

Diese Informationen stammen von MAM-E. Bitte beachten Sie, dass dieser Hersteller nicht mehr auf dem Markt ist. Grundsätzlich stimmen aber natürlich noch immer die reinen Technischen Informationen zu den CDs. Eigenschaften der verschiedenen Dyes wurden natürlich von vielen Herstellern verbessert – die Vergleiche lassen Sie daher bitte außer acht – die Technik bleibt nicht stehen. Mehr Infos unter <http://www.comattack.ch>.

MAM-E CD-R

Das Know How

MAM-E SA war spezialisiert auf die Herstellung von CD-Rs und DVD-Rs. MAM-E stellt ein komplettes Produktsortiment von CD-Rs (einmalig beschreibbaren Compact Discs) her. Aufgrund eines "licensed technology" auf Schlüsselkomponenten im Fertigungsprozess liefert MAM-E CD-Rs der anerkannt höchsten Qualitätsstufe und Beständigkeit. Das breite Produktsortiment von MAM-E richtet sich hauptsächlich an professionelle Anwender und Unternehmen für Anwendungszwecke wie Archivierung, Datendistribution und Duplikation.

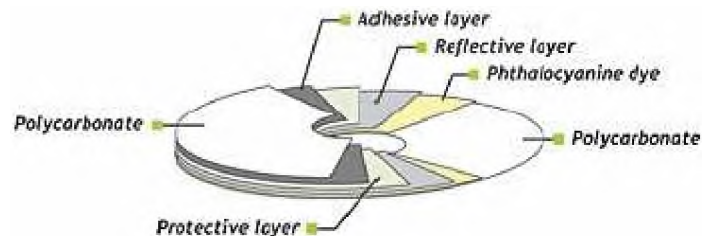
CD-R Technologie

Als forschendes Chemieunternehmen ist MAM-E Chemicals an der Synthese organischer Farbstoffe stark interessiert und konnte über 70 Jahre Erfahrung auf diesem Gebiet sammeln.

Es ist einer dieser Farbstoffe, der die für die Herstellung hochwertiger CD-Rs notwendige Schlüsseltechnologie bildet, durch den Laserstrahl verbrannt wird und auf diese Weise Daten speichert. Der große Vorteil der MAM-ECD-Rs ist die Tatsache, dass MAM-E der weltweite Patentinhaber des derzeit anerkannt besten organischen Farbstoffs auf dem Markt ist - dem Phthalocyanin.

Eine CD-R besteht aus:

- Einer Trägerscheibe aus Polycarbonat
- Einer Speicherschicht aus organischem Farbstoff (Azo, Cyanin oder Phthalocyanin)
- Einer Reflexionsschicht aus Gold oder Silber
- Einer Schutzschicht aus Kunstharz
- Einer weiteren, diamant harten Schutzschicht, dem MAM-E Diamond Coat



Phthalocyanin vereint in sich verschiedene positive Eigenschaften für ein hochwertiges Medium: extreme Widerstandsfähigkeit, bemerkenswerte Reflexionseigenschaften, äußerste Zuverlässigkeit und ideale Kompatibilität. Das ist der Grund, weshalb MAM-E Speichermedien zu den besten Medien auf dem Markt zählen.

Darüber hinaus verbrennt Phthalocyanin unter dem Laserstrahl des CD-R-Brenners viel leichter und exakter als andere organische Farbstoffe, was eine hohe Datenintegrität beim Lesen gewährleistet.

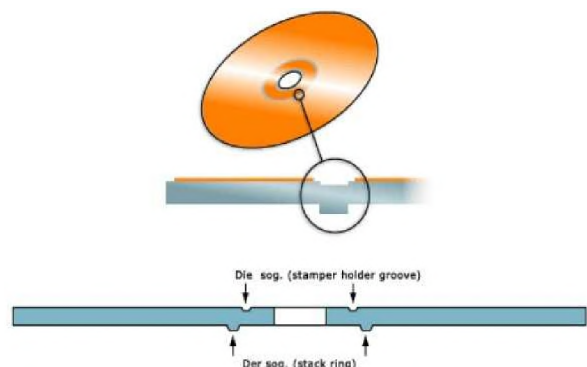
Darstellung einer MAM -E CD-R

Abmessungen

Eine CD besteht aus einer Scheibe mit 120 mm Durchmesser und 1,2 mm Dicke. Das Loch in der Mitte hat einen Durchmesser von 15 mm und dient als Zentrierhilfe.

