



## So funktioniert's

zung der CD. Welches System dominieren wird, kann man allerdings derzeit nicht sagen. Es ist anzunehmen, daß beide Systeme parallel ihren Markt ansprechen, ähnlich den bisherigen Medien.

### MD - der digitale Zufall

Die MiniDisc ist für die Einsatzbereiche Datenspeicherung, Multimedia und Audio konzipiert. Wir wollen an dieser Stelle vor allem die Audio-Version betrachten.

Was unterscheidet aber nun prinzipiell die Arbeitsweise von Bandaufzeichnung, CD und MD? Der grundlegendste Unterschied ist wohl die Möglichkeit des direkten Zugriffs auf beliebige Aufzeichnungsstellen sowohl bei der Aufzeichnung als auch bei der Wiedergabe.

Ein Band arbeitet rein sequentiell, d. h., Aufzeichnungen werden nacheinander über die Bandlänge verteilt. Ein nachträgliches Verändern der Reihenfolge von Musikstücken oder das Ersetzen von zu löschenden Aufzeichnungen durch neue ist nicht oder nur sehr eingeschränkt und mit hohem apparativen und kreativen Aufwand möglich.

Die herkömmliche CD arbeitet ebenfalls rein sequentiell, mit gegenüber dem Band wesentlich verbesserten, direkten Zugriffsmöglichkeiten auf Titelanfänge. Allerdings ist man ebenfalls an die fest vorgegebene Reihenfolge von Musikstücken auf der CD gebunden und kann diese weder verändern noch die CD teilweise löschen oder neu bespielen.

Durch die rein mechanische Pressung der CD entsteht eine fest eingepreßte und nicht veränderbare Datenstruktur. Auf der MD hingegen, die nach dem magneto-optischen Aufzeichnungsprinzip arbeitet, ist diese Datenstruktur variabel bis zur vollständigen Ausnutzung auch des letzten Bits der Platte.

Vergleichbar ist die Verteilung der Daten auf der MD mit der zunehmenden Fragmentierung unserer Computer-Festplatten. Hier wie dort sorgt ein Controller für die Verwaltung aller aktuell beschriebenen und freien Bereiche auf der Platte. Die ersten Daten werden ordentlich an den „Anfang“ der Platte geschrieben. Löscht man aus dem bereits beschriebenen Bereich Daten, so entstehen mehr oder minder große „Löcher“ in der Datenstruktur.

Paßt nun eine neu aufzunehmende Aufzeichnungsdatei nicht mehr zusammenhängend in den noch freien Plattenbereich, sorgt der Controller für eine Aufteilung der Aufzeichnung auf die noch vorhandenen freien Bereiche, eben die erwähnten „Löcher“. Die Verteilung der Dateiteile wird in einem Inhaltsverzeichnis eingetragen, das dem Controller beim späteren Zugriff auf die Daten mitteilt, wohin sich die

# Total digital – DCC und MD

**Nach der CD erobern neue digitale Tonträger die Schächte von Autoradios und Heimanlagen. Welche Technik sich hinter den neuen Medien MiniDisc und Digital Compact Cassette verbirgt, zeigt unser Artikel.**

## Von Analog zu Digital

Das Ziel, den perfekten Tonträger zu entwickeln, ist wohl eine der beständigsten Faszinationen der damit beschäftigten Techniker. Nach gut 100 Jahren der analogen Tonaufzeichnung per Magnetband oder Schallplatte sind dank der rasanten Entwicklung von digitalen Technologien die digitalen Medien dabei, die Analogtechnik zu verdrängen.

Dabei geht es neben der ständigen Verbesserung der Aufzeichnungseigenschaften auch um flexiblere Handhabung und höhere Störsicherheit.

Der erste Schritt auf diesem Wege war die Mitte der 80er Jahre eingeführte CD, die es erstmals ermöglichte, Audioaufnahmen in digitaler Form und damit völlig rausch- und knackfrei vorzunehmen. Die systembedingten Nachteile der CD wie die fehlende Aufzeichnungsmöglichkeit für eigene Aufnahmen ließen jedoch sehr bald Bedarf für eine Weiterentwicklung erkennen.

