

# Technik und Tipps

Ein Beitrag von Micha Huber – [www.tonarm.ch](http://www.tonarm.ch)

## Verzerrung und Entzerrung

*Wer sich mit hochwertiger Musikwiedergabe beschäftigt, möchte mit Verzerrungen möglichst nichts zu tun haben. Wie der Name sagt, verzerren sie nämlich die Realität. Trotzdem ist es je nach Medium technisch notwendig, das Musiksignal verzerrt aufzuzeichnen und bei der Wiedergabe zu entzerren, um ein möglichst realistisches Resultat zu erreichen. Obwohl diese Verfahren naturgemäss mit Fehlern behaftet sind, machen sie eine adäquate Musikwiedergabe vielfach überhaupt erst möglich. In diesem Artikel möchten wir uns die Notwendigkeit, die Geschichte und die Ausführung dieser Technologien etwas näher ansehen.*

### Aufzeichnung pur

In den frühen Tonaufzeichnungsverfahren bis hin zur Schellackplatte, die mit einem Grammophon abgespielt wurde, erfolgte eine rein mechanische Umwandlung des Musiksignals. Somit konnte auch keine aktiv initiierte Ver- und Entzerrung vorgenommen werden.

Das heisst nun aber nicht, dass die mechanischen Verfahren unbedingt realistischere Resultate liefern würden. Der Frequenzgang ist – bedingt durch den grosse Spitzenradius, die mechanische Umsetzung und die akustische Verstärkung – schon sehr



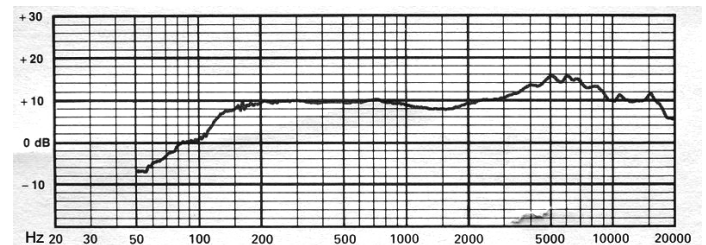
Mechanische Tonaufzeichnung beim Grammophon

verzerrt. Das macht sich in einem etwas quäkigen, mittenbetonten Klang bemerkbar. Das Verhältnis von leisen zu lauten Stellen allerdings wurde auch in keiner Weise beeinflusst, was mit hochwertigen Grammophonen durchaus hörbar ist, legen sie doch eine unglaubliche Dynamik an den Tag, die meist erst von den mechanischen Anschlägen limitiert wird.

Damit kommen wir zu den zwei technisch relevanten Möglichkeiten die es gibt, um das Musiksignal zu verändern: die Frequenzgangveränderung und das Kompanderverfahren.

### Frequenzgangveränderung

Unter dem Frequenzgang versteht man die Beziehung von Lautstärke (Amplitude) zur Tonhöhe (Frequenz). Bei einem linearen, also ausgeglichenen Frequenzgang, werden tiefe und hohe Frequenzen gleich laut wiedergegeben. Aus technischen Gründen kann es notwendig sein, den Frequenzgang für die Aufnahme zu verändern, und diese Veränderung bei der Reproduktion wieder rückgängig zu machen. Insgesamt möchte man natürlich schlussendlich am Hörplatz einen – zumindest im Hörbereich – möglichst ausgeglichenen Frequenzgang erreichen.



Frequenzgang eines preisgünstigen Mikrophons

Der Frequenzgang wird meistens mit einem Diagramm dargestellt, das die Lautstärkeabweichung in Dezibel bei den relevanten Frequenzen darstellt. Bei Mikrofonen, Tonabnehmern und Lautsprechern ist es üblich, solche Messdiagramme mitzuliefern. In obigem Bild lässt sich deutlich erkennen, dass ein Abfall gegen 50Hz hin und eine deutliche Überbetonung zwischen 3000Hz und 8000Hz vorliegt. Die aktiv initiierte Frequenzgangveränderung wird vor allem bei der Schallplattentechnik angewandt.

### Kompander

Das Wort Kompander ist ein Kofferwort, das aus den Begriffen Kompressor und Expander entstanden ist. Bei diesem Verfahren wird die Dynamik, das heisst das Verhältnis von lauten zu leisen Stellen, absichtlich verändert. Prinzipiell lässt sich damit das Musiksignal in den für das Aufnahmemedium optimalen Dynamikbereich bringen. Das Ziel ist es natürlich, diese Komprimierung bei der Wiedergabe rückgängig zu machen, damit der ursprüngliche Dynamikbereich wieder zur Verfügung steht.

