

Bachelorarbeit

im Studiengang Audiovisuelle Medien

Elektromagnetische Tonabnehmer für die Elektrogitarre: Ein Klangästhetischer Vergleich

Vorgelegt von Dorian Heyer (Matrikel-Nr. 22164)

An der Hochschule der Medien Stuttgart

am 17. Mai 2013

Erstprüfer: Prof. Oliver Curdt
Zweitprüfer: Prof. Jens-Helge Hergesell

Erklärung

„Hiermit versichere ich, Dorian Heyer, an Eides statt, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel: „Elektromagnetische Tonabnehmer für die Elektrogitarre: Ein Klangästhetischer Vergleich“ selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen wurden, sind in jedem Fall unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht oder in anderer Form als Prüfungsleistung vorgelegt worden. Ich habe die Bedeutung der eidesstattlichen Versicherung und die prüfungsrechtlichen Folgen (§26 Abs. 2 Bachelor-SPO (6 Semester), § 23 Abs. 2 Bachelor-SPO (7 Semester) bzw. § 19 Abs. 2 Master-SPO der HdM) sowie die strafrechtlichen Folgen (gem. § 156 StGB) einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Versicherung zur Kenntnis genommen.“

Stuttgart, 17.05.2013

Dorian Heyer

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem klangästhetischen Vergleich von elektromagnetischen Tonabnehmern für Elektrogitarren. Es soll der Frage nachgegangen werden, ob bestimmte Tonabnehmer und Tonabnehmerpositionen für bestimmte Anschlagstechniken besser geeignet sind als andere. Diese Frage soll mit Hilfe von Hörvergleichen beantwortet werden. Messungen im Frequenzspektrum sollen im Vorfeld Unterschiede im Klangverhalten aufzeigen und auf eine objektive Weise darstellen und sichtbar machen. Um solch einen Vergleich durchführen und interpretieren zu können, wird im ersten Teil der Arbeit Wissen über die Gitarre, die Tonentstehung am Instrument sowie über Tonabnehmer und deren Eigenschaften vermittelt. Im zweiten Teil findet der Hörvergleich statt. Durch die Vielzahl von verschiedenen Tonabnehmersystemen und Anschlagstechniken werden hier jeweils die meistverbreiteten für den Vergleich herangezogen.

Abstract

The work presented deals with the comparison of electromagnetic pickups for electric guitars. Are particular pickups and their positioning more suitable than others for the individual requirements? These questions will be answered by means of listening comparisons. Besides that, the spectrum analysis should allow to show differences in sound in advance and represent it in an objective and visual way. To perform such a comparison and to interpret the results, knowledge about the guitar, creating of sounds and about pickups and their characteristics will be explained and taught in the first part of the work. The actual comparison takes place in the second part. By using a variety of different pickups and stroke-techniques, the most common techniques and pickups will be used for the comparison.

Inhaltsverzeichnis

Erklärung	2
Kurzfassung.....	3
Abstract	3
1. Einleitung	7
2. Die Entstehung der Elektrogitarre.....	8
3. Die Entwicklung der Solidbody-Gitarre	10
4. Akustische Eigenschaften von Musikinstrumenten	11
4.1 Einschwingvorgang	12
4.2 Quasistationärer Klangabschnitt.....	13
4.3 Ausklingvorgang.....	14
4.4 Musikalische Dynamik.....	14
5. Aufbau der Elektrogitarre	15
5.1 Die Korpusformen und Korpuskonstruktionen	16
5.1.1 Hollowbody-Gitarren	17
5.1.2 Semiakustik-Gitarre.....	19
5.1.3 Die Solidbody-Gitarre.....	19
5.2 Hals und Griffbrett	20
5.3 Kopfplatte und Mechaniken.....	22
5.4 Der Sattel	23
5.5 Der Steg.....	23
5.6 Die Saiten	25
5.7 Tonabnehmer und Elektronik	25
6. Klangbeeinflussende Faktoren der Elektrogitarre	26
6.1 Die Übertragungskette.....	26
6.2 Das Holz.....	27
6.3 Die Saitenschwingung	28
6.4 Die Saiten	29
6.5 Das Plektrum	31