Wer unseren Beitrag über die Herstellung von CD-ROMs im „ELVjournal“ 5/94 gelesen hat, weiß, welcher Aufwand hinter der CD-Aufzeichnung steckt. Hauptargument zur Weiterentwicklung dieser Technologie ist aber die fehlende Möglichkeit der Löschung und Wiederbespielung. Ein aufnahmefähiges Discmedium mußte also her - heute mit der MiniDisc (MD) realisiert.

Aber auch auf dem Gebiet der magnetischen Aufzeichnungsverfahren stagnierte die Entwicklung nicht. Nach der Einfüh-

rung der Compact Cassette in den 70er Jahren arbeiteten die Techniker ständig daran, die Aufzeichnungsqualität zu verbessern. Dies geschah zunächst durch diverse Rauschminderungsverfahren wie etwa Dolby und durch die stetig verbesserten mechanischen Eigenschaften der Kassetten und der immer feineren Bandbeschichtung.

Als die Analogverfahren an ihre Grenzen stießen, begannen die Techniker auch hier, digitale Verfahren der Aufzeichnung einzuführen, was zunächst im der CD ebenbürtigen DAT-Verfahren gipfelte, das sich jedoch im Consumermarkt wohl aufgrund der noch sehr teuren Gerätetechnik bisher nur recht schleppend durchsetzt. Hauptanwender von DAT sind Studios, ambitionierte HiFi-Anhänger und vor allem die Computeranwender, die ihre Datensicherung auf diesen Bändern vornehmen, was für deren hohe Aufzeichnungsqualität spricht.

Eine entscheidende Innovation kommt hier vom Erfinder der Compact Cassette, Philips. Durch eine neue Methode der digitalen Ton-Codierung erreicht die Digitale Compact Cassette (DCC) die Tonqualität der CD. Dazu kommt die bekannt einfache Handhabung der Kassetten und durch die digitale Aufzeichnung ein gegenüber herkömmlichen Kassetten unschätzbare Vorteil: es gibt keine Gleichlaufschwankungen mehr!

Beide neuen Systeme, sowohl DCC von Philips als auch MD von Sony, verstehen sich als Ablösegenerationen der herkömmlichen Compact Cassette sowie zur Ergän-

Schreib-Leseköpfe zu bewegen haben, um die wie zufällig verteilte Datei lückenlos lesen zu können.

Um keine wesentlichen Geschwindigkeitseinbußen beim Zugriff auf längere Dateien zu haben, die in kleinen Stücken über die gesamte Platte verteilt sind, sollte man Computerfestplatten von Zeit zu Zeit mit geeigneten Programmen defragmentieren. Dabei sorgt die Software für ein physikalisches „Aufräumen“ auf der Platte, zerstückelte Dateien werden lückenlos aneinandergesetzt und der noch freie Platz zusammenhängend bereitgestellt.

Bei der MD, deren Inhalt, wie gesagt, ganz ähnlich organisiert und verwaltet ist, würde die zunehmende Fragmentierung mit der Zeit zu hörbaren Suchlücken bei der Wiedergabe führen. Darum, und um Aussetzer bei mechanischen Erschütterungen z.B. im Auto zu eliminieren, sorgt eine digitale Fehlerkorrektur und eine Signal-zwischenspeicherung von 10 sek. für eine zusammenhängende Wiedergabe des Musikstücks.

Die Aufzeichnung bzw. Wiedergabe geschieht intermittierend in Form von schnellen Datenpaketen mit Fehlerkorrektur; die Transfergeschwindigkeit von Platte zum Speicher und umgekehrt ist etwa fünfmal höher als dies zum zeitechten Betrieb erforderlich wäre. Das Auslesen bzw. Einschreiben der digitalisierten Audioda-

ten erfolgt also prinzipiell unverzögert mittels des Zwischenspeichers, so daß keine hörbaren Verzögerungen entstehen können weder durch Erschütterungen noch durch Suchvorgänge.

