

Von der Schallplatte zum Audio-Streaming

Aufbau/Funktionsweise einer Schallplatte

Schallplatten bestehen aus Polyvinylchlorid (PVC) und haben standartmäßig einen Durchmesser von 17,5 cm (7 inch)- 30 cm (12 inch), wobei es auch Schallplatten in Zwischenformaten wie 2 inch und 6 inch gibt. Diese sind aber sehr selten. In der Mitte befindet sich ein Loch.

Alle Schallplatten sind von einer einzelnen Rille, die von außen nach innen verläuft, durchzogen, wobei die Breite der Rille je nach Schallplattentyp unterschiedlich ist.

So ist die Normalrille, welche bei Schellackplatten verwendet wird etwa 120 µm breit und hat einen Radius von ca. 30 µm, während die Picorille eine Rillbreite von unter 12 µm hat, was automatisch nach sich zieht, dass bei Schallplatten mit dieser Brillenbreite auf weniger Platz mehr Daten gespeichert werden können.

Die Spieldauer einer Schallplatte kann bis zu 28 Minuten pro Seite betragen.

Die Musik kann auf Schallplatten unterschiedlich gespeichert werden.

Bei der *Tiefenschrift (Vertikalschrift)*, welche unter anderem von Thomas Alva Edison und Pathé (verschiedene Unternehmen der Musik- und Filmindustrie) verwendet wurde, wird der wiedergegebene Ton durch das Abtasten des Rillengrundes durch die Nadel des Plattenspielers bestimmt. Dabei ist die Tiefe der Rille proportional zur Amplitude des aufgezeichneten Signals.

Der Nachteil der Tiefenschrift ist, dass die Eintauchtiefe nicht beliebig groß werden kann, was nach sich zieht, dass die maximal aufzuzeichnende Amplitude gering ist. Des Weiteren muss die Auflagekraft des Tonabnehmers sehr groß sein, da sich die Nadel schnell bewegen muss, damit sie auch hohe Frequenzen wiedergeben kann, was wiederum zur Folge hat, dass der Verschleiß erhöht wird.

Bei der *Seitenschrift*, welche von Emil Berliner im Jahr 1888 eingeführt wurde, ist das Signal, welches den Schallwellen entspricht, waagrecht und quer der Rillenausrichtung eingeprägt. Bei dieser Technik ist es einfacher, Kopien zu erstellen und gegenüber der Tiefenschrift gibt es einen größeren Dynamikbereich. Außerdem ist das Knistern deutlich reduziert.

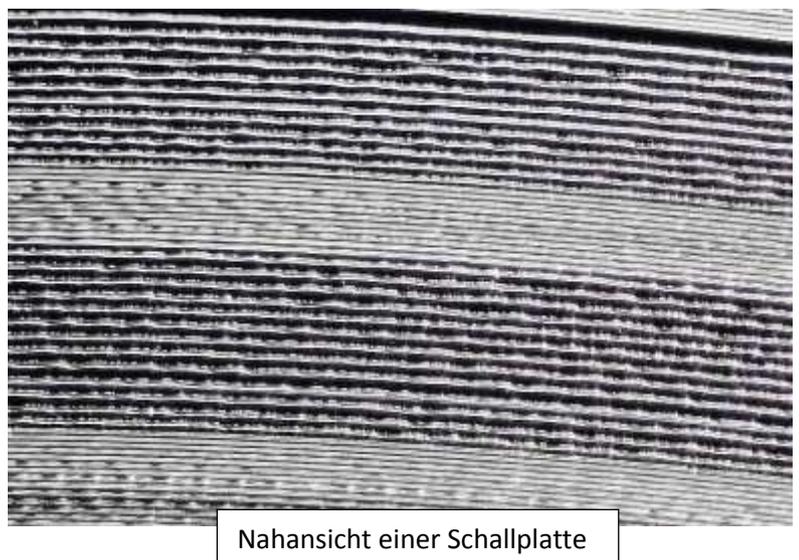
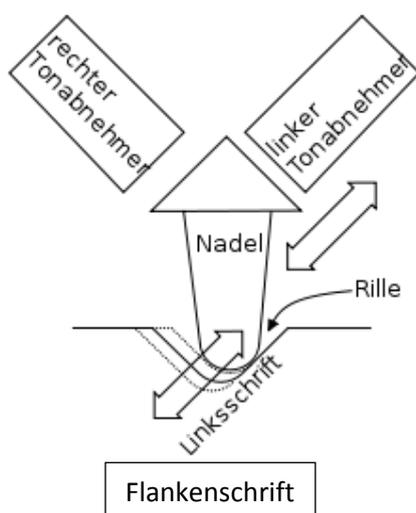
Die Tiefe der Rille unterscheidet sich an keiner Stelle und die beiden Rillenflanken verlaufen parallel. Es werden fast alle monophonen (über einen Kanal laufenden) Schallplatten mit der Seitenschrift beschriftet.

