

# SABA

## Information aktuell

Wie funktioniert das?  
Technik für Fachberater.

Thema:  
Der neue SABA Compact Disc  
Player CDP 380

## COMPACT DISC PLAYER



Fig. 1 Die Abbildung zeigt das Gerät CDP 380

- Phantastisches Klangerlebnis
- Revolutionäre Laufwerk-Technik
- Sensationell
- Traumhaftes Musikerlebnis
- Die Klangwunder-Maschine

Definitionen wie diese werden laut, wenn über Musik von der Compact Disc gesprochen wird. Wenn HiFi-Freaks dabei genußvoll die Augen verdrehen, sollte es Sie nicht wundern.

Mit dieser Schrift wollen wir den Vorhang, hinter dem sich die grandiose Technik verbirgt, gerade soweit öffnen, daß Sie sich einen Überblick verschaffen können.

Was bringt denn die Musik-Genießer so in Verückung?

Die beginnt schon nach dem Start einer vorprogrammierten Wiedergabe. Plötzlich – wie aus dem Nichts – strahlend rein setzt die Musik ein.

Vorbei ist die Zeit, als sich nach dem Aufsetzen der Abtastnadel die Einlauf-Rille der Schallplatte mit Knistern, Knacken und Rauschen bemerkbar machte.

### Fremdspannungsabstand und Dynamik

94 dB Signal/Fremdspannungsabstand und 94 dB Dynamik im Lautstärkevolumen des CDP 380 bedeuten, daß das Verhältnis zwischen dem lautesten und leisen Ton ca. 1:50 000 beträgt. Das stellt natürlich enorme Anforderungen an die Verstärkeranlage, die dem Ausgangssignal des CDP 380 kein Brummen oder Rauschen hinzufügen darf. SABA hat diesen Umstand mit seinen HiFi-Receiver- und HiFi-Verstärker-Systemen Rechnung getragen.

### Frequenzbereich und Übersprehdämpfung

Der Frequenzbereich, der von 5 Hz bis 20 kHz, also über die Hörbarkeitsgrenze hinaus geht, und der Klirrfaktor von nur 0,003% stellen die Reinheit und Durchsichtigkeit der Musikwiedergabe sicher.

Wesentlichen Einfluß darauf nimmt auch die Übersprehdämpfung mit sagenhaften 92 dB.

### Die Compact Disc

Wenn selbst die sonst so trockenen Techniker nach dem Genuß einer CD-Wiedergabe ins Schwärmen kommen und nur noch in Superlativen bei der Beschreibung des Gehörten sprechen, spätestens dann muß die Frage gestellt werden:

#### Was steckt dahinter?

Betrachten wir zuerst einmal die Schallplatte, besser – Compact Disc.

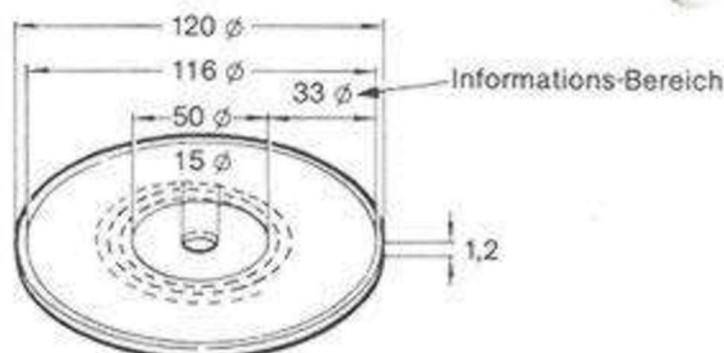


Fig. 2a Compact Disc: Abmessungen in mm

Diese glänzende Scheibe mit 12 cm Durchmesser ist lediglich auf einer Seite bespielt und liefert trotzdem 1 Stunde Stereo-Musik. Neben der Musik sind noch eine große Anzahl Sonder- und Steuerzeichen vorhanden.

Halten Sie einmal eine CD ans Licht und versuchen, die „Rillen“ ausfindig zu machen. – Es wird Ihnen nicht gelingen – dazu brauchen Sie ein Elektronen-Mikroskop. Was dann zum Vorschein kommt, ist keine durchgehende Rille, sondern hier handelt es sich um mehr oder weniger lange Vertiefungen, Pit genannt.