Der Nutzer merkt hiervon nichts, außer dem Hinweis auf die verbleibende Aufnahmezeit der MD bei der Aufnahme. Sony nennt diese Aufzeichnungsmethode Random Access Recording. Sie ermöglicht die volle Ausnutzung der Disk-Kapazität bei Mehrfachbespielung.

### Dateien finden wie im Computer

Das Inhaltsverzeichnis wird, ebenfalls ganz ähnlich wie auf Computerfestplatten, in einer Informationsspur, hier TOC (Table of Contents) genannt, aufgezeichnet. Sie beinhaltet u.a. Titelnummern, Titelnamen, Spielzeit, Zeit, Datum, Lage der Datenpakete usw.

Bei einer Neuaufzeichnung aktualisiert die Software diese Informationsspur nach Beendigung der Aufnahme und zeichnet sie innerhalb einer Sekunde neu auf. Bei bespielt gekauften MDs kann diese TOC allerdings nicht mehr verändert werden, sonst wäre sicher dem digitalen Klonen

**Bild 1: Bei der Mehrfach-Aufnahme auf MD werden die Daten sektorweise verteilt, bis die MD komplett gefüllt ist (Quelle: Sony)**

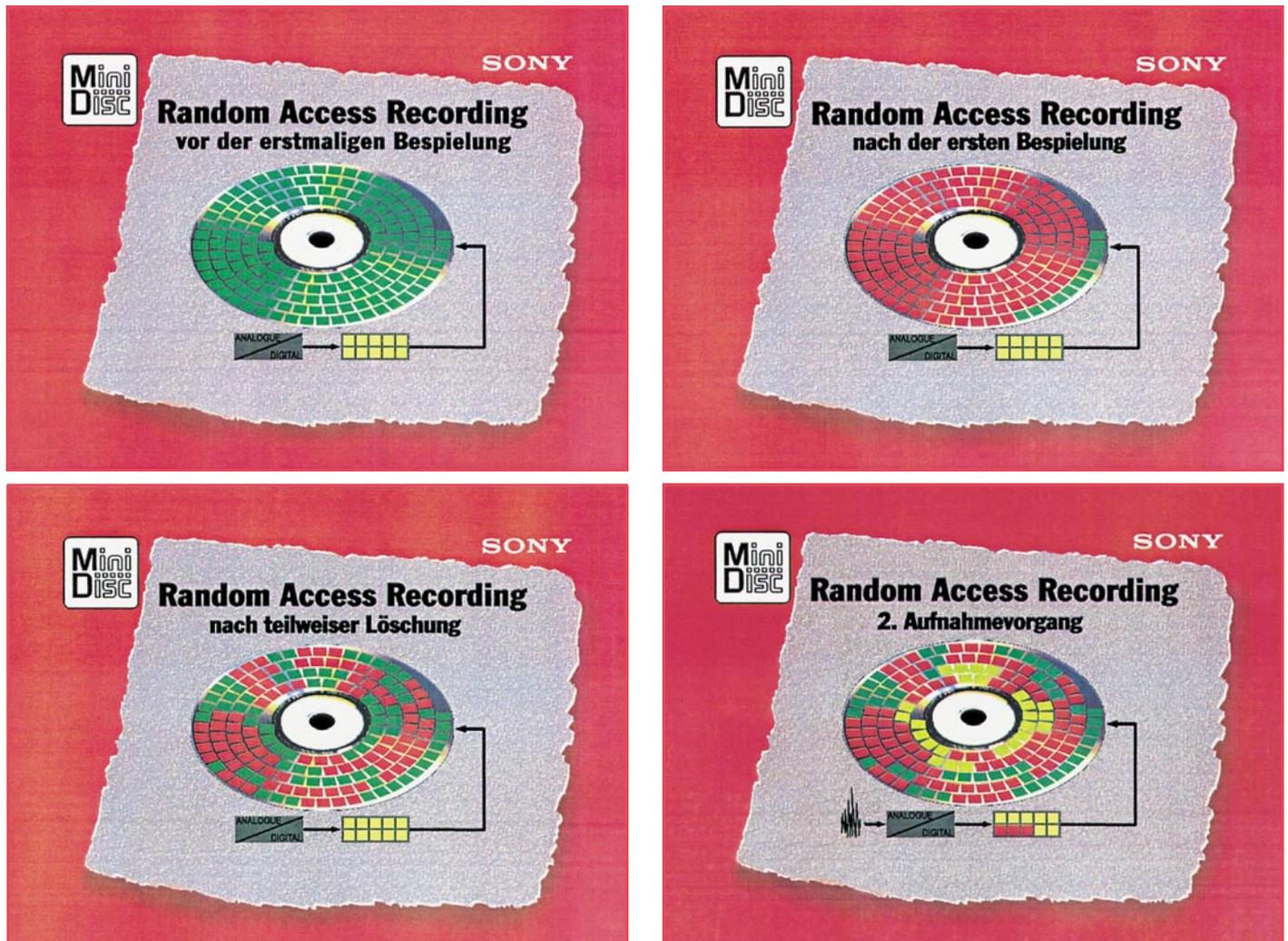
dieser kommerziellen Aufzeichnungen, deren TOC dann ganz sicher auch die Daten des Produzenten enthält, die Tür geöffnet. Fertig bespielte MDs werden auch identisch der normalen CD hergestellt, d.h., es wird eine feste Datenstruktur in die Oberfläche gepreßt, die nicht mehr veränderbar ist. Somit ist solch eine Kauf-MD auch nicht mehr nachträglich löscht- und neubespielbar.