6.6 Position der Tonabnehmer	32
6.7 Der Verstärker als Teil des Instruments	33
6.8 Kabel	33
7. Anschlagstechniken auf der Gitarre	34
8. Funktionsweise und Eigenschaften elektromagnetischer Tonabnehmer	36
8.1.1 Spannung und Strom.....	36
8.1.2 Widerstand.....	36
8.1.3 Kondensator	36
8.1.4 Spule.....	37
8.2 Der Single-Coil Tonabnehmer	39
8.3 Der Humbucker	41
8.4 Übertragungscharakteristiken	44
8.4.1 Resonanzüberhöhung	44
8.4.2 Nichtlineare Verzerrung.....	47
8.5 Aktive Tonabnehmer.....	47
9. Klangbeispiele: Tonabnehmer und Tonabnehmerpositionen	48
9.1 Singlecoil in Halsposition.....	49
9.2 Singlecoil in Stegposition	50
9.3 Humbucker in Halsposition	51
9.4 Humbucker in Stegposition.....	52
9.5 Auswertung der Tonabnehmer-Klangbeispiele.....	53
10. Der Versuchsablauf	54
11. Das Versuchsequipment	55
11.1 Die Gitarren.....	55
11.2 Verstärker und Gitarrenzubehör.....	56
11.3 Das Aufnahmeequipment	59
12. Der Hörvergleich	61
14. Fazit	68
15. Literaturverzeichnis	69
17. Abbildungsverzeichnis	71

18. Glossar	72
19. Inhalt der Audio-CD	73
20. Audio-CD	75

1. Einleitung

Die elektrische Gitarre stellt in der populären Musik ein wichtiges und weit verbreitetes Musikinstrument dar. Vielfältige Varianten und Bauformen hat es in den letzten 80 Jahren gegeben. Im Unterschied zu anderen rein akustischen Instrumenten, ist bei der E-Gitarre jedoch nicht nur das Instrument und die Raumakustik für dessen Gesamtklang entscheidend. Einen wichtigen Faktor für den Klang stellen unter anderem die Tonabnehmer dar. Diese elektromagnetischen Wandler sind in jeder E-Gitarre zu finden und für die Bezeichnung „elektrische Gitarre“ verantwortlich.

Fast so vielfältig wie es Gitarren gibt, gibt es auch Tonabnehmer. Aber warum gibt es verschiedene Tonabnehmer und wie klingen sie? Die zwei wichtigsten Bauarten sollen in ihrem Klang verglichen werden.

Jede Spielart und insbesondere Anschlagtechnik beeinflusst den Klang eines Instruments. Wie verschiedene Tonabnehmer für die verschiedenen Anschlagtechniken geeignet sind, soll untersucht werden. Die Wahrnehmung der Zuhörer soll dabei diese Rückschlüsse auf die Eignung der Tonabnehmer für verschiedene Anschlagtechniken zulassen.

2. Die Entstehung der Elektrogitarre

Der Wunsch nach höherer Lautstärke war der Anstoß für die Entstehung der Elektrogitarre. Neben Schlagzeug und anderen Instrumenten hatten unverstärkte Gitarren kaum eine Chance gehört zu werden. Aus diesem Grund begannen Musiker bereits Anfang der 1920er Jahre mit den ersten Entwicklungen um ihre Gitarren zu verstärken. Diese Eigenkonstruktionen basierten meist auf dem Einbau von Mikrofonen in die Instrumente. Durch die Mikrofone wurden allerdings neben den Gitarrentönen auch sehr viele Nebengeräusche übertragen. Auch Rückkopplungen führten zu Problemen. Abhilfe schafften die ersten Tonabnehmer die in der Lage waren nur die Schwingung der Saiten zu übertragen und nicht auf den Luftschall reagierten.¹ Diese Tonabnehmer bestanden aus zwei hufeisenförmigen Magneten, die von einer Spule umgeben waren. Das Grundprinzip für die späteren Tonabnehmer war also gefunden.