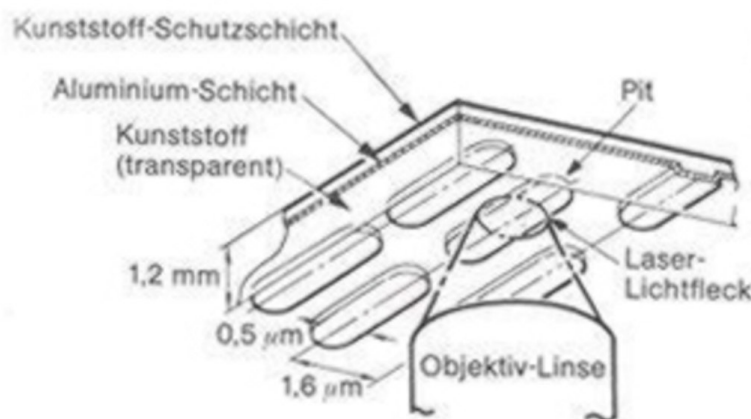


Fig. 2b Compact Disc: Pits

### Abtastung mit Laser-Lichtstrahl

Die Abtastung erfolgt nicht mehr mittels Japhir, sondern berührungslos mit einem Laser-Lichtstrahl. Dieser wird unter Verwendung eines optischen Linsensystems auf die glänzende Alufolien-Oberfläche zu einem winzigen Punkt von  $0,9 \mu\text{m}$  Durchmesser focussiert. Um die Dimensionen klar zu machen, stellen Sie sich einen Lichtstrahl von  $80 \text{ cm}$  Durchmesser vor, der durch eine Sammellinse in  $1 \text{ m}$  Entfernung auf  $1,7 \text{ mm}$  konzentriert wird.

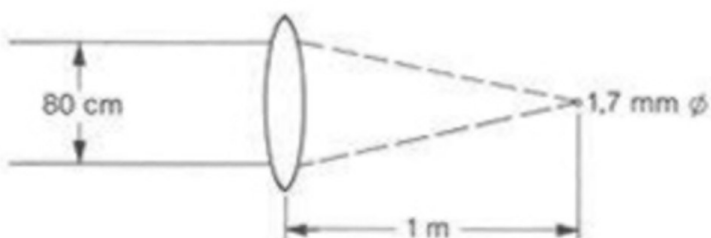


Fig. 3 Größenvergleich mit Sammellinse

### Etwas Lichtwellen-Theorie

Jetzt stellt sich die Frage: Warum kommt denn ein Laser zur Anwendung, reicht nicht das Licht einer Glühbirne oder LED aus?

Nein, hier ist nicht die Intensität des Lichtes, sondern die Wellenlänge bestimmend. Das weiße Sonnenlicht besteht aus einem Frequenzband von  $3,8$  bis  $7,9 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ . Fällt es durch ein Kristallgitter bzw. Prisma, so erkennt das menschliche Auge die Spektralfarben (Regenbogen), die auf Grund der unterschiedlichen Wellenlängen verschiedene Brechungswinkel aufweisen.

Das Licht eines Lasers ist gleichförmig, d. h. es besteht nur aus **einer** Frequenz bzw. Wellenlänge. Sie beträgt  $790 \text{ nm}$  und liegt damit im Infrarot-Bereich. Diese Tatsache ist für die Funktion von entscheidender Bedeutung. Wir vergrößern die winzigen Vertiefungen in der Alufolie der Platte auf die Größe der folgenden Zeichnung (Seite 4):

