

Der richtige Dreh

Die Schallplatte erlebt derzeit eine Renaissance, die Verkaufszahlen von Plattenspielern steigen ebenfalls. Hinter dem optimalen Klang steckt eine Menge Physik.

Bernd Müller

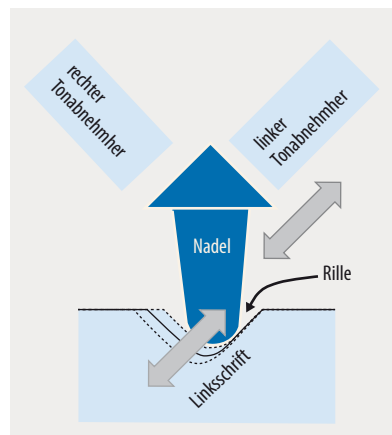


Foto: Jd/photodesign

Seit einigen Jahren läuft das Geschäft mit den schwarzen Vinylscheiben wieder rund: Die Verkaufszahlen steigen an – und immer häufiger gehen auch Schallplattenspieler über den Ladentisch. Ein Plattenspieler besteht aus einem Sockel, auf dem der Plattenteller und der Tonarm montiert sind. Der Tonarm hält den Tonabnehmer mit der Nadel, die durch die Rillen der Schallplatte gleitet, während diese sich typischerweise mit $33 \frac{1}{3}$ oder 45 Umdrehungen pro Minute auf dem Teller dreht. Bei genauerem Hinsehen entpuppt sich das Gleiten der Nadel zu einer Berg- und Talfahrt in den Rillen der Schallplatte: In den feinen Strukturen sind Sprache, Musik und Geräusche „eingefroren“.

Die mechanischen Auslenkungen der Nadel werden im Tonabnehmer in elektrische Schwingungen umgewandelt. Die ersten Wandler arbeiteten mit einem Piezokristall: Aus der Verformung des Kristalls durch die Bewegung der Nadel resultiert aufgrund des Piezoeffekts eine elektrische Spannung, die proportional

zur Auslenkung ist. Bei den heute üblichen Magnetwandlern ist die Spannung proportional zur Geschwindigkeit der Nadelbewegung. Hier lassen sich zwei Bauweisen unterscheiden: Beim elektromagnetischen Wandler bewegt sich ein kleines Magnetstäbchen, das am Nadelausleger montiert ist, in einer Spule und induziert eine Spannung. Genau entgegengesetzt arbeitet der elektrodynamische Wandler, bei dem sich die Spule um einen fest sitzenden Permanentma-



◀ Wenn der Tonabnehmer über die Rillen der Schallplatte gleitet, erwachen eingefrorene Musik und Töne wieder zum Leben.

gneten bewegt. Die Spule hat nur wenige Windungen aus dünnstem Draht, damit ihre Masse möglichst gering bleibt. Daraus resultiert eine sehr niedrige Ausgangsspannung von wenigen Millivolt, die im Vorverstärker auf bis zu 500 mV erhöht wird. Außerdem hat der Vorverstärker die Aufgabe, die unterschiedlichen Lautstärken tiefer und hoher Frequenzen zu entzerren. Tiefe Frequenzen führen zu einer langsameren Bewegung der Nadel, weil die Auslenkung kleiner ist als bei hohen Frequenzen. Um einen Frequenzbereich von 40 Hz bis 12,5 kHz mit einem Dynamikumfang von 40 dB wiedergeben zu können, werden tiefe Frequenzen bei der Aufnahme um bis zu 20 dB abgeschwächt, hohe Frequenzen dagegen um bis zu 20 dB verstärkt.

Bei einer Mono-Schallplatte bewegt sich die Nadel nur horizontal, während bei einer Stereoaufnahme Höhenauslenkungen hinzukommen. Die Signale des rechten und linken Kanals sind in der äußeren und inneren Flanke der Rille enthalten. Die Flanken stehen orthogonal zueinander und sind jeweils um 45° zur Ver-

Abb. 1 Bei einer Stereo-Schallplatte enthalten die beiden Flanken der Rille die Informationen. Zwei unabhängige Tonabnehmer generieren aus den horizontalen und vertikalen Bewegungen den rechten und linken Kanal.

tikalen geneigt. Bei einer Auslenkung in einer Flanke bewegt sich die Nadel also schräg nach oben (**Abb. 1**). Die Nadel mündet in eine Gabel, die in zwei Wandler führt. So lassen sich beide Bewegungsrichtungen getrennt erfassen, und ein Stereoeffekt mit fast vollständig getrenntem rechten und linken Kanal entsteht.