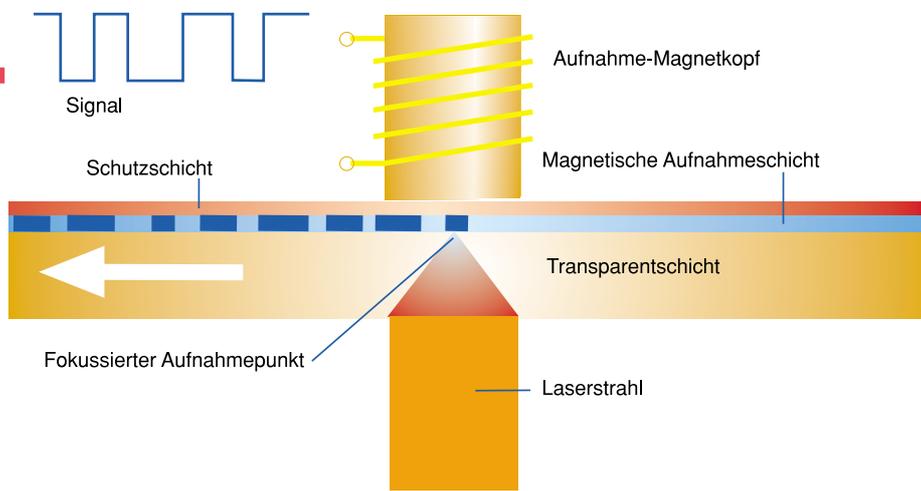
Bei eigenen Aufzeichnungen allerdings ergibt sich mittels der TOC die interessante Möglichkeit der Neuordnung des Inhaltsverzeichnisses, da ja nur dieses umgestellt wird, nicht die eigentlichen Daten der Musikstücke. Beim Löschen eines Stückes wird so auch nur der Inhaltsverzeichniseintrag dieses Stückes gelöscht, physisch ist das Stück also noch auf der MD, bis die betreffende Spur mit einer neuen Aufzeichnung überschrieben ist.

Per Software ist also auch hier, wie bei den Computerfestplatten, ein Wiederherstellen versehentlich gelöschter Daten möglich, solange noch keine weitere Aufzeichnung vorliegt.

