

# **Klangliche Eigenschaften von Vinyl**

eingereicht bei

Prof. Oliver Curdt

Hochschule der Medien Stuttgart

von

Nils Haala (Matrikel-Nr. 29967)

im Zuge der Lehrveranstaltung „Ton Seminar“ im SS 16

## Inhalt

Grundlagen der mechanischen Schallspeicherung .....	3
Tiefen-, Seiten- und Stereoschrift .....	3
Platzverbrauch.....	3
Klangveränderungen .....	4
Musikproduktion für Vinyl.....	5
Vinyl Mastering.....	5
Wissenswertes.....	6
Bestklingendes Medium.....	7
Theoretischer Ansatz.....	7
Hörgewohnheit.....	8
Fazit .....	8
Quellen .....	9

## Grundlagen der mechanischen Schallspeicherung

Schallspeicherung auf Vinyl funktioniert nach Prinzip der mechanischen Schallspeicherung. Dabei wird die Schallwelle in Form einer modulierten Rille durch einen Schneidestichel (ein nach unten hin spitz zulaufendes Schneidewerkzeug) in ein bestimmtes Material geschnitten. Bei der Wiedergabe wird diese Rille durch eine Nadel abgetastet, welche dabei eine Induktionsspule im Feld eines Magneten bewegt und so eine Spannung analog zur Rillenauslenkung induziert.

### Tiefen-, Seiten- und Stereoschrift

Anfangs wurde der Schnitt in Form der sog. Tiefenschrift durchgeführt. Hier wurde die Auslenkung des Signals durch Vertikalbewegung des Stichels bzw. der Nadel moduliert. Die Amplitude des zu speichernden Signals bestimmte also Tiefe und damit auch die Breite der Rille.

Die Tiefenschrift wurde später aus platzspargründen durch die Seitenschrift ersetzt, bei der die immer gleich breite Rille in Horizontalebene moduliert wurde.

Mit Einführung der Stereophonie benötigte man eine Möglichkeit, zwei getrennte Signale unabhängig voneinander in eine Rille zu modulieren und mit nur einer Nadel wieder abzutasten. Dies erreichte man mit der sog. Stereoschrift. Bei dieser handelt es sich um eine um  $45^\circ$  gedrehte Kombination aus Tiefen- und Seitenschrift. Man schnitt in eine V-förmige Rille mit zwei im  $90^\circ$ -Winkel zueinander stehenden Flanken, auf denen jeweils rechter bzw. linker Kanal lagen.

Jede Flanke lenkt die Nadel bei der Abtastung in einer Richtungsebene aus und induziert so in jeweils nur einer der Spulen des angekoppelten Spulenpaars eine Spannung. So können zwei Kanäle mit nur einer Nadel unabhängig voneinander abgetastet werden.

Hinsichtlich der Monokompatibilität bediente man sich eines Tricks: Durch die Invertierung einer der Kanäle sorgte man dafür, dass bei der Einspeisung eines Monosignals das Signal auf der linken Seite bspw. für eine Vertikalbewegung nach oben sorgt, zeitgleich aber das gegenteilige Signal auf der rechten Seite die Nadel nach unten lenkt und so die Bewegung in Vertikalebene aufhebt. Man hat also bei Monosignalen nur Bewegungen in der Horizontalebene, was einer Modulierung in Seitenschrift entspricht.

### Platzverbrauch

Daraus schließt sich die Tatsache, dass große Kanalunterschiede für eine starke Bewegung in Vertikalebene führen, was wiederum in einer sehr tief zu schneidenden Rille mit großem Platzverbrauch resultiert.

Dies macht sich besonders stark bei tiefen Frequenzen bemerkbar, da diese im Vergleich zu hohen Frequenzen bei gleicher Lautstärke für eine deutlich stärkere Auslenkung der Rille sorgen.

Allerdings stellt der Platzverbrauch ein großes Problem dar - man will einerseits eine möglichst große Kapazität und Laufzeit erzielen, andererseits aber auch mit möglichst hoher Lautstärke schneiden um einen großen Rauschabstand zu erhalten.

Der Frequenzgang von Sprache und Musik erweist sich hierfür als besonders problematisch: Es herrscht meist ein Pegelmaximum im Bereich der Grundtöne, während der Pegel mit zunehmender Frequenz im Bereich der Obertöne abfällt. Das hieße also, dass Bässe und Grundtöne enorm viel Platz verbrauchen würden, während Obertöne und Höhen mit so kleinen Amplituden geschnitten werden, dass sie im Oberflächenrauschen verschwinden. Man resultiert also am Ende in einer geringen Spielzeit und sehr wenig Rauschabstand.

Diesem Problem wird durch den nichtlinearen Schnitt entgegengearbeitet.