Auf der Platte skaten

Im Zusammenhang mit der Stereo-Wiedergabe ist der Skating-Effekt beim Plattenspieler zu beachten. Die Tangente an die Rille im Auflagepunkt der Nadel entspricht nicht exakt der Verbindungslinie zwischen dem Auflagepunkt und der Drehachse am hinteren Ende des Tonarms (**Abb. 2**). Zerlegt man die Kraft, mit der die Rille tangential an der Nadel zieht, ergibt sich die kleine Skating-Kraft, die den Tonarm in Richtung Plattenmitte zieht. Dadurch drückt die Nadel stärker an die innere Kante der Rille, sodass eine Dysbalance der Stereokanäle auftritt. Ein kleines Gewicht, das den Tonarm nach außen zieht, schafft Abhilfe, berücksichtigt aber nicht, dass die Skating-Kraft bei kleineren Radien geringer ausfällt. Um dies auszugleichen, lässt sich die Auflagekraft des Tonarms einstellen, meist in einem Bereich von zehn Millinewton.

Um ein Schwanken der Tonhöhe zu vermeiden, sorgen hochwertige Antriebe dafür, dass die Drehzahl

des Plattentellers konstant bleibt. Allerdings können auch die besten Antriebe nicht verhindern, dass beim Abtasten der Rillen durch die Nadel Reibung und damit Gleichlaufschwankungen auftreten – insbesondere bei großer Lautstärke. Die bremsende Kraft zwischen Nadel und Rille kann man selbst bestimmen. Dazu vergleicht man die Zeiten, die der Plattenteller braucht, um ohne Antrieb zum Stillstand zu kommen – einmal ohne und einmal mit aufgesetztem Tonarm. Ohne Tonarm ergibt sich der Anteil an Reibung, den das Lager des Plattentellers verursacht. Mit Tonarm kommt die Reibung der Nadel hinzu, die sich aus der Differenz der beiden Messungen ableitet.¹⁾

Ob die daraus resultierenden Gleichlaufschwankungen den Klang beeinflussen, war bereits Ende der 1960er-Jahre Gegenstand systematischer Untersuchungen. Beispielsweise wurde die Reibung durch verschiedene Zusatzgewichte auf Höhe des Tonabnehmers leicht erhöht und variiert, um den Klang bei verschiedenen Gleichlaufschwankungen zu vergleichen. Die mit dem Oszilloskop sichtbar gemachten Unterschiede blieben jedoch so gering, dass sie für das menschliche Ohr als nicht wahrnehmbar galten.²⁾ Auch dass die Reibung mit dem Radius der Rillen beim Abspielen der Platte variiert, nimmt das menschliche Gehör nicht wahr: Immerhin legt die Nadel bei konstanter Drehzahl in den äußeren Rillen einer

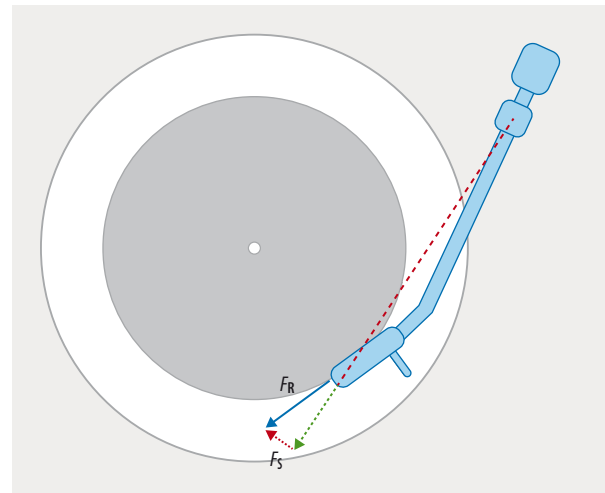


Abb. 2 Die Reibung der Nadel in der Rille ergibt eine Kraft F_R auf den Tonarm (blau). Daraus resultiert die Skating-Kraft F_S (rot).

Langspielplatte eine mehr als doppelt so große Strecke pro Sekunde zurück wie innen. Daher müssen die Auslenkungen bei gleicher Tonfrequenz für die kleineren Radien dichter zusammengedrängt in der Rille liegen.

Für Fans des analogen Hörens machen leichte Schwankungen oder das charakteristische Knistern mitunter den Reiz der Schallplatte aus. Für die steigenden Verkaufszahlen könnte aber auch die jüngere Generation verantwortlich sein, die – aufgewachsen mit den digitalen Klängen aus CD- oder MP3-Spieler – auf der Suche nach neuen Hörerfahrungen ist.

1) R. P. Pardee, J. Audio Eng. Soc. **29**, 890 (1981)

2) T. S. Cole, J. Audio Eng. Soc. **15**, 446 (1967)