Bei der ersten E-Gitarre in Serienproduktion handelte es sich um eine von Rickenbacker hergestellte Lapsteel-Hawaii-Gitarre. Dieses Instrument wird auf dem Schoß liegend gespielt. Es besitzt keine Bünde, sondern hat für die unterschiedlichen Tonhöhen Markierungen auf dem Griffbrett. Anders als die „typische“ Gitarre, wird die Tonhöhe mit einer Stahlrolle bestimmt, die auf die Saiten gedrückt wird. Diese Gitarre wurde 1931 von Adolph Rickenbacker, George Beauchamp und Paul Barth entwickelt.² Country-³ und Hillbilly⁴-Musiker begeisterten sich für dieses Instrument. Es ähnelte einem Banjo und wegen der optischen Nähe zur Bratpfanne, wurde es auch als „Frying Pan Guitar“⁵ bezeichnet. Anders als bei Gitarren üblich, bestanden Hals und Korpus aus einem massiven Stück Aluminium und nicht aus Holz. Eine weitere Besonderheit dieser Gitarre war der Verzicht auf einen Resonanzkörper. Beauchamp und Barth kamen auf die Idee, dass dieser bei einem elektrischen verstärkten Instrument nicht mehr nötig sei. Problematisch war jedoch das Metall. Dieses Material ist sehr temperaturempfindlich, weshalb sich diese Instrumente schnell verstimmten. Als Folge wurde Bakelit, ein kunststoffähnliches Material, für die Fertigung verwendet. Der Gitarrenkorpus näherte sich nun auch in seiner Form den heute

¹ vgl. Lemme, 1987, S.8

² vgl. Lemme, 1987, S.8

³ siehe Glossar

⁴ siehe Glossar

⁵ vgl. Lemme, 2006, S.14

bekanntesten Modellen an. Erstmals wurden auch die Gitarrenhölse an den Korpus geschraubt. So bestanden Hals und Korpus nicht mehr aus einem Stück. Auch die ersten Modelle mit Bundstbchen wurden gefertigt und so gelten diese Hawaii-Gitarren als „Urahnen“ der Solid-Body-Gitarren.⁶

Von diesen Instrumenten inspiriert, baute die Firma Gibson 1935 die erste Hawaii-Gitarre aus Massivholz. Lediglich eine Aussparung für den Tonabnehmer befand sich im Korpus. Im gleichen Jahr baute Gibson die erste Jazzgitarre mit Tonabnehmer.⁷

Die Firma Gibson, bisher Hersteller von akustischen Banjos und Mandolinen, begann ab 1935 mit der Produktion verschiedener elektrischer Instrumente. Darunter waren unter anderem Hawaii-Gitarren, Jazzgitarren, sowie elektrische Mandolinen und Banjos. Mit Ausnahme der Hawaii-Gitarre aus Massivholz, hatten die anderen Instrumente einen Resonanzkorpus. Passend zu ihren elektrischen Instrumenten, verkaufte Gibson einen geeigneten Verstärker. Dadurch konnte mit den Instrumenten nun eine wesentlich höhere Lautstärke erzielt werden.⁸

Gitarren waren von da an nicht nur lauter. Das Instrument entwickelte sich auch in seiner Funktion weiter. Wurde die Gitarre bisher nur als Rhythmus-Instrument eingesetzt, so konnte sie nun als vollwertiges Soloinstrument genutzt werden. Pionier dieser Entwicklung war Charlie Christian, der gleichzeitig der Wegbereiter für den Bebop⁹ war.¹⁰

Nach dem zweiten Weltkrieg begannen auch andere Firmen elektrische Vollresonanzgitarren herzustellen. In Deutschland waren dies meist Hersteller von Geigen und Konzertgitarren, die nun auch der wachsenden Nachfrage nach elektrischen Gitarren nachkommen wollten.