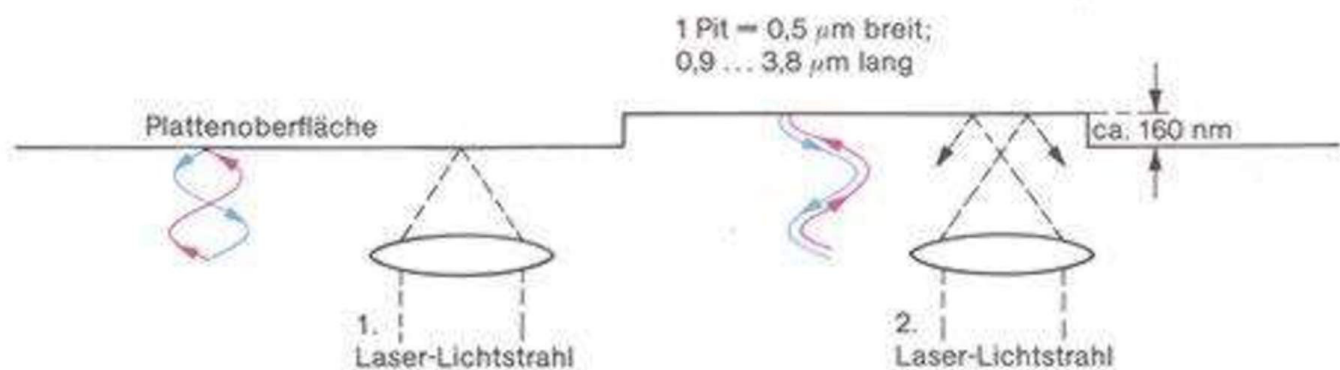


Fig. 4 Laser-Lichtstrahl trifft auf die Compact Disc

1.) Auf der linken Seite erkennen Sie, daß zwischen dem Lichtstrahl, der auf die Plattenoberfläche fällt (rot) und dem reflektierten (blau) eine Phasenverschiebung von 180 Grad auftritt. Mit anderen Worten, die Polarität der Lichtstrahlung ist entgegengesetzt.

2.) Da die Vertiefung – das Pit – ein Viertel der Laserlicht-Wellenlänge beträgt, ist die Phasenlage des reflektierten Lichtes – soweit es überhaupt die Sammellinse trifft – gleichphasig mit dem ausgesendeten.

In der folgenden Zeichnung ersehen Sie den Weg des Lichtes von der Laser-Diode als Sender, bis zur Photo-Diode als Empfänger.