Die dritte der am meisten verwendeten Schriftarten ist die *Flankenschrift*, welche 1930 von Alan Blumlein entwickelt wurde.

Sie ist eine Kombination aus der Tiefen- und der Seitenschrift und ermöglichte somit eine stereophone (über zwei Kanäle laufende) Aufzeichnung.

Die beiden Signale werden in die beiden, im rechten Winkel zueinander stehenden Flanken, welche mit der Plattenoberfläche einen Winkel von 45° bilden, geprägt.

In der zur Mitte gerichtete Flanke wird der linke Kanal und in der nach außen gerichteten Flanke der rechte Kanal abgespeichert.



Aufbau/Funktion einer CD

Die CD (Compact Disc) wurde in den 1980er Jahren von Philips/PolyGram und Sony eingeführt und löste die Schallplatte ab.

Bei einer CD handelt es sich um einen optischen Speicher. Das bedeutet, dass es sich bei der CD um einen Massenspeicher handelt, welcher mittels Laser sowohl beschrieben, als auch gelesen wird.

Eine CD besteht aus vier Hauptkomponenten: dem Trägermaterial (Polycarbonat-Substrat), einer lichtempfindlichen, organischen Schicht (z.B. Silber), einer Reflektionsschicht und UV-Lack.

CDs haben einen Durchmesser von 8 cm- 12 cm und sind 1,2 mm dick.

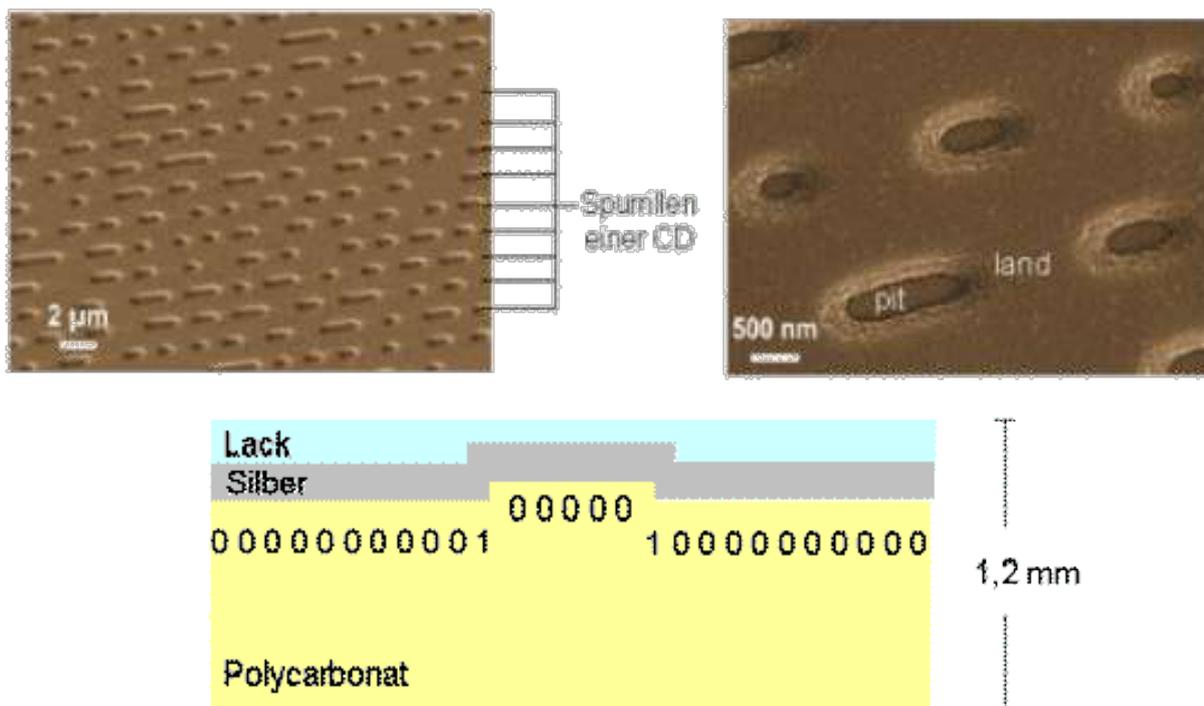
Durch die CD verläuft, ähnlich wie bei der Schallplatte, eine spiralförmige Spur, die allerdings von innen nach außen verläuft.

Die CD wird mit Daten versehen, indem vorerst eine Glas- oder Metallmatritze mittels eines Lasers mit sogenannten pits (Senkungen) und lands (Erhebungen) versehen wird.