Hat man eine Datei im Inhaltsverzeichnis gelöscht, stellt die TOC die aktuelle Aufzeichnungskapazität der MD sofort zur Verfügung.

Diese äußerst flexible Dateiverwaltung erlaubt so auch das nachträgliche Befreien z. B. von Live-Aufnahmen von redundan-





**Bild 2: Die Aufzeichnung auf eine MD erfolgt in enger Zusammenarbeit von Tonkopf und Laser. (Zeichnungsidee: Sony)**

ten Daten ohne Kapazitätsverlust auf der MD. Aber auch Archivierungsaufgaben sind so sehr effektiv zu lösen, da man sich erst nach dem Überspielen entscheiden muß, in welcher Form man die Stücke im Inhaltsverzeichnis aufgeführt haben möchte. Ebenso effektiv gestaltet sich das Sortieren von Diktaten etc.

### Reduziertes auf 64 mm

Die MD besitzt nur einen Disk-Durchmesser von 64 mm. Sie ist damit noch deutlich kleiner als eine 3,5"-Computerdiskette, faßt aber eine Gesamtspieldauer von 74 min. Wie ist es möglich, diese Spiellänge, die der der Audio-CD entspricht, auf einem derart kleinen Medium unterzubringen?

Das Geheimnis heißt bei Sony ATRAC - Adaptive Transform Acoustic Coding. Das von Sony entwickelte Datenreduktionsverfahren bewertet die Daten nach den psychoakustischen Effekten, dem Hörschweleneffekt und Verdeckungseffekt.

Das Verfahren selektiert damit nur die vom menschlichen Ohr tatsächlich wahrnehmbaren Toninformationen und ermöglicht so eine deutliche Reduktion der zum tatsächlichen Hören erforderlichen Daten. So ist es möglich, auf der kleinen Scheibe 74 Minuten lang aufzuzeichnen, obwohl die Aufzeichnungskapazität von 140 MByte deutlich geringer ist als bei herkömmlichen CDs (650 MByte).

### Ersatz für die Floppy Disc?

Angesichts der an der Größe gemessenen

enormen Datenkapazität und des äußerst geringen Preises pro MByte ist die MD auch für die Computerwelt sehr interessant. Die Zugriffszeiten von etwa 300 ms sind zwar noch nicht gerade sehr schnell, aber dafür übertrifft die Datentransferrate mit 150 kByte/sec. die der Floppy Disc um mehr als das Doppelte.

So ist die MD ganz sicher auch ein Computerspeichermedium der Zukunft, wenn die derzeit noch vorhandene relativ hohe Fehlerrate, die bei Audioaufzeichnungen keine Rolle spielt, beseitigt werden kann. Auch die weltweite Standardisierung des Datenaufzeichnungsformats steht noch aus, denn die MD vereinigt die Standards des sog. Orange Books für CD-MO-Medien und des Yellow Book für CD-ROM in sich. Sony nennt dies Rainbow Book für die MD, allerdings gibt es dazu noch keinen offiziellen Standard.

### Magneto-optisch?

Das magneto-optische Aufzeichnungs- und Wiedergabeverfahren ist eine intelligente Kombination zwischen dem herkömmlichen magnetischen Aufzeichnungsverfahren, wie wir es von Disketten her kennen und dem Laseraufzeichnungs- und Wiedergabeverfahren.

Bei Kauf-MDs ist das Verfahren schnell erklärt. Der in das Abspiel-Gerät integrierte Laser tastet die MD-Oberfläche wie bei einer CD ab. Die Inhaltsinformationen sind in einer separaten Informationsspur untergebracht, somit ist alles wie bei der CD.