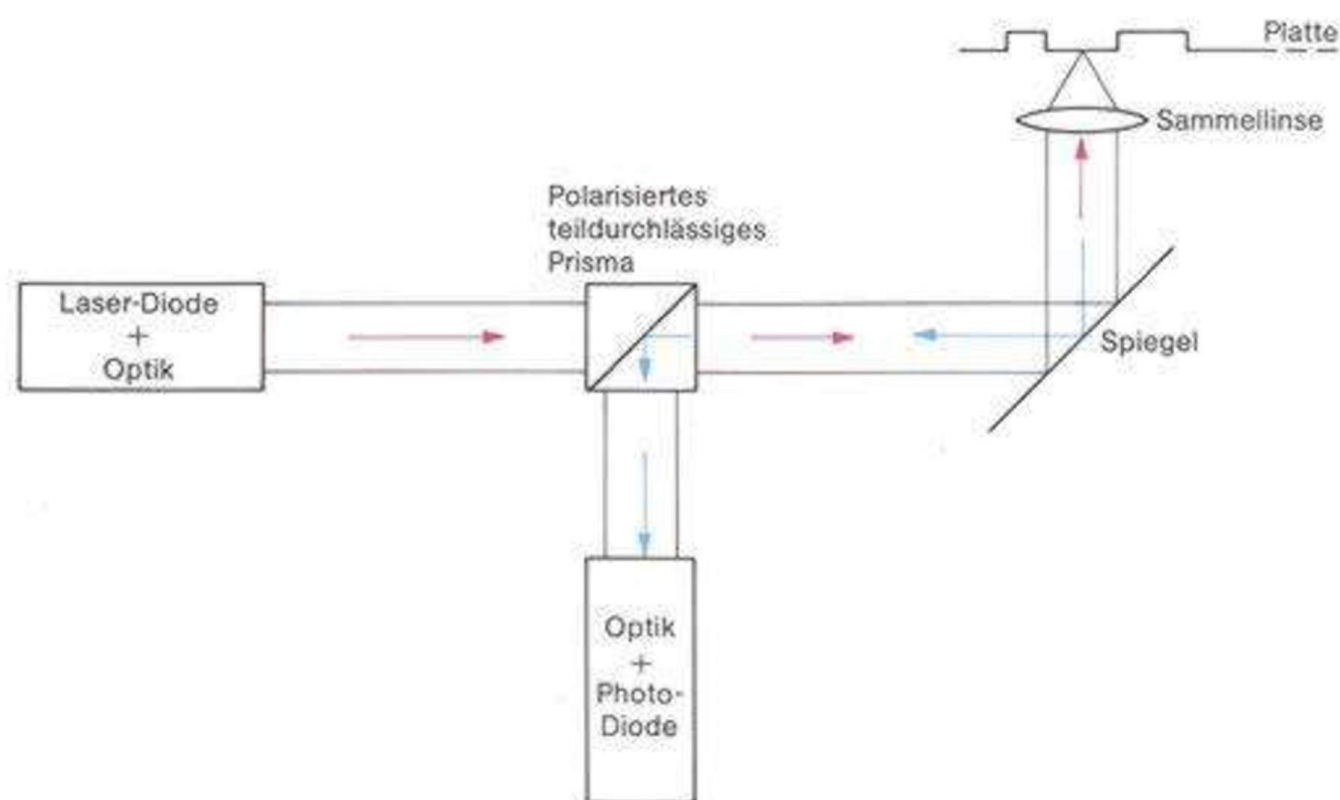


Fig. 5 Weg des Laser-Lichtes von der Laser-Diode (Sende-Diode) bis zur Photo-Diode (Empfangs-Diode)

### **Die Lasereinheit**

Im polarisierten teildurchlässigen Prisma erfolgt die Ablenkung des voll-reflektierten Lichtes zur Photodiode. Ihr Ausgangssignal entspricht der digitalen Ja/Nein-Information der Platte. Mit Mikrocomputern ausgestattete, präzise und schnell arbeitende Servoschaltungen sorgen dafür, daß der Laserstrahl möglichst genau auf der Spur und der Abstand der Laser-Sammellinse zur Platte konstant bleibt. Man kann hier fast von einer schwimmenden Aufhängung sprechen. Die gesamte Lasereinheit wird von einem Motor vom Innen- zum Außen-durchmesser der Platte bewegt. Das sieht aus wie ein Tangential-Plattenspieler, der die Platte von hinten nach vorn abspielt.

Nur ein Verschleiß der Platte tritt hier nicht auf, da eine berührungslose Abtastung erfolgt.

### **Verschleißfrei für 14 Jahre!**

Jetzt werden Sie gleich fragen: aber die Laserdiode, verschleißt diese nicht?

Diese hat eine Lebenserwartung von mehr als 5000 Stunden. Wenn wir die tägliche Nutzungszeit mit 1 Stunde ansetzen, wird die Laserdiode mehr als 14 Jahre digitale Musikinformation von Compact Discs mit immer gleicher Qualität liefern.

### **Flotte Drehzahl**

Die Lichtleistung des Lasers beträgt ca. 5 mW. Die Abtastung der digitalisierten Musikelemente erfolgt mit konstanter Geschwindigkeit von 1,25 m/sek. Da sich der Durchmesser der kreisförmigen Spur ändert, muß sich äquivalent dazu die Umlaufgeschwindigkeit anpassen. D. h. zu Beginn der Wiedergabe, wenn die Abtastung innen erfolgt, beträgt die Drehzahl 480 Umdrehungen/Minute. Bei Abtastung der Platte am äußeren Durchmesser (116 mm) dreht sich diese nur noch mit 210 U/min.

### **„Inhaltsverzeichnis“**

Ganz innen, auf der CD, zwischen 46 und 50 mm Durchmesser, befindet sich ein Inhaltsverzeichnis. Das sind die ersten Informationen, die Ihnen der CDP 380 über sein Display gibt: Anzahl der Musiktitel und Spielzeit.

### **Fehlerkorrektur**

Wie machen sich Kratzer und Staub auf der Platte bemerkbar? Bei konventionellen Platten äußert sich dieses in Knacken, Knallen, Knistern und Rauschen. Bei der Compact Disc hören Sie davon nichts.

Da die Musik als digitales Signal auf die Platte aufgenommen wurde, kann bei Unterbrechungen im Signalfluß diese Lücke durch errechnete Werte aufgefüllt werden. Diese hochwirksame Fehlerkorrektur arbeitet in der Weise, daß vor der Aufnahme der digitalen Pegel, die die Musikelemente charakterisieren, einzelne Datenwörter nach einem bestimmten Code vertauscht werden. Bei der Wiedergabe wird durch Umkehrung des Vorgangs wieder der Originalzustand erreicht.

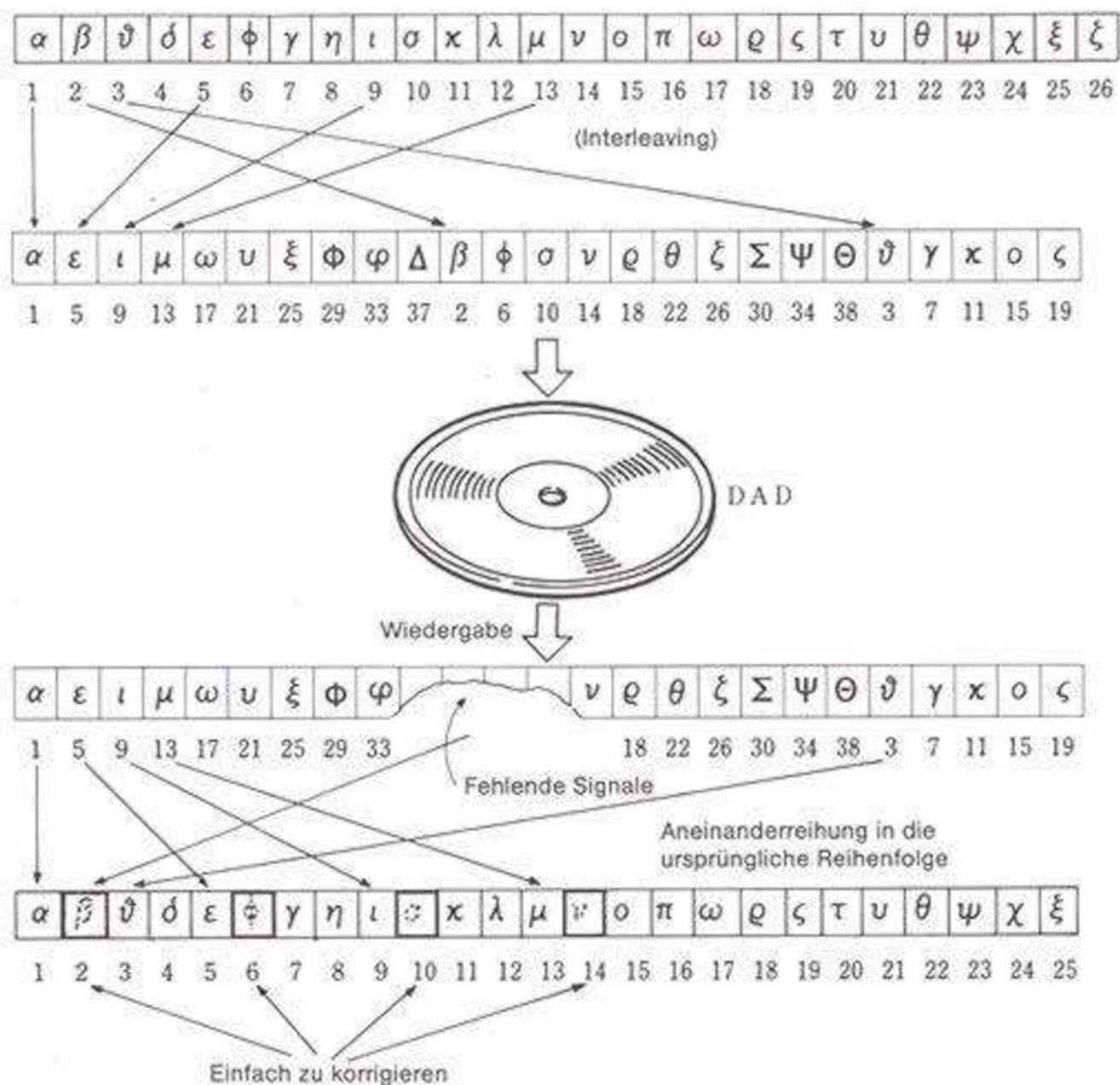


Fig. 6 Fehlerkorrektur durch „Interleaving“

Dieses Verfahren nennt sich Interleaving und erreicht auf der Wiedergabeseite, daß auf Grund eines Abtastfehlers zusammenhängende Datenwörter im Signalfluß verteilt werden. Es fehlen dann in einer Reihe von guten Daten einzelne Werte, die durch einen Mikroprozessor errechnet und eingesetzt werden. Dieses Verfahren arbeitet so gut, daß selbst ein 1 mm breiter Tuschestrich quer auf der Platte keine Störungen verursacht. Starke Fingerabdrücke auf der Plattenoberfläche vermindern natürlich die Lichtstärke und erhöhen die Fehlerrate. Auch diese kann in weitem Bereich kompensiert werden.