Diese Metallmatritze wird dann auf erhitztes, zu einer CD geformtes Polycarbonat gedrückt, wodurch die pits und lands auf dem Polycarbonat wiederzufinden sind.

Wenn nun der Laser eines CD-Players die CD abtastet, liest dieser anhand der Reflektion des Laserstrahls Einsen und Nullen, die er zu einem akustischen Signal verarbeiten kann.

An den Übergangsstellen vom pit zum land und vom land zum pit liest der Laser, durch die Veränderung der Intensität des reflektierten Laserlicht, eine Eins. Ansonsten liest er Nullen.



Digitalisierung

Analog - Digital Wandlung: Aufzunehmende Informationen und Vorgänge spielen sich in der Regel in einer analogen Umwelt ab. Besondere Kennzeichen von analogen Größen sind, dass diese Größen in der Regel ständig vorhanden sind und dass sie in der Regel zumindest innerhalb bestimmter Grenzen beliebige Werte - aus einer kontinuierlichen Werteskala annehmen können.

Ein analoges Audiosignal wie es zum Beispiel ein Musikinstrument erzeugt, kann in einem Rechner nicht direkt repräsentiert werden und müssen deshalb digitalisiert werden. Digitale Signale sind stets nur Signalproben aus dem eigentlich Signalverlauf und sie können zudem nur bestimmte Signalamplituden darstellen.

Sie sind wert- und zeitdiskret. Damit wird eine ganz erhebliche Informationsreduktion erreicht. Jedoch muss der Anwender der Digitalisierung darauf achten, dass nur irrelevante, also unnötige Informationen aus dem Analogsignal entfernt werden.

Durch einen elektroakustischen Schallwandler (z.B. einem Mikrofon) können diese Schalldruckänderungen in elektrische analoge Signale umgewandelt werden. Diese werden dann in digitale Signale umgesetzt.

Abtastung: Bei der Abtastung wird Signal mit Hilfe eines Abtaststrahlers zu bestimmten Zeitpunkten, die in konstantem zeitlichem Abstand voneinander sind, abgetastet. Der Wert zum Zeitpunkt der Abtastung wird jeweils solange gehalten, bis das Analogsignal erneut abgetastet wird. Die Abtastfrequenz entspricht genau der Rate pro Sekunde, mit der Signalproben aus dem analogen Signal entnommen werden sollen. Weiterhin ist eine für den Verwendungszweck ausreichend genaue Quantisierung, also digitale Zahldarstellung der Amplitudenwerte der Signalproben durchzuführen.

Quantisierung: Die Spannungswerte im Moment der Abtastung werden über einen Analog-Digital-Wandler in einen Zahlenwert umgewandelt (Quantisierung). Dabei wird auf ganze Zahlen gerundet.

Codieren: Die Signalproben werden schließlich durch Binärzahlen, die bestimmten Abtastzeitpunkten zugeordnet sind, dargestellt und mittels einer Codezuordnung binär codiert.

Zusammenfassend Das besondere Kennzeichen einer digitalen Darstellung von Informationen ist also, dass aus einem zeitkontinuierlich ablaufenden Vorgang nur Signalproben genommen werden und dass diese Signalproben in ihrer Amplitude quantisiert werden, damit eine digitale Darstellung z. B. im Binärzahlensystem mit 0 und 1 computergerecht möglich wird.



Audiokompression

Da Lieder die im CD Format vorliegen mit mehr als 1000 kbit/s ganz schön groß sind, muss man diese komprimieren. Hierbei unterscheidet man zwischen der verlustbehafteten und der verlustfreien Kompression oder Reduktion. Die verlustfreie Kompression besteht aus verschiedenen Algorithmen die versuchen die Informationen mit so wenig Bits wie möglich abzubilden.

Eine Folge könnte also statt so:
000110000111110010100001

so komprimiert dargestellt werden
3x0 2x1 4x0 5x1 2x0 101 4x0 1

Der Computer kann dann später die komprimierten Daten wiederherstellen. Die durchaus verbreitetere Variante ist allerdings die verlustbehaftete Kompression, sie erlaubt "irrelevante" Informationen zu löschen. z.B. wenn durch einen Lauten Ton ein anderer nicht zu hören ist, so streicht das Komprimierungsprogramm den eigentlich nicht hörbaren Ton und damit Informationen. Dies gehört dann zu der sogenannten Psychoakustik. Ein normaler junger Mensch kann Schwingungen zwischen 16 und 18000 Hertz wahrnehmen. Kommt aber ein Ton hinzu, so verändert sich dieser hörbare Bereich und manche Frequenzen sind schlechter bis hin zu gar nicht mehr hörbar. Auf diese Weise werden auch mp3-Dateien komprimiert. Auf diese Art und Weise kann man das Lied was vorher weit über 1000kbit/s hatte auf ca. 192kbit/s reduzieren ohne dass man einen Qualitätsverlust wahrnimmt. Aufgrund der Tatsache das jedes Menschens Gehör unterschiedlich ist, vermögen einige immernoch einen minimalen Unterschied rausshören, was aber angesichts der 7-11 mal kleineren Datei akzeptabel erscheint.