Als Trägerscheibe dient eine Scheibe aus Polycarbonat (dieses Material ist bei hohen Temperaturen viel härter und widerstandsfähiger als andere Kunststoffe).

Der sog. "stack ring", ein leicht gewölbter Ring mit einer Höhe von 0,27 mm, schützt die CDs vor Beschädigung beim Stapeln und sorgt dafür, dass immer etwas Luft zwischen den gestapelten Scheiben bleibt. Die Rille, die sog. "stamper holder groove", ist produktions bedingt und hat keine Funktion.



Die Komponenten einer CD-R

Das Substrat

Eine Scheibe aus Polycarbonat bildet die Grundlage für eine CD-R. Sie spielt eine wichtige Rolle beim Lesen der CD-R, wie das Laufwerk das Medium erkennt.

Der Farbstoff

Die Polycarbonatscheibe wird mit einem organischen Farbstoff, dem sog. Dye überzogen. Dieser Farbstoff dient als Speicherschicht. Er zerfällt unter dem Einfluss des Laserstrahls, der mit einer Wellenlänge von 780-790 Nanometer Hitze erzeugt. Der Farbstoff färbt sich durch die Hitze des Laserstrahls schwarz und erzeugt so die Information. Der von MAM-E eingesetzte Farbstoff ist das Phthalocyanin Gold oder Silber

Eine Reflexionsschicht aus Gold wird im Vakuum aufgebracht. Dadurch wird der Laserstrahl beim Lesen der CD reflektiert. Aus Kostengründen hat Silber nach und nach das Gold ersetzt, gleichzeitig ist die Reflektivität von Silber höher. Die Lebensdauer einer CD-R mit einer silbernen Reflexionsschicht ist gleichwohl kürzer als die einer CD-R mit einer goldenen Reflexionsschicht.

Der Schutzlack

Eine Lackschicht wird über die Reflexionsschicht gelegt. Diese Lackschicht bedeckt die Reflexionsschicht vollständig und wird sowohl außen als auch innen über den Rand hinaus aufgetragen. Das verhindert zum einen das ansonsten leichte Ablösen der Reflexions- und Speicherschicht, zum anderen verhindert es das Eindringen von Feuchtigkeit. Diese Lackschicht wird mit UV-Strahlen zwei Sekunden lang gehärtet.

Diamond Coat Schutzschicht

Eine von MAM-E speziell entwickelte, extrem widerstandsfähige Schutzschicht wird über die Lackschicht gelegt und erhöht so die Kratzfestigkeit.

Bedruckung

Das ist der letzte Schritt, bevor die CD-R verpackt wird. Es werden Informationen wie z.B. Markenzeichen des Herstellers, Produktkennzeichen, etc. aufgebracht.

Die verschiedenen Farbstoffe bei CD-Rs

Phthalocyanin

CD-Rohlinge mit dem organischen Farbstoff Phthalocyanin besitzen eine höhere Reflektivität als andere Farbstoffe. Die Ursache hierfür ist die höhere Transparenz aufgrund der Gold ähnlichen Farbe des Phthalocyanin. In Verbindung mit einer goldenen oder silbernen Reflexionsschicht ergibt dies eine hervorragende Reflektivität und führt so zu einer wirklich universellen Kompatibilität mit allen gängigen Recordern und Laufwerken.

Cyanin

Diese Rohlinge besitzen eine grüne Färbung und benutzen einen organischen Farbstoff auf Cyanin-Basis. Die Qualität ist schwankend, und die Lebensdauer ist relativ kurz verglichen mit einer Speicherschicht auf Phthalocyanin-Basis. Die Reflexionseigenschaften sind wegen der grünen Färbung schlechter und die Verbrennung ist weniger exakt.