Um jedoch Beschädigungen des Systems durch Staubablagerungen zu vermeiden, empfiehlt es sich, trotz der Unempfindlichkeit, die Plattenoberfläche sauber zu halten. Zur Reinigung verwenden Sie einfach ein sauberes, fusselfreies Tuch.

Knistern und Knacken durch statische Aufladung gibt es nicht, da keine galvanische Verbindung zwischen Platte und Abtastsystem besteht. Diese enormen Vorteile sind der Digitalisierung der Musik zu verdanken.

## Etwas Digital-Technik

Gestatten Sie, daß wir einen kleinen Schritt in diese Technik wagen: Nehmen Sie zwei gleiche Geldmünzen und legen Sie diese mit der Zahl nach oben vor sich hin. Dieses ist der Ruhestand NULL.

①      ①

Jetzt drehen Sie eine Münze um: Zustand EINS.

①      ①

Die rechte Münze nun wieder in den Originalzustand zurückversetzen und die linke Münze umdrehen. Sie erhalten ein neues Bild:

①      ①

Ein weiteres unterschiedliches Muster entsteht, wenn beide Münzen umgedreht sind.

①      ①

Sie haben mit 2 Münzen 4 verschiedene Muster erzielt.

Versuchen Sie es einmal mit 3 Münzen. Es müßten 8 verschiedene Muster möglich sein, mit 16 Münzen ergeben sich sogar 65536.

Wenn Sie nun eine Strecke in 65536 Teilstücke zerlegen, können Sie ein jedes durch ein anderes Muster der 16 Münzen darstellen.

Die 2 Seiten der Münzen stellen wir nun durch Spannungspegel dar. Zahl bedeutet 10 Volt und die Kehrseite 0 Volt.

Auf diese Weise lassen sich mit 16 Stromleitungen alle 65536 Teile eines bestimmten Wertes darstellen. Gehen wir nun einen Schritt weiter. Ein Flöten-Solist bläst einen Ton an. Ein Mikrofon nimmt diesen auf und liefert an einen Verstärker eine Wechselfspannung. Je lauter der Ton, desto größer die Spannung.

Dem höchstmöglichen Wert geben wir die Zahl 65536, d. h. alle 16 Leitungen führen 10 Volt. Bei absoluter Ruhe erhalten wir den Lautstärkewert 0, d. h. alle 16 Leitungen haben 0 Volt.

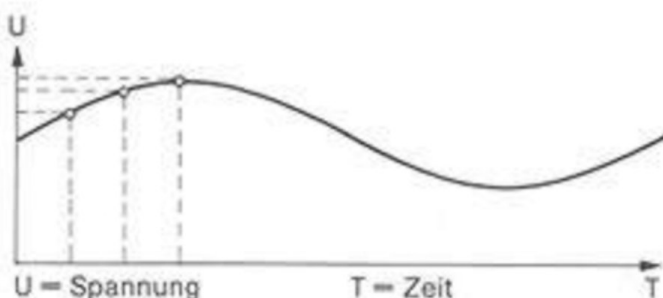


Fig. 7 Abtastung des Signals

Wenn eine Wechselfspannung durch die digitalen Werte 10 Volt/0 Volt dargestellt werden soll, muß diese an möglichst vielen Stellen abgetastet werden. Das geschieht in der Praxis 44 100 mal in der Sekunde.

Dieses bestimmt auch die höchste Übertragungsfrequenz von ca. 20 kHz.

Die 16 Leitungen werden als Bit bezeichnet.

Jeder Abtastpunkt wird durch ein 16-Bit-Wort dargestellt. Wir sprechen von einer Analog/Digital-Umsetzung. Nun werden die 16 Bit-Worte in 2 x 8 Bit aufgeteilt und jeweils auf 14 Bit expandiert. Diese Maßnahme dient der Fehlerkorrektur im Wiedergabegerät und der Systemsteuerung. Man nennt es EFM-Signal d. h. Eight to Fourteen Modulation.

Da diese Bitworte in paralleler Form, d. h. gleichzeitig auftreten, werden sie in ein Schieberegister geladen und seriell abgetastet.

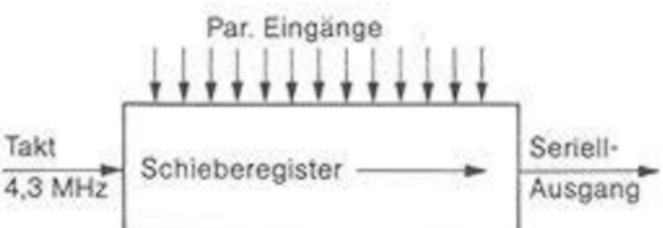


Fig. 8 Parallel- zu Seriell-Wandler

Die Taktfrequenz beträgt ca. 4,3 MHz, d. h. es verlassen ca. 4,3 Millionen Bit pro Sekunde das Schieberegister. Da bei einer Abtastfrequenz von 44 100 Hz 28 Bit, d. h. 1,2 Mill. Bit/Sekunde vorliegen, bleibt noch viel Raum für Zusatz-Informationen, wie z. B. der zweite Kanal einer Stereo-Darbietung.

Jetzt brauchen wir nur noch diese Bit nacheinander auf die CD aufbringen.

Das sieht so aus:

Es steht 0 für 0 Volt und 1 für 10 Volt.

Seriellles Datenwort (EFM)

0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0

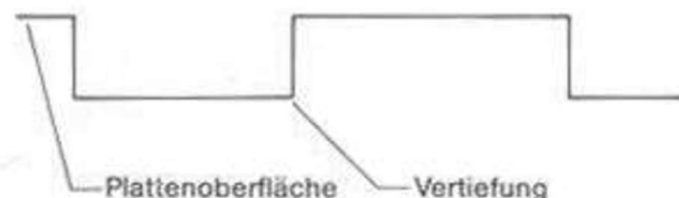


Fig. 9 Seriellles Datenwort

Die Abbildung zeigt, daß an jedem Übergang von 0 auf 1 oder 1 auf 0 eine Vertiefung beginnt oder endet. Es ist festgelegt worden, daß im seriellen Datenwort (EFM-Signal) mindestens 2 aber höchstens 10 „Nullen“ aufeinander folgen dürfen. Daraus werden Signale für die Steuerung des CD-Spielers gewonnen.

### Stereo: Rechts und Links

Unseren Ausflug in die brillante Technik des CDP 380 soll mit der Antwort auf die Frage „Wie werden denn Stereo-Signale verarbeitet“ beendet werden. Vom Prinzip her, eine recht einfache Angelegenheit. Die beiden Kanäle RECHTS/LINKS werden nach der Digitalisierung zeitlich nacheinander wechselseitig auf die CD aufgenommen. Techniker sprechen hier von einem Zeit-Multiplex-Verfahren.

Im CDP 380 werden diese mit einem Demultiplexer getrennt und jeweils Digital/Analog-Umsetzern zugeführt.

Bei diesem Verfahren können wir davon ausgehen, daß die Links/Rechts-Informationen vom Mikrofon bis zu Ihren Lautsprechern separat verarbeitet werden. Daraus erklärt sich die ungewöhnlich gute Kanaltrennung von 92 dB bei 1 kHz.

### Tolles Musikerlebnis

Mit den vorangegangenen Ausführungen haben wir lediglich die Oberfläche der genialen Technologien, der Compact Disc Spieler angekratzt.

Wenn Sie nun eine Compact Disc in Ihrem CDP 380 anspielen, werden Sie die absolute Reinheit, die bisher unbekannte Durchsichtigkeit und die sog. „digitale Stille“ in den Musikpausen bzw. den riesigen Dynamikumfang, mit dem echtes Piano und Forte möglich ist, als echt neues Musikerlebnis empfinden.

PS: Wetten, – daß der Autor auch einen SABA CDP 380 besitzt?