Fourieranalyse

Die Fourieranalyse (nach JEAN-BAPTISTE-JOSEPH DE FOURIER) ist ein wichtiges Werkzeug im Bereich der Signalanalyse und -verarbeitung.

Aber was versteht man unter der Fourieranalyse?

Unter der Fourieranalyse versteht man nichts anderes, als ein Ausgangssignal umzuschreiben, indem man viele unterschiedliche Sinusfunktionen mit unterschiedlichen Amplituden und Kreisfrequenzen addiert. Wichtig dabei ist, dass das Ausgangssignal periodisch ist.

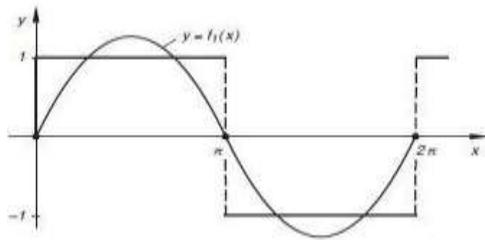
Wozu braucht man das?

Besonders in der Technik und Physik wird die Fourieranalyse verwendet. Dabei versucht man häufig festzustellen, welche Frequenzen ein Signal enthält, aber auch, wie sich das Signal ändern würde, wenn man eine Komponente entfernen würde.

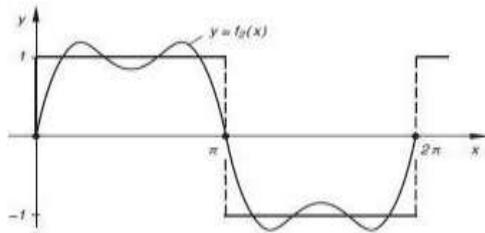
Wie geht das?

Also wie gesagt stellt man mit der Fourieranalyse ein periodisches Ausgangssignal dar. Die ist zusammengesetzt aus harmonischen Signalen mit unterschiedlichen Amplituden, Frequenzen und Phasenlagen. Jede Sinuswelle wird so „bearbeitet“: Die „Grundfrequenz einer Sinusfunktion ω ist die Grundwelle. Daneben gibt es sogenannte Oberwellen. Oberwellen sind immer ganzzahlige

Vielfache der Grundwelle. So ist die die Sinusfunktion zusammengesetzt und die Summe solcher zusammen gesetzten Sinusfunktionen beschreibt dann das periodische Ausgangssignal. Auf das reine mathematische Verfahren will ich nicht genau eingehen



In Abbildung 1 sieht man noch einmal genau, wie man sich an das Ausgangssignal heran tastet und die Sinusfunktion immer weiter modifiziert, um dem Ausgangssignal immer näher zu kommen. Dies macht man, wie hier beispielhaft zu sehen, durch das Addieren von Oberwellen. Man bezeichnet diese Schritte auch als Näherungen.



In Abbildung 2 ist zu sehen, wie man verschiedene „angepasste“ Sinusfunktionen addiert hat und sich dem Ausgangssignal immer weiter nähert. Dieser Vorgang geschieht, bis das Ausgangssignal exakt nachgebildet ist.

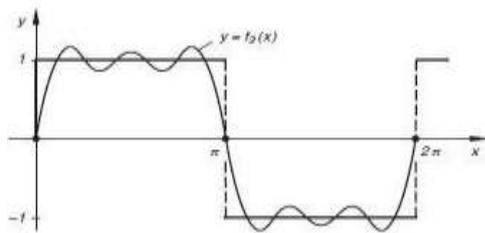


Abbildung 1

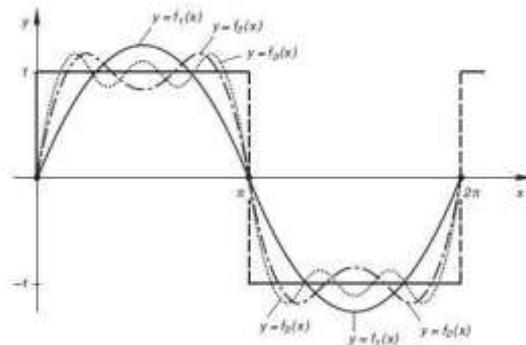


Abbildung 2