Dabei wird das Signal vor dem Schneiden gefiltert, wobei grob gesagt Frequenzen unterhalb von 1kHz mit sinkender Frequenz immer mehr gedämpft werden, während oberhalb mit steigender Frequenz immer stärker verstärkt wird. Durch diese Filterung erreicht man einen geringeren Platzverbrauch in den Tiefen und höheren Rauschabstand in den Höhen.

Als Standard für diese Filterkurve hat sich die sog. RIAA-Kurve durchgesetzt. Sie definiert die genaue Filterung, welche später im Entzerrer/Phonopreamp wieder invertiert wird.

Eine weitere Möglichkeit die Kapazität der Schallplatte zu optimieren ist die sog. Füllschrift, bei der sich eine Rille immer so nah wie möglich an die jeweils außenliegende Rille „schmiegt“. So wird der vorhandene Platz auf der Platte bestmöglich ausgenutzt.

## Klangveränderungen

Der Idealfall, dass die Abtastnadel des Platenspielers bei der Abtastung zu 100% den Bewegungen des Schneidestichels folgt ist leider in der Realität meistens nicht gegeben: Es kommt bei der Abtastung zu ständigen Asymmetrien in horizontaler und vertikaler Richtung. Dies liegt vor allem an der unterschiedlichen Form von Schneidestichel und Abtastnadel (dreieckig vs. kegelförmig).

Die Abtastpunkte der Flanken liegen zeitweise versetzt zueinander, die Kanäle werden also versetzt zueinander abgetastet. Dies macht sich klanglich in Verzerrung bemerkbar, der sog. Spurverzerrung.

Zusätzlich besteht das Problem, dass im innen liegenden Bereich der Platte diese „langsamer läuft“. Eine bestimmte Frequenz muss hier also auf einer kürzeren Distanz abgebildet werden.

So hat man bei hohen Frequenzen ab einem bestimmten Punkt das Problem, dass die Auslenkung so gering ist, dass sie nicht mehr gelesen werden kann, da die Wellenlänge in die Dimension der Abtastnadel kommt. Man hat also einen Höhenverlust im inneren Bereich der Platte.

Des Weiteren führt ein „Übersprechen“ zwischen den Flanken zu einer Stereounscharfe im Klangbild.

Beim Abspielen jeder Platte kommt es also auf verschiedenen Wegen zu bestimmten Arten von Verzerrungen. Diese sind unter Anderem abhängig von der Einstellung des Tonabnehmers (Auflagekraft, Antiskating), dem Nadelschliff oder der Position auf der Platte.

Allerdings handelt es sich oft um harmonische Verzerrungen (vor allem bei der Spurverzerrung), welche bis zu einem gewissen Grad als positiv empfunden werden, da sie dem Signal „zugehörig“ wirken. Außerdem werden empfundene Stereotrennung, -abbildung und räumliche Tiefe verbessert, der Vinyl-typische, „warme“ Klang entsteht.

## Musikproduktion für Vinyl

### Vinyl Mastering

Das zu schneidende Audiofile wird um sicherzustellen, dass es auf Vinyl „funktioniert“ vor dem Schnitt vom Mastering-Ingenieur oder „Cutter“, der den Schnitt durchführt, sicherlich nochmals durch ein Mischpult und evtl. Outboard Equipment geschickt. Allerdings bietet es sich an, sein Material schon im Voraus so zu bearbeiten, dass dieser wenig tun muss und es nicht mehr zu großen Klangveränderungen kommt. So bleibt man trotzdem Herr über das Klangbild seines Materials und muss nicht mit großen Veränderungen rechnen.

So sollte man bei der Mischung darauf achten, dass im Frequenzbereich unter 500Hz möglichst wenig Stereoinformation vorhanden ist, da sonst der Platzverbrauch zu groß wäre und die Nadel bei zu starker Auslenkung aus der Rille springen könnte.

Beim Schnitt kommt es in jedem Fall zu Monosummierung unter 150Hz bzw. 300Hz, also bietet es sich an, diesen Frequenzbereich von Anfang an in Mono zu mischen. Die Alternative wäre ein sehr schwach gepegelter Bass. Hierbei kann ein Correlation Meter (Korrelationsgradmesser) hilfreich sein.

Generell sollte auch ein Low Cut bei 30-40 Hz vorgenommen werden - alles was darunterliegt, ist klanglich meist sowieso wenig zu gebrauchen, verbraucht aber unnötig viel Platz auf der Platte. Außerdem kann so Pegel weiter ausgesteuert werden

Schnitt von besonders hochfrequentem Material sehr schwierig, da die Schneidesysteme die Geschwindigkeit, die zur Aufzeichnung nötig wäre nicht problemlos ausführen können, sie werden dabei zu heiß. Somit bietet sich generell ein High Cut bei spätestens 18-19kHz an.