Abb.1: Rickenbacker Frying Pan: die erste Hawaii-Gitarre mit Tonabnehmer

⁶ vgl. Lemme, 2006, S.15

⁷ vgl. Lemme, 2006, S.16

⁸ vgl. Lemme, 2006, S.16

⁹ siehe Glossar

¹⁰ vgl. Lemme, 2006, S.17

3. Die Entwicklung der Solidbody-Gitarre

Die am weitesten verbreitete Bauart von E-Gitarren ist die Solid-Body-Gitarre.¹¹ Damit werden Gitarren bezeichnet, die über einen Korpus aus massivem Holz verfügen. Gitarrist „Les Paul“ experimentierte seit den 1930er Jahren mit verschiedenen Gitarren und Eigenkonstruktionen, um eine Gitarre zu schaffen, die ein möglichst langes Sustain¹² aufweist. Dies gelang ihm, indem er einen Korpus baute, der in der Mitte aus einem massiven Holzblock bestand. Auf diesen schraubte er zwei Tonabnehmer um eine größere Klangvielfalt zu erreichen. Außerdem wurden Hals und Seitenteile des Korpus an diesem Holzblock befestigt. Da dieser nicht schwingfähige Korpus keine Schallenergie an die Luft abstrahlte, konnten die Saiten länger schwingen. Auch die Problematik der akustischen Rückkopplung, die auch bei elektromagnetischen Tonabnehmern noch vorhanden ist, wurde durch diese Technik reduziert.¹³ Diese Bauweise, für die er sich 1948 von der Firma Gibson Unterstützung erhofft, blieb ohne Erfolg. Die musikalische Karriere jedoch entwickelte sich trotz „Eigenbaugitarre“ sehr gut.

Der Radiotechniker Leo Fender entwickelte 1943 seine erste Solidbody-Gitarre und gründete 1946 die Firma „Fender Electric Instruments“. Fender baute zunächst Hawaii-Gitarren und Verstärker. Die Idee einer Solidbody-Gitarre für die normale Spielhaltung verfolgte er ab 1950 weiter. Die Fender „Telecaster“ mit zwei Tonabnehmern, einem Korpus aus Esche und einem Ahornhals, war 1951 die erste in Serie hergestellte Solidbody-Gitarre. Diese Gitarre verstärkte den Erfolg von Fender. 1953 entwickelten Leo Fender und Fender Mitarbeiter Fred Tavares die „Stratocaster“. Sie hatte drei Tonabnehmer und zunächst ebenfalls einen Eschekorpus. Das Besondere war die an den menschlichen Körper angepasste Form des Gitarrenkorpus.¹⁴

Parallel zu der Entwicklung von Fender, begann auch Gibson mit der Produktion von Solidbody-Gitarren. Die erste von Gibson in Serie produzierte Massivholz-Gitarre verfügte über einen angeleimten Hals und eine zweischichtigen Korpus. Dieser bestand aus einem Mahagonikern und war mit Ahorn überzogen. Um den Verkauf zu steigern, wurde Gitarrist Les Paul als Namensgeber gewonnen und war künftig nur noch mit dieser Gitarre unterwegs.

¹¹ vgl. Lemme, 2006, S.19

¹² siehe Glossar

¹³ vgl. Lemme, 1987, S.14

¹⁴ vgl. Lemme, 2006, S.22

Die erste Gibson Les Paul ging 1952 in Serienproduktion.¹⁵ Es folgten weitere Modelle und auch andere Hersteller begannen mit der Produktion von Solidbody-Gitarren.

4. Akustische Eigenschaften von Musikinstrumenten

Im folgenden Kapitel soll das akustische Verhalten von Musikinstrumenten näher betrachtet werden. Schallereignisse unterscheidet man in drei Kategorien:

1. Ton
2. Klang
3. Geräusch

Das erste Schallereignis, der Ton, kommt in der Natur nicht vor. Es handelt sich hierbei um eine Sinusschwingung. Alle hörbaren Schallereignisse sind Schwingungen.¹⁶ Als Schwingungen bezeichnet man physikalische Vorgänge, die nach einem bestimmten Zeitabschnitt wieder ihren Ausgangszustand erreichen.¹⁷ Sie werden durch Amplitude, Periodendauer und Phasenlage beschrieben. Die Amplitude ist dabei die Abweichung vom Nulldurchgang und stellt im Fall von Instrumenten die Lautstärke dar. Die Periodendauer ist die Zeit, die eine Schwingung bis zu einer Wiederholung braucht. Aus dem Kehrwert der Periodendauer ergibt sich die Frequenz einer Schwingung. Diese bestimmt beim Instrument die wahrgenommene Tonhöhe. Als Phasenlage bezeichnet man den zeitlichen Versatz der Schwingung zum Zeitpunkt 0.

Bei einer Sinusschwingung handelt es sich um eine einfache Schwingung. Sie wird vom Mensch als eher „langweilig“ wahrgenommen.¹⁸

Anders sieht es mit dem „Klang“ aus. Dies ist die Mischung verschiedener sinusförmiger Schwingungen.¹⁹ Bei diesen Schwingungen handelt es sich um ganzzahlige Vielfache einer Grundschwingung. Diese tiefste Schwingung, oder auch Grundton, bestimmt die

¹⁵ vgl. Lemme, 2006, S.26

¹⁶ vgl. Friesecke, 2007, S.7

¹⁷ vgl. Webers, 2007, S.23

¹⁸ vgl. Friesecke, 2007, S.7

¹⁹ vgl. Friesecke, 2007, S.153

empfundene Tonhöhe. Die Vielfachen, oder auch Obertöne, sind für die Klangfarbe entscheidend.

Haben die Frequenzen bei einer Frequenzüberlagerung kein ganzzahliges Verhältnis, so bezeichnet man dies als Geräusch. Hierbei ist es auch möglich, dass sich die Tonhöhe der einzelnen Frequenzen verändert.

Entscheidend für ein Musikinstrument sind die Klangeigenschaften. Die Klangeigenschaften werden dabei hauptsächlich durch zwei Größen dargestellt. Relevant sind hier die Frequenz und ihr Amplitude. Im zeitlichen Verlauf einer Schwingung ändern sich diese Parameter. Im Wesentlichen lässt sich Klang zeitlich in drei Abschnitte teilen.²⁰

1. Einschwingvorgang
2. Quasistationäre Klangabschnitt
3. Ausklingvorgang

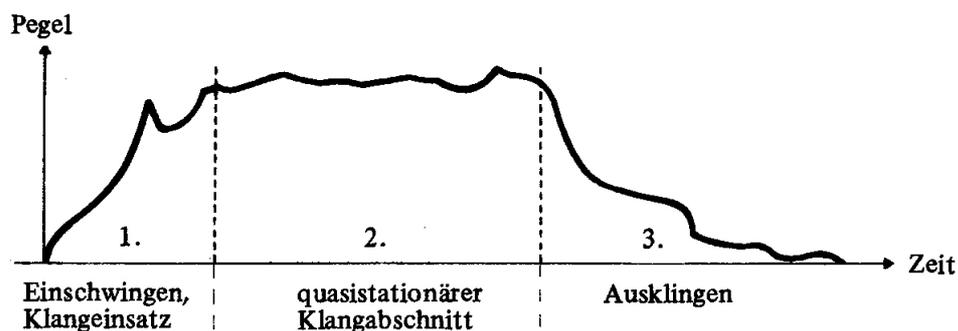


Abb. 2: Zeitabschnitte eines Klangs

4.1 Einschwingvorgang

Das Einschwingen ist die zeitliche Dauer, zwischen Ruhezustand und dem eingeschwingenen Zustand eines Klangs. Je nach Schallereignis liegt diese Dauer durchschnittlich bei 15-50ms.²¹ Solche kurzen Einschwingvorgänge können als „Knack“-Geräusche wahrgenommen werden. Musikinstrumente weisen, bedingt durch ihre Schwingungseigenschaften, verschiedene Resonanzen auf. Dadurch haben sie meist einen längeren und als verhältnismäßig weich empfundenen Einschwingvorgang. Insbesondere sehr tiefe Töne, wie etwa tiefe Orgeltöne oder die eines Kontrabasses, haben längere

²⁰ vgl. Dickreiter, 1997, S.69

²¹ vgl. Dickreiter, 1997, S.70

Einschwingzeiten von bis zu 500ms. Dadurch erscheint ihr Klang als weich. Den Gegensatz hierzu stellen Schlaginstrumente dar. Deren als eher hart empfundener Klang, resultiert aus sehr kurzen Einschwingzeiten. Der Einschwingvorgang trägt damit deutlich zum Klangcharakter eines Instruments bei.

4.2 Quasistationärer Klangabschnitt

Der quasistationäre Klangabschnitt ist der Schwingungszustand, indem sich der Klang nahezu nicht verändert. Dennoch entstehen durch die Frequenzüberlagerung einzelner Teiltöne Schwebungen. Es verändert sich die Amplitude verschiedener Frequenzen. Durch Überlagerungen des kontinuierlichen Frequenzspektrums mit Frequenzanteilen der Obertöne, lassen sich die Klänge identifizieren. Der Hörer unterscheidet so Instrumente bzw. erkennt diese. Obertöne stellen ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz dar und prägen ebenfalls deutlich das Klangbild. Der Grundton oder auch erster Teilton, ist nicht immer der Lauteste im Spektrum eines Tons. Insbesondere bei tiefen Tönen, nimmt der Mensch eher das höhere Teiltonspektrum wahr. Durch verschiedene Amplitudenverteilung der Teiltöne, kann ein Klang als eher hell oder dunkel wahrgenommen werden. Sind hierbei die ganzzahligen Teiltöne stärker vorhanden, wird der Klang als hell empfunden. Ungerade Vielfache des Grundtons führen dabei eher zu einem dunklen Klang.²² Auf diese Verteilung kann durch die Spielweise und insbesondere durch die Dynamik Einfluss genommen werden. Der Frequenzumfang eines Instruments lässt sich dadurch verändern.

Bestimmend für den Grundklang eines Instruments, ebenso wie bei der menschlichen Stimme, sind die Formanten. Dies ist ein Frequenzbereich, der unabhängig vom gespielten Ton (Grundton) etwas hervorsteht. Bei Gitarren entsteht dieser Frequenzanteil durch Resonanzen am Korpus. Dieses Spektrum wird über die schwingenden Saiten wiedergegeben.

Geräuschanteile im stationären Klangabschnitt sind eine weitere charaktergebende Komponente des Klangs.²³ Bei Streichinstrumenten sind dies etwa die Bogengeräusche oder das Anblasgeräusch bei Blasinstrumenten.

²² vgl. Dickreiter, 1997, S.74

²³ vgl. Dickreiter, 1997, S.75

4.3 Ausklingvorgang

Der Ausklingvorgang ist die Dauer, vom Zeitpunkt unmittelbar nach der Anregung bis zur völligen Ruhe.²⁴ Wird der Klang nicht weiter angeregt, ist im Resonanzsystem des Instruments weiterhin Energie vorhanden. Je freier ein Resonanzsystem dabei schwingen kann, desto länger gibt es Energie ab und klingt entsprechend nach.²⁵ Der Ausklingvorgang ist in seiner Klangfarbe meist dunkler, da höhere Teiltöne stärker bedämpft sind, also weniger schwingen. Gezupfte und geschlagene Saiten haben die längste Nachklingzeit. Dazu zählt auch die Gitarre, die wie Harfe und Klavier, die längste Nachklingzeit unter den Instrumenten hat. Diese Instrumente können nicht kontinuierlich zum Schwingen angeregt werden. Der Klang besteht also hauptsächlich aus Einschwingen und Ausschwingen. Ein stationärer Klangabschnitt ist hier im Prinzip nicht vorhanden.²⁶ Allerdings können Saiteninstrumente relativ lange nachklingen. Damit ist die Zeit gemeint, in der nach dem Stoppen der Saitenschwingung der Ton noch zu hören ist.

4.4 Musikalische Dynamik

Die musikalische Dynamik beschreibt die Stärkegrade eines Instrumental- oder Stimmklangs.²⁷ Dabei unterscheiden sich die verschiedenen Stufen im Pegel. Viel entscheidender ist jedoch die klangliche Abstufung. Verschiedene Dynamikstufen unterscheiden sich in Dauer und Frequenzstruktur des Einschwingvorgangs. Insbesondere aber im spektralen Aufbau des quasistationären Klangabschnitts werden die Unterschiede deutlich. Je lauter ein Instrument gespielt wird, desto stärker sind die Obertöne im Spektrum vertreten. Dies gilt insbesondere für tiefe Töne, die bei hohen Lautstärken besonders viele Obertöne hervorbringen. Bei höheren Grundtönen hingegen, sind die spektralen Unterschiede bei verschiedener Dynamik geringer. Hier sind insgesamt weniger Obertöne vorhanden. Dadurch nähern sich viele Instrumente im höheren Klangbereich spektral aneinander an.