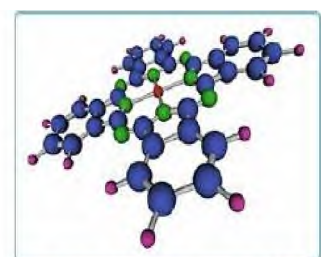
Azo

Rohlinge auf Azo-Basis besitzen eine blaue Färbung und setzen eine silberne Reflexionsschicht ein, um trotz der blauen Färbung dieses organischen Farbstoffs eine vernünftige Reflektivität sicherzustellen.

Ähnlich wie bei Cyanin ist auch bei Azo die Stabilität wesentlich geringer als bei Phthalocyanin, beim Schreiben ist die BLER-Rate höher, daraus folgt eine geringere Lebensdauer.

Das Phthalocyanin-Molekül

Im Gegensatz zu den anderen beiden Farbstoffen, die eine lineare Molekularstruktur besitzen, ist die Struktur des Phthalocyanin-Moleküls ringförmig. Der Vorteil dieser Struktur ist die starke, extrem stabile chemische Verbindung, daher auch die Widerstandsfähigkeit des Phthalocyanin.



Ringstruktur eines Phthalocyanin-Moleküls

Das Funktionsprinzip

Allgemeines

Eine CD-R ist ein optisches Speichermedium. Das Schreiben von Daten auf eine CD-R setzt einen Recorder voraus, der gleichzeitig als Leselaufwerk dienen kann. Ein reines Leselaufwerk kann nicht zum Schreiben benutzt werden. Die Kapazität einer CD-R beträgt etwa 650 MB, das entspricht etwa 450 Disketten. Das Schreiben und Lesen einer CD oder CD-R erfolgt durch einen Laserstrahl, der die Oberfläche abtastet, ähnlich, wie es die Nadel bei einer Schallplatte getan hat. Der Schreib-/Lesekopf ist auf einer beweglichen Einheit montiert, die die verschiedenen Stellen einer CD ansteuern kann.

Umdrehungsgeschwindigkeit - Zwei Arten der Rotation sind möglich :

- Konstante lineare Geschwindigkeit (CLS, Constant Linear Speed)
- Konstante Winkelgeschwindigkeit (CAS, Constant Angular Speed)

Bei einer konstanten Winkelgeschwindigkeit ist eine Geschwindigkeitssteuerung nicht nötig. Bei einer konstanten linearen Geschwindigkeit muss dagegen die Umdrehungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Position des Schreib-/Lesekopfes angepasst werden, so dass die Linear Geschwindigkeit stets 1,2 m/s beträgt. Bei konstanter Winkelgeschwindigkeit (CAS) wiederum ist die Kapazität der CD kleiner als im Falle der konstanten Lineargeschwindigkeit (74 min 30 s Hi-Fi Sound mit 44,1 kHz). Das Lesen CD-Rs bestehen aus einer mit mehreren Schichten überzogenen Plastikscheibe. Auf einer Seite dieser Plastikscheibe (auf der Seite mit den Schichten von Farbstoff, Gold, etc.) ist ein ganz feines Muster zu sehen, im Prinzip mit der Form einer Spirale.

Die Abmessungen dieser Spirale, des sog. Groove, sind :

Beginn des Groove (der Spirale):	22 mm
Ende des Groove:	58,1 mm
Spurweite :	1,6 p (0,0016 mm)
Breite der Rille:	0,67 µm
Tiefe der Rille :	0,168 Nm

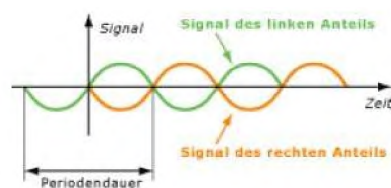
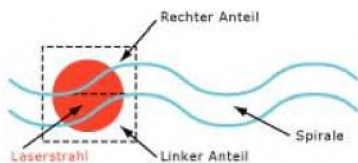
Die Spirale wird bei der Herstellung der Polycarbonatscheibe geformt. Der Teil der Spritzgussform, die das Spiralmuster erzeugt, wird Stamper (Stempel) genannt.

Die einzelne Kurve des Spiralmusters ist nicht gleichmäßig, sondern wobbelt entlang der Spirale (zittert sich gleichsam die Spirale entlang :

Die Frequenz dieser Schwingungen beträgt 22,05 kHz. Diese Schwingung macht es möglich, dass der Schreib-Lesekopf der Spirale folgen kann und steuert gleichzeitig die Rotationsgeschwindigkeit der CD.

Der Laserstrahl folgt dieser Spirale, ähnlich wie die Saphirnadel bei einer Schallplatte. Der Laserstrahl geht dabei durch das Polycarbonat hindurch, durch die Farbstoffschicht, und wird reflektiert an der Goldschicht. Das zugehörige Signal wird dann analysiert und in zwei Haupt-Informationsbestandteile zerlegt: Die Refraktion (Ref) und der Gleichlauffehler (Tracking Error Signal Te). Die Refraktion (die Brechung des Laserstrahls) macht es möglich, die auf der CD gespeicherte Information wieder auszulesen. Der Dye (der Farbstoff der Speicherschicht) ist entweder mehr oder weniger dunkel, weil der Laser den Dye an bestimmten Stellen verbrannt hat, um die binäre Information (zwei Zustände: 0 oder 1, wie bei einem Schalter, der an oder aus ist) zu speichern. Die Refraktion ist je nach Zustand des Dye unterschiedlich (verbrannt und daher dunkler, oder nicht verbrannt und daher heller).

Die Messung des Tracking Error Signal (Gleichlauffehler) ermöglicht zum einen das Verfolgen der Spirale durch den Lesekopf, zum zweiten dient sie zur Steuerung der Rotationsgeschwindigkeit der CD. Wie wir weiter oben gesehen haben, folgt die Spirale nicht einer gleichmäßigen Kurve, sondern wobbelt. Der reflektierte Laserstrahl wird in zwei Teile zerlegt (rechts und links) und die Analyse des reflektierten Energieanteils dieser zwei Teile, der sich ja ständig ändert, ermöglicht die Messung der Rotationsgeschwindigkeit sowie die Verfolgung der Schwingungen (über die Frequenz des Signals).



Da die Frequenz 22050 Hz beträgt, muss die Periodendauer konstant gehalten werden, um einen kontinuierlichen Datenstrom beim Schreiben oder beim Lesen der gespeicherten Daten zu gewährleisten.

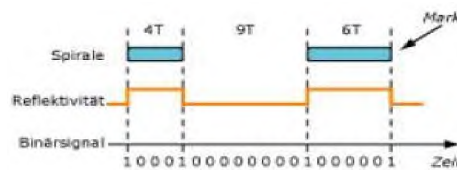
Der Schreib-/Lesekopf muss sich also bewegen, um den Schwingungen der Spirale zu folgen, die Änderung der Amplitude des Signals wird daher gleichzeitig zur Justage der Position des Schreib-/Lesekopfes genutzt. Je nach Abweichung des Laserstrahls von der Mittellinie der gewobbelten Spirale wird ein Signal stärker als das andere. Die Analyse dieser Differenz steuert den Schreib-/Lesekopf.

Kodierung der Information

Die vom Laserstrahl verbrannten Bereiche (Pit oder Mark) sind in der Größe variabel, aber standardisiert: zwischen 3T bis 11 T, wobei T 231,4 Nanosekunden entspricht. Die Minimalgröße einer Informationseinheit ist daher $3 \times 231,4$ ns, entsprechend 694,2 ns oder 0,833 µm ($11T = 3,054$ µm). Diese Größe ist erforderlich, da der Laserstrahl eine Breite von

1,7 pm hat.

Das vom Laser empfangene Signal wird gefiltert und kann daher in einen binären Code überführt werden (s.a. folgendes Diagramm).



Wenn sich das reflektierte Signal ändert, entspricht dies dem binären Wert 1. Bleibt die Reflexion konstant, entspricht dies dem binären Wert 0. Ein Pit (oder Mark) oder Land mit 4T ergibt drei Nullen (die Anzahl der Nullen berechnet sich nach $nT-1$).

Die Daten werden nicht einfach nacheinander auf die CD geschrieben. Um das Risiko eines Datenverlustes, z.B. aufgrund von Staub, auszuschließen, sind die Daten in einer ganz bestimmten Reihenfolge angeordnet. Ein Wort wird ausgeschnitten und an verschiedenen Stellen eingefügt, so dass, falls ein Defekt an der CD auftritt, das

Risiko des Datenverlustes desselben Wortes (oder Blocks) begrenzt wird. Auf diese Weise kann die Fehlerkorrektur die verlorenen Daten leichter wiederherstellen.

Fehlerbehandlung

Das Kodiersystem ermöglicht es, Fehler zu entdecken und, abhängig von der Schwere des Fehlers, zu korrigieren. Da ein Fehlerrisiko immer besteht, auf der anderen Seite jedoch das Risiko eines Datenverlustes ausgeschlossen werden muss, wurden Korrekturverfahren erfunden. Das einfachste Verfahren wäre, die Daten zwei- oder dreimal zu wiederholen, aber dies wäre eine Platzverschwendung. Ein anderes Verfahren funktioniert wie folgt: aus den Daten wird eine Matrix erzeugt, die Daten jeder Zeile und jeder Spalte werden addiert. Auf diese Weise kann, falls ein Datum verloren geht, dieses aus den anderen Daten in der Matrix und den Summen der Zeilen und Spalten rekonstruiert werden.

Verschiedene weitere Fehlermessungen werden durchgeführt, so wie z.B. die Block Error Rate BLER. 7350 Blöcke werden innerhalb einer Sekunde gelesen, eine Fehlerrate von 3% ist tolerabel, d.h. innerhalb einer Sekunde dürfen nicht mehr als 220 unbrauchbare Datenblöcke auftreten (gem. Orange Book).

Erhöhte BLER-Werte sind zweifelsohne auf eine Kontamination des Dye oder auf Staub während des Spritzgießens zurückzuführen. Die Spezifikationen von Mitsumi schreiben folgende Maximalwerte vor: im Durchschnitt über 10 Sekunden muss der BLER-Wert unter 50 liegen, das Maximum des BLER-Wertes innerhalb einer Sekunde muss kleiner als 100 sein.

Nicht korrigierbare Fehler (Uncorrectable Error E32): Hierbei handelt es sich um größere Fehler, die eine Fehlerkorrektur oder eine Wiederherstellung der Information unmöglich machen.

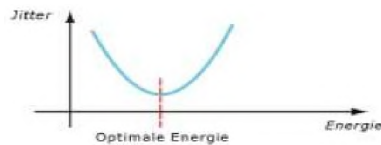
Solche Fehler sollten selbstverständlich überhaupt nicht auftreten, da die Qualitätskontrolle mittels optischer Untersuchungsmethoden durchgeführt wird. Der Basler-Apparat macht es uns möglich, die Größe von Fehlern sowie deren Tiefe in der CD festzustellen, und so falls notwendig, die CD auszusondern (bei gleicher Fehlergröße ist ein Fehler umso weniger gravierend, je weiter er von der Speicherschicht entfernt ist).

Das Schreiben

Beim Schreiben identifiziert der Recorder zunächst den Hersteller der CD-R und passt die Energie des Lasers während des gesamten Schreibvorgangs der Qualität der CD-R an. Beim Schreiben der CD-R durch den Laser findet gleichzeitig auch immer ein Lesevorgang statt. Aus dem gelesenen Signal wird ein Parameter β errechnet, der sich aus dem Verhältnis von Δ zum Maximalwert des Signals ergibt:



Eine nicht angepasste Energie erhöht die Abweichung dieses Signals; wenn die Abweichung bei variabler Energie gemessen wird, ergibt sich folgendes Diagramm :



Der Fertigungsprozess einer MAM-E CD-R



Guss

Für die Produktion der Polycarbonatscheibe wird das Spritzgussverfahren eingesetzt. Für Polycarbonat hat man sich aufgrund seiner Transparenz, Stabilität, Stoßfestigkeit entschieden, und weil es frei von Unreinheiten ist.

Polycarbonat wird als Granulat bis auf 350°C erhitzt und in eine Gussform eingespritzt. Ein Stamper aus Metall formt die Spiralspur (Pregroove).

Das Aufbringen des Dye (Farbstoffbeschichtung)

Der Dye wird durch Rotation aufgebracht. Die Dicke und die Gleichmäßigkeit des Dye sind entscheidend für die Qualität der CD-R. Das Trocknen: der Dye muss getrocknet und haltbar gemacht werden, um eine ausreichende Haftung an das Polycarbonat zu gewährleisten.

Sputter-Dünnbeschichtung

Damit die CD später vom Laser gelesen werden kann, muss sie das Laserlicht reflektieren. Als Reflexionsschicht wird Gold oder Silber benutzt. Silber besitzt eine höhere Reflektivität als Gold.

Die Silber- oder Goldschicht wird in einer Vakuumkammer mit dem Sputterverfahren aufgetragen. Innerhalb der Kammer befindet sich Argon, das das Metall angreift und diese Metallatome werden mit einem elektromagnetischen Feld auf das Zielmaterial gelenkt.

Lackbeschichtung

Das Verfahren ist das gleiche wie beim Dye, diesmal ist jedoch die Einspritzdüse fest montiert. Danach wird die CD-R mit ultraviolettem Licht bestrahlt, um die Lackschicht zu härten.

Qualitätskontrolle

Qualitätskontrollen werden an jedem bedeutenden Schritt des Produktionsprozesses durchgeführt. Nach der Lackbeschichtung werden die CD-Rs mit einem einzigartigen Code gekennzeichnet, die eine vollständige Historie jeder CD-R (Ergebnisse der Qualitätskontrollen, Datum der Herstellung, etc.), erlauben, auch nach Auslieferung an den Kunden.

Die MAM-E Qualitätskontrolle

MAM-E produziert ein komplettes Sortiment an CD-Rs und DVD-Rs, ausschließlich mit firmeneigenen Rohmaterialien, mit höchstem Qualitätsanspruch und extremer Langlebigkeit für die Archivierung, Distribution und Duplikation digitaler Daten.

Hinweise für Beurteilung und Test von CD-Rs

Das Brennen von CD-Rs ist ein hoch komplizierter Vorgang: Brenn-Software, CD-Brenner, System -Hardware, Betriebs-system und natürlich die Medien beeinflussen die Qualität der Ergebnisse.

BLER (Block Error Rate)

Der BLER-Wert ist einer der wichtigsten Messwerte zur Beurteilung der Qualität einer CD-R und stellt die Anzahl der fehlerhaft gelesenen Datenblöcke pro Sekunde dar, gemessen über einen Zeitraum von 10 Sekunden. Dieser Wert sollte möglichst gering sein, das Orange Book erlaubt einen Wert von 220 cps. MAM-E Qualitäts-CD-Rs erreichen typischerweise Werte weit unter 50 cps.

Jitter

Die Pits, die kleinen Vertiefungen, die durch das Brennen der CD-R entstehen, müssen eine definierte Länge haben. Abweichungen von dieser Länge werden Jitter genannt und in Nanosekunden gemessen. Das OrangeBook lässt hier einen Wert von 35 ns zu.

Amplitudenmodulation

Ein weiterer wichtiger Wert zur Beurteilung des Dyes ist das Verhältnis der Amplitude des reflektierten Laserstrahles zur

Amplitude des Original-Laserstrahls. Ein schlechtes Verhältnis erhöht die Wahrscheinlichkeit von späteren Lesefehlern, insbesondere wenn dann noch Staub oder kleine Kratzer auf der Oberfläche hinzu kommen. Laut Orange Book sollte dieses Verhältnis größer als 0,6 sein. MAM-E Qualitätsmedien übertreffen die Norm bei weitem und erreichen hier je nach Brenngeschwindigkeit Werte bis zu 0,79.

Reflektivität

Dieser Wert drückt die Intensität des reflektierten Laserstrahls im Verhältnis zum Original-Laserstrahl aus. Die Reflektivität wird insbesondere beeinflusst durch Typ und Dicke der Reflektionsschicht sowie Transparenz des Dye. Das Orange Book schreibt hier einen Mindestwert von 65 % vor, MAM-E Qualitätsmedien erreichen hier je nach Brenngeschwindigkeit Werte bis zu 76,9 %

Der Dye

Der Dye ist die auf organischen Stoffen basierende Speicherschicht, die durch die Energie des Laserstrahls verbrennt. Grundsätzlich gibt es drei verschiedene Dyes: Azo, Cyanin und Phthalocyanin. Im Gegensatz zu den beiden anderen Dyes mit linearen Molekülstrukturen besitzt Phthalocyanin eine ringförmige Struktur mit dem Vorteil einer starken und höchst stabilen chemischen Molekülbindung.

Energieaufnahme beim Brennen

Vor dem Brennen passt sich der CD-Brenner dem eingelegten Medium an und justiert die optimale Brennenergie. Je weniger Energie notwendig ist, insbesondere bei hohen Brenngeschwindigkeiten, desto höher ist z.B. auch die Lebensdauer der Laserdiode und damit des Brenners. MAM-E Qualitätsmedien benötigen z.B. bei 4x Brenngeschwindigkeit eine Brennenergie von unter 12 mW.

Alterungssimulation

Eine solche Simulation erlaubt Annahmen über die gesamte Lebensdauer einer CD-R. Die Medien werden dabei in einer Klimakammer einer Hitze von 80° C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 85% ausgesetzt, nach einer definierten Zeitspanne wird der BLER-Wert gemessen. Bei MAM-E Medien blieb auch nach 400 Stunden die BLER- Fehlerrate weit unter den Vorgaben des Orange Book. Daraus ergibt sich auch die Antwort auf die Frage nach der Lebensdauer einer CD-R.

Klimatest

Auch ein Klimatest ist relativ leicht durchführbar, indem man die Medien einer Umgebung aussetzt, wie sie z.B. in einem Auto im Sommer oder Winter vorkommen könnten (70°C Hitze und Kälte -20°C). Nach einer geraumen Zeit misst man wieder die Lesefähigkeit des Mediums. UV-Bestrahlung
Auch Sonnenlicht, wie es z.B. bei einer im Auto auf dem Armaturenbrett liegenden CD vorkommt, kann negative Folgen für die Daten- oder Audio-Tracks auf einer CD-R haben. MAM-E Medien haben ihre Qualität bei mehr als 200-tägiger direkter Sonnenbestrahlung bewiesen.

Kratztest

Dieser Test ist einfach durchzuführen und stellt die Simulation einer Büroklammer unter einem Stapel Bücher, auf der CD-R liegend, oder einer Beschriftung mit dem Kugelschreiber dar. Eine mit einem Gewicht belastete Bleistiftspitze (Härte 2H bei einer Minenspitze von 0,05mm) wird dabei von innen nach außen über die CD-R-Oberfläche gezogen. Auch bei diesem Test erreicht MAM-E mit der Diamond Coat Schutzschicht Spitzenwerte von 290 g.

Korrosionsschutz

Die Reflexionsschicht einer CD-R besteht aus Gold oder Silber. Gold oxidiert überhaupt nicht, das ist der optimale Schutz. Silber kann jedoch korrodieren, wenn es nicht luftdicht verschlossen ist. Schon bei der Produktion wird eine Lackschicht auf die CD-R aufgetragen, zusätzlichen Schutz erhalten die MAM-E Qualitäts-CD-Rs durch eine weitere Schicht, das MAM-E Diamond Coat. Die MAM-E Diamond Coat Schutzschicht wird dick und mit besonderer Sorgfalt auch über den Rand der CD-R hinaus aufgetragen. Man kann dies übrigens schon mit bloßem Auge erkennen.

Kompatibilitätstest

Hierbei werden die CD-Rs mit verschiedenen Brennprogrammen, CD-Recordern und CD-Laufwerken bei verschiedenen Geschwindigkeiten getestet und die Ausfall rate gemessen. Insgesamt jedoch recht aufwendig durchzuführen

Praxistest

Einfacher durchzuführen, jedoch in der Praxis sehr aussagekräftig ist das Brennen von wenigstens 20 CD-Rs mit z.B. einem modernen CD-Recorder und beispielsweise mit einem älteren Brenner bei verschiedenen Geschwindigkeiten. Gemessen wird dann die Ausfall rate.