Oben genannte Verzerrungen machen sich in Bereich der Hochmitten (einstelliger kHz-Bereich) sehr unangenehm bemerkbar (der Bereich, der für die Sprachverständlichkeit essenziell ist). Außerdem muss besonders mit transientenreichen Material (HiHat, Becken, T- und S-Laute) vorsichtig umgegangen werden, da hier im Moment des Schreibens sehr viel Strom durch die Schneidestichel fließt und diese sich stark erhitzt.

Generell ist also eine etwas stärkere Dämpfung dieses Bereichs durch einen De-esser empfehlenswert.

Auch die Anordnung der Songs spielt eine Rolle: Höhenlastige Songs kommen besser nach „außen“, während auf der Platteninnenseite eher weniger höhenreiches Material liegen (z.B. Balladen).

Auch ist die Lautheit der Platte immer Relativ - sie wird beim Schnitt durch Cutter bestimmt, totkomprimierte Master werden meist eher leise geschnitten.

Übermäßig hohe Lautstärke kann nicht geschnitten werden, da Nadel ab bestimmtem Punkt aus der Rille springt. Auch Limiting und Clipping bringen keine Lautstärke, machen sich aber eher durch unangenehm klingende, „sägende“ Verzerrungen bemerkbar.

Generell ist es also empfehlenswert, sein Material eher dynamisch und ohne Hinblick auf Lautheit zu mischen.

### Wissenswertes

Die gesteigerte Masse von 180g Platten (besonders dicke und Ausführung im Vergleich zur normalen 130g Version) haben laut Björn Bieber von „Flight 13“ (Vinyl duplicationsfirma aus Karlsruhe) keinen Einfluss auf den Sound. Sie wirkt nur haptischer und hochwertiger.

Das sog. Direct Metal Mastering (DMM) ist spezielles von der Firma Teldec entwickeltes Verfahren in der Schallplattenherstellung. Der Unterschied besteht darin, dass beim DMM die Schallrinne in einen Kupferrohling geschnitten wird, aus dem dann direkt die Pressmatrize hergestellt werden kann.

Auf der anderen Seite wird beim normalen Lackschnittverfahren erst in eine weichere Lackplatte aus Nitrzelluloselack geschnitten. Diese wird danach versilbert und anschließend ein Kupferabzug erstellt, aus dem dann letztendlich die Pressmatrize gewonnen wird.

Direct Metal Mastering ist insofern vorteilig, als dass viele Arbeitsschritte und damit mögliche Fehlerquellen gespart werden. Außerdem können brillantere Höhen geschnitten werden, da der weichere Lack sehr feine Schwingungen aufgrund seiner leichten Elastizität nicht so gut aufnehmen kann.

Das DMM-Verfahren und das damit verbundene Gütesiegel ist lizenziert und an hohe Qualitätsanforderungen und Bedingungen gebunden. Daher hat es sich nicht in der Massenproduktion durchgesetzt, besitzt aber trotzdem den Ruf qualitativ bessere Tonträger hervorzubringen.

## Bestklingendes Medium

Die Schallplatte wird oft von Hi-Fi Enthusiasten und Nostalgikern als bestklingendstes Medium und klangliche Königsklasse angepriesen. Doch wie viel steckt hinter diesem Mythos?

### Theoretischer Ansatz

Grundsätzlich gilt, dass Vinyl definitiv einen Eigenklang besitzt, der das Medium klanglich von digitalen Formaten unterscheidet.

Bei diesem Eigenklang geht es hauptsächlich um die entstehenden Klangveränderungen, welche die Schallplatte eben durch ihre „Fehler“ und Einschränkungen erhält.

Allerdings tragen diese Verzerrungen (wie oben beschrieben) bis zu einem gewissen Grad zu einem positiven Klangergebnis bei. Auch der Höhenverlust ist zum Teil mitverantwortlich für die charakteristische „Wärme“ des Schallplattenklangs.

Auch technische Fehler wie Knacksen und Rumpeln, das durch Staub und Dreckpartikel auf der Platte entsteht werden von vielen als schön und angenehm, da irgendwie zugehörig empfunden. Tatsächlich wird digitalen Formaten sogar oft künstlich unter die Arme gegriffen um ein durch solche Fehlerhaftigkeiten verursachtes Klangbild zu erzeugen.

Das Argument, dass die Schallplatte als „rein analoges“ Medium frequenzmäßig nach oben nicht begrenzt ist (wie etwa digitale Formate durch eine Samplingrate) stimmt so nicht: Heutzutage arbeiten Schneidemaschinen so, dass das zu schneidende Audiosignal immer zweimal, leicht verzögert hintereinander eingespeist wird - das erste Signal dient als eine Art Lookahead-

Funktion für den Schneidestichel, während das zweite, verzögerte Signal das eigentliche Signal ist, das geschnitten wird. Diese Verzögerung wird mittlerweile immer auf digitalem Wege erreicht – heißt, spätestens hier läuft das Signal durch einen A/D-Wandler. Hinzu kommt, dass es nicht ganz unproblematisch ist, hohe Frequenzen zu schneiden. Es wird also sowieso meistens ein High Cut vorgenommen (siehe oben).

Grundsätzlich gilt es auch zu beachten, dass beim Mastering für das jeweilige Medium früher oder später mit zwei unterschiedlichen Masterfiles gearbeitet wird, die sich klanglich natürlich unterscheiden. Mit dem Vinylmaster muss dabei immer in Hinblick auf die Einschränkungen des Mediums umgegangen werden, während das digitale Format „mehr darf“. Dies ist allerdings in Hinblick auf bestimmte Entwicklungen im Mastering (Stichwort: „Loudness War“) nicht immer von Vorteil, sodass oftmals von den Hörern das für Vinyl optimierte Master präferiert wird.

### Hörgewohnheit

Interessant ist bei der Diskussion nach dem bestklingendsten Medium auch von Jonathan Berger (Musikprofessor in Stanford) durchgeführtes Experiment zum Thema Hörgewohnheiten: Dieser spielte über längere Zeit hinweg seinen Studenten Musik unterschiedlichster Genres im Blindtest in unterschiedlich (gar nicht bis stark) komprimierten Formaten vor. Die Studenten sollten im Anschluss die für sie bestklingendste Version bestimmen. Interessanterweise empfanden die meisten Studenten das verlustbehaftete mp3-Format als am besten klingend. Daraus lässt sich also schließen, dass subjektiv empfundene „guter“ Klang auch mit Hörgewohnheit zusammenhängt. Die Studenten empfanden die mp3-Datei als angenehm, da sie diese durch ihre Art des Musikkonsums (iPod etc.) am besten kannten und gewohnt waren. Vor allem ältere Menschen, die mit der Schallplatte groß geworden sind, empfinden also möglicherweise diese als besser klingend, da sie deren Klang einfach gewohnt sind.

### Fazit

Grundsätzlich lässt sich also festhalten, dass die Schallplatte nicht der Tonträger ist, welcher den Klang der Audiodatei so unverfälscht und originalgetreu wie möglich wiedergibt. Sie besitzt aber einen charakteristischen, „warmen“ Eigenklang und ist durch ihre Einschränkung „immun“ gegen totkomprimierte, laute Musik, weswegen sie von vielen Hörern gegenüber anderen Tonformaten vorgezogen wird. Hierbei spielen aber auch Faktoren wie Haptik, Hörgewohnheit und ein „bewusster Musikkonsum“ eine Rolle. Ob Vinyl nun besser oder schlechter klingt als eine CD oder mp3-Datei kann objektiv wohl kaum beurteilt werden.



## Quellen

Dickreiter, Michael/ Dittel, Volker /Hoeg, Wolfgang /Wöhr, Martin (2014): Handbuch der Tonstudioteknik. Berlin: De Gruyter Saur

Henle, Hubert (2001): Das Tonstudio Handbuch. München: GC Carstensen Verlag

Rosenkranz, Moritz (2016): Direct Metal Mastering: Das Prinzip Waffeleisen. In: MINT 1. Jg., H1. S. 43

Maillard, Rainer (2015): Elektro-mechanische Zusammenhänge beim Vinyl-Mastering. Online im Internet unter: <http://www.emil-berliner-studios.com/de/vinyl-mastering.html>

Ketterer, Nicolay (2015): Warum klingt Vinyl? – Über Mastering, Digitalisierung, Restaurierung und mehr: Teil 1. Online im Internet unter: <http://www.soundandrecording.de/stories/warum-klingt-vinyl/>

Ketterer, Nicolay (2016): Das Besondere an Vinyl? – Über Mastering, Digitalisierung, Restaurierung und mehr: Teil 2. Online im Internet unter: <http://www.soundandrecording.de/stories/das-besondere-an-vinyl/>

Ketterer, Nicolay (2014): Mythos und Trend Vinyl- was sie wirklich über das Medium wissen müssen. Online im Internet unter: <http://www.soundandrecording.de/stories/warum-klingt-vinyl/>

Dames, Jörg/ Werner, Ralph (2015): Vinyl – wie geht das? Grundlagen der Schallplatten-Aufnahmetechnik. Online im Internet unter: <http://www.fairaudio.de/artikel/2015-artikel/grundlagen-der-schallplatten-aufnahme-technik-1.html>