Kompander sind in der Tonbandtechnik zur Rauschunterdrückung weit verbreitet. Laute Musikstellen werden dabei unverändert aufgenommen, während leise Musikstellen verstärkt werden, sodass sie einen grösseren Abstand zum Bandrauschen haben. Bei der Wiedergabe werden die leiseren Stellen dann analog der Verstärkung bei der Aufnahme wieder abgesenkt. Da das Bandrauschen zu den leisen Signalen gehört, wird dessen Pegel (der ja nicht zum Eingangssignal gehört und somit nicht verstärkt worden ist) mit abgesenkt.

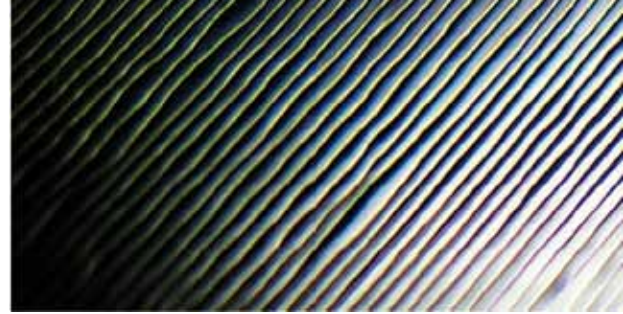


Prototyp des Dolby-SR Rauschunterdrückungssystems

Eine effektive Rauschunterdrückung erreicht man durch die Kombination der beiden Verfahren. Dabei wird das Eingangssignal abhängig von Pegel und Frequenz im hörbaren Bereich unterschiedlich stark angehoben. Dieses Verfahren ist durch die Entwicklungen von Dolby Laboratories in der Tonband- und Kassettenteknik weit verbreitet: Dolby B, C und S; im professionellen Bereich auch Dolby A und SR.

## Frequenzgangveränderung in der Schallplattentechnik

In der Schallplattentechnik wird ein ähnliches Verfahren angewandt, man nennt es die Schneidkennlinie. Diese genormten Frequenzgangsveränderung hat – neben der Rauschunterdrückung – noch eine zweite wichtige Funktion: sie spart Platz auf der Platte. Um bei der rein mechanischen Tonaufzeichnung einen linearen Frequenzgang zu erreichen, musste die Bewegungsgeschwindigkeit der abtastenden Nadel konstant sein, was mit abnehmender Frequenz eine viel höhere Auslenkung bedingt. Dazu ein Beispiel: Wenn wir die Frequenz von 10kHz mit einer Auslenkung von je 0,005mm aufzeichnen, ergibt sich eine Bewegungsgeschwindigkeit von ca. 314mm/sek. Um diese Geschwindigkeit bei 100Hz zu erreichen, wäre eine Auslenkung von 1mm notwendig!



Schallplattenrinne, 50x vergrößert

Auch bei der Abtastung mit einem elektromagnetischen Tonabnehmer (MM oder MC) stellt sich die Sachlage identisch dar. Der Tonabnehmer reagiert ja nicht in erster Linie auf eine Positionsänderung des Abtastdiamanten (das wäre beim Piezo- oder neuartigen Dehnmesstreifenprinzip der Fall), sondern auf die Bewegung desselben. Je schneller die Bewegung der Spule im Magnetfeld ist, desto höher wird das Ausgangssignal. Deshalb müsste – bei unverzerrter Aufnahme und Wiedergabe – die Bewegungsgeschwindigkeit bei jeder Frequenz gleich hoch sein. Mit einer genormt angewandten Ver- und Entzerrung erreicht man nun eine Platzeinsparung, da man die tiefen Frequenzen im Pegel absenkt. Die hohen Frequenzen werden im Pegel angehoben, damit der Abstand zum Grundrauschen höher wird.

## Normen

Wie allgemein bekannt sein dürfte, hat sich als Grundlage für diese Schneidkennlinie mit der Zeit die RIAA-Norm durchgesetzt. Das hat aber einige Zeit gedauert, und davor waren unterschiedliche Kennlinien bei der Aufnahme zum Einsatz gekommen. Wenn man nun ältere Schallplatten (vor 1957) abspielen möchte, macht es Sinn, diese auch korrekt zu entzerren. Dazu werden erfreulicherweise Vorverstärker gebaut, die eine Anpassung der Entzerrkurve ermöglichen. Untenstehendes Bild gibt einen Überblick zu den verschiedenen Schneidkennlinien.

Wer alte Schallplatten mit dem richtigen Diamantenschliff und korrekter Entzerrung anhören kann, wird mit Sicherheit einen grossen Schatz entdecken, der sonst nur verschwommen erfahrbar ist.