²⁴ vgl. Dickreiter, 1997, S.69

²⁵ vgl. Dickreiter, 1997, S.75

²⁶ vgl. Dickreiter, 1997, S.75

²⁷ vgl. Dickreiter, 1997, S.76

5. Aufbau der Elektrogitarre

Die elektrische Gitarre besteht, wie ihr akustisches Vorbild auch, aus einem Korpus und einem Hals. Über diese beiden Teile werden Stahlsaiten gespannt. Am hinteren Teil des Korpus ist ein Steg befestigt, auf dem die Saiten aufliegen. Am Übergang zwischen Hals und Kopfplatte liegen sie wiederum auf dem Sattel auf und werden weiter in die Mechaniken geführt. Der Abstand zwischen Sattel und Steg wird als Mensur bezeichnet und ist der Teil der Saiten, der frei schwingt und so den Ton erzeugt.²⁸ Die Mechaniken fixieren die Saiten am oberen Ende der Gitarre. Durch drehen lässt sich die Saitenspannung erhöhen oder verringern, wodurch eine Tonhöhenveränderung der Saite erfolgt. Elektrogitarren haben in der Regel sechs Saiten und eine Standardstimmung von tief nach hoch mit den Tönen: E A d g h e1. Mit Ausnahme des Intervalls²⁹ von g nach h (große Terz), sind die Saiten im Quartabstand gestimmt. Damit erstreckt sich das Grundtonspektrum der freischwingenden Saiten der E-Gitarre von 82,4Hz (E) bis ca. 330Hz (e1). Je nach Bauart (Anzahl der Bünde) liegt der höchste Ton bei einer normal gestimmten Gitarre bei cis3 bis zu e3.

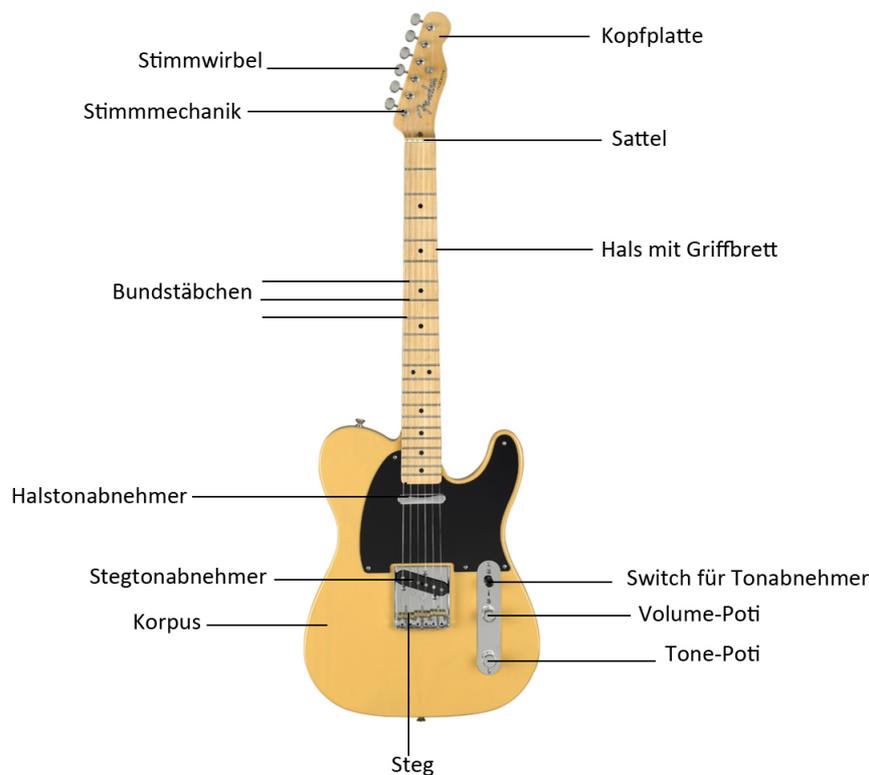


Abb.3: Aufbau einer Solidbody-Elektrogitarre

²⁸ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.81

²⁹ siehe Glossar

5.1 Die Korpusformen und Korpuskonstruktionen

Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist die Form des Gitarrenkorpus. Insbesondere Hollowbody-Gitarren sind in der Regel „None-cutaway-Kopusse (Abb.3, a). Diese Form basiert auf der klassischen Akustikgitarre und hat einen symmetrischen Korpus. Problematisch ist es hier die höheren Lagen zu erreichen. Die höheren Töne, die sich auf dem Griffbrett nahe oder sogar auf dem Korpus befinden, sind dadurch schwierig spielbar. Durch das Ausschneiden eines Stücks (engl.: cutaway) am Korpus, wird der Zugang zu den hohen Lagen erleichtert (Abb.3, b). Dieser Ausschnitt befindet sich auf der Seite der Diskantsaiten, also der höheren Saiten. Mit einem weiteren „cutaway“ auf der Seite der Basssaiten, wird die Bespielbarkeit der hohen Lagen noch weiter verbessert (Abb.3, c). Hauptsächlich hat dies aber optische Gründe. Der Offset-Cutaway-Korpus (Abb.3, d) hat ebenfalls nur noch optische Gründe und bietet keine weitere Verbesserung der Bespielbarkeit. Durch das vorstehende obere Horn³⁰ wird allerdings der Schwerpunkt der Gitarre verlagert und hängt dadurch ausgewogener am Gitarrengurt.

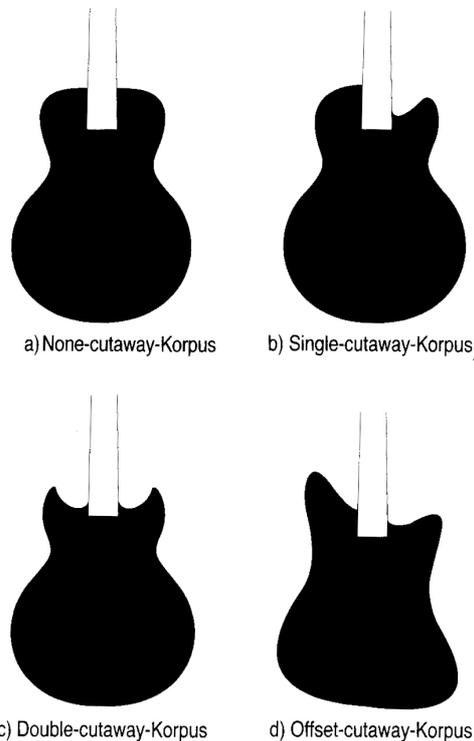


Abb.4: die vier grundlegenden E-Gitarrenformen

³⁰ siehe Glossar

Der Hauptunterschied bei Elektrogitarren besteht allerdings in der Konstruktionsweise des Korpus. Entscheidend für die Charakterisierung der Korpusse ist die Menge an Holz und Luft, die in einem Korpus vorhanden sind. Man unterscheidet hierbei vollakustische- (engl.: Hollowbody), semiakustische- (engl.: Semiacoustic) und massive (engl.: Solidbody) Gitarrenbauformen.³¹

5.1.1 Hollowbody-Gitarren

Die Hollowbody-Gitarre ist die älteste Bauform der Elektrogitarren und besitzt einen vollakustischen Korpus (engl.: Hollow Body). Dies führt unter anderem dazu, dass der Korpus einen starken Einfluss auf den Klang der Gitarre hat. Bei dieser Bauform ist der Einfluss deutlich größer als bei anderen E-Gitarrentypen. Hollowbody-Gitarren sind den akustischen Gitarren am ähnlichsten und bestehen ebenfalls aus einer Decke, dem Boden, sowie der Zarge. Auf diese sind Decke und Boden aufgeleimt. Hierfür werden an der Zarge viele kleine, rechtwinkelige Holzstücke angeleimt, um Boden und Decke zu fixieren. Daraus ergibt sich im Inneren ein großer Resonanzraum. Aussparungen in der Decke, sogenannte Schalllöcher, sorgen dafