Daten sauber eingebrannt werden können, gibt es auf den unteren Schichten des Rohlings eine Führungsrille (PRE-Groove).

Die Qualität des Rohlings hängt sehr stark von diesem Groove (**g**) ab. Ist dieser nicht über die ganze CD konstant, führt dies zu Brennfehlern.



Die einzelnen Schichten eines CD-Rohlings

5.1.2 Der Dye

Der Farbstoff des Dye hängt von den verwendeten Materialien ab. Die 3 organischen Stoffe, die dafür verwendet werden, sind:

- * Cyanin: blaue Farbe mit einer Haltbarkeit von ca. 10 Jahren
- * Phthalocyanin: durchsichtig bis leicht gelbgrün mit einer Lebensdauer von gut 100 Jahren
- * Azon: ebenfalls blau mit einer Haltbarkeit von 100 Jahren

Da für alle 3 Stoffe Patente existieren, werden die Materialien nur von wenigen Firmen hergestellt.

5.1.3 Die Reflektionsschicht

Für diese Schicht braucht es ein Material, das möglichst viel vom Licht des Lasers zurück wirft. Daher besteht diese Schicht entweder aus Gold oder Silber.

5.1.4 Farbkombinationen

Durch die Kombination der Stoffe beim Dye mit den unterschiedlichen Reflektionsmaterialien gibt es folgende Farbkombinationen:

Farbe	Dye	Reflektionsmaterial
Grün	Cyanin	Gold
Gold	Phthalocyanin	Gold
Grüngelb	Phthalocyanin	Silber
Blau	Cyanin	Silber
Blau	Azon	Silber

5.2 Kapazität

Rohlinge werden heute in zahlreichen Grössen geliefert. Die "gewöhnliche" CD hat ein Fassungsvermögen von 650 MB, auf eine überlangen CD passen 700 MB. Es gibt nun auch CDs mit einer Kapazität von 800 MB, doch haben sich diese noch nicht so verbreitet.

Auch nach unten hin gibt es verschiedene Kapazitäten. Auf eine CD im Kreditkartenformat passen nur noch 51 MB, dafür ist das Format praktisch zum mitführen.

Bei den heutigen CD-Brennern ist es meistens egal, welchen Typ man verwendet. Einzig bei den neuen 800MB Rohlingen sollte man sich vor dem Kauf auf der Seite des Herstellers erkundigen. Bei sehr alten Laufwerken kommt es häufiger vor, dass sich die längeren CDs nicht lesen lassen.

5.3 Hersteller

Mittlerweile gibt es bei den Rohlingen mehrere hundert Marken. All diese Rohlinge werden aber von weniger als 20 Herstellern produziert. Daher kann man als Käufer nicht oder nur schwer erkennen, wer die CD hergestellt hat.

Da zudem etliche Vertreiber gelegentlich ihre Zulieferer ändern, kann man plötzlich eine unangenehme Überraschung erleben.

5.4 Qualität und Preis

Markenrohlinge von TDK, Kodak oder Pioneer kosten in der Regel gut das Doppelte der billigeren Konkurrenz. Falls man seine CDs nicht Jahrzehnte lang aufbewahren will, kommt man meistens mit den günstigeren Produkten aus.

Der höhere Preis rechtfertigt sich für den Privatanwender kaum. Einzig bei Audio-Rohlingen bemerkt man einen geringen Unterschied. Doch ist der grösste Teil der Preisdifferenz nicht auf die Qualität, sondern auf die Gebühren der [GEMA](#) zurück zu führen.

Gibt es keine Kompatibilitätsprobleme mit dem Brenner, kann man ohne zu Zögern zu den billigeren Rohlingen greifen. Es kann auch Möglich sein, dass der Brenner mit den billigeren Rohlingen besser zurecht kommt als mit den teuren. Daher sollte man gelegentlich auch einmal eine andere Marke testen.

5.5 Brenngeschwindigkeit

Man sollte möglichst Rohlinge verwenden, die für die Geschwindigkeit des Brenners gemacht wurden. Bei CD-R kann man Rohlinge für eine Geschwindigkeit von 20x auch mit einem 8x-Brenner beschreiben. Der 20x Rohling hat aber einen anderen Aufbau und rechnet mit weniger Brennkraft des Lasers. Er wird regelrecht "verbrannt". Die CD kann zwar noch gelesen werden, doch sinkt auch hier wieder die Haltbarkeit. Brennt man mit einem 20x-Brenner einen 8x Rohling, werden die Pits und Lands mit zu wenig Energie gebrannt und sind dadurch nur schwer lesbar.

Bei CD-RW steht man vor einem grösseren Problem, wenn man mit einem 4x Brenner einen 8x HighSpeed Rohling brennen will: Es geht nicht.

Damit man CD-RW mit mehr als 4x beschreiben kann, musste ein neuer Laufwerkstyp entwickelt werden. Man erkennt diese Laufwerke am angebrachten Logo mit dem Titel "Re Writable High Speed". Daher unbedingt auf die Beschriftung der CD-Hülle achten. Dies erspart einem Fehlkäufe und Frust.

6 weiterführende Links

Zur Herstellung von CDs: http://www.mam-e.com/corporate/al/web/process_fabric02.htm

Alles rund ums Brennen von CDs: <http://www.cdrompage.com/>