Um jedoch eigene Aufzeichnungen vor-

nehmen zu können, ist das Verfahren komplizierter:

Beispielbare MDs sind bereits mit einer eingepreßten, mikroskopisch kleinen Führungsspur und einer Sektoreinteilung versehen (vorformatiert wie eine Computerdiskette). Wird eine MD gespielt, so liegt der Aufnahme-Magnetkopf auf der Disc; gleichzeitig erhitzt der Laser auf der Unterseite die magnetische Schicht punktuell auf über 200° C; hier erfolgt das Aufzeichnen der Information dadurch, daß die zuvor erhitzte Stelle der Disc sich durch ihre Drehbewegung wieder abkühlt und so die zuvor aufgeprägte Polarität des Magnetfeldes behält.

Dabei ist es unerheblich, welche Polarität das bereits vorhandene Magnetfeld auf der Disc hatte, man benötigt also bei bereits bespielten Sektoren keinen Löschvorgang.

Für die korrekte Spurlage sorgt die werkseitig eingepreßte Führungsspur.

Bei der Wiedergabe der bespielten MD tastet der Laser die magnetische Schicht berührungslos ab. Hierbei ist die Leistung des Lasers wesentlich geringer als bei der Aufnahme.

Von der aufgezeichneten magnetischen Schicht wird das Laserlicht in seiner Polarisationssebene in eine der 2 möglichen Richtungen gedreht (der sog. Kerr-Effekt). So werden die geringen Modulationsunterschiede des Lichts erfaßt und schließlich ausgewertet. Gleichzeitig ist der Laser in der Lage, auch die Tiefenschrift der Kauf-MD zu lesen (siehe dazu auch den CD-Beitrag im „ELVjournal“ 5/94).

### MD in der Praxis

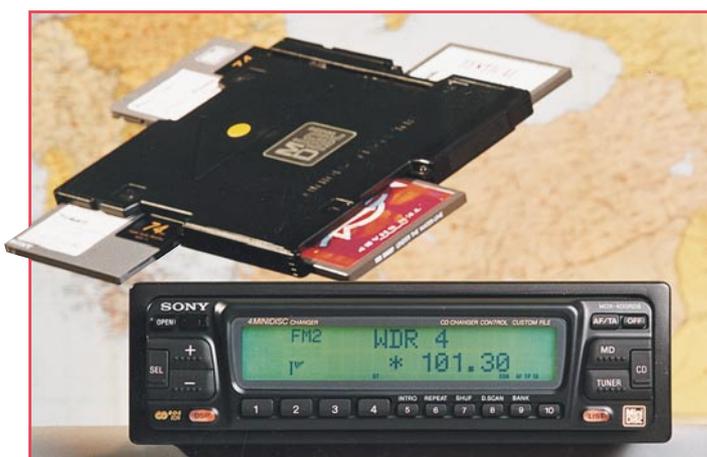
Die praktische Anwendung der MD bot sich für Sony natürlich zuerst in seinen beiden Domänen Auto-HiFi und Walkman an.

So sind bereits mehrere Autoradios und MD-Walker auf dem Markt, die hervorragend zum robusten und auf Mobilität ausgelegten MD-Konzept passen.

Durch die geringe Größe der MD ist es den Technikern möglich geworden, im normalen DIN-Gehäuse eines Autoempfängers ein Vierfach-Wechsler-System unterzubringen, so daß man hier 4 MD mit einer Gesamtspieldauer von fast 5 Stunden direkt im Empfänger im Zugriff hat.

Die Autoempfänger sind allerdings nicht für MD-Aufnahme vorgesehen, da die Erschütterungen im Fahrbetrieb immer noch einen gewissen Einfluß auf die Positionierung des Lasers haben und die thermischen Probleme bei der Laseraufzeichnung in dem engen Gehäuse nur sehr schwer zu beherrschen sind. Dazu kommen empfangsseitige Qualitätseinbußen durch den Fahrbetrieb.

Im zweiten Teil dieses Artikels befassen wir uns mit der Technik der Digital-Compact-Kassette. **ELV**



**Bild 3: Durch die geringen Abmessungen der MD ist es möglich, ein Wechslermagazin mit 4 MD im normalen DIN-großen Autoempfänger zu betreiben. (Bild: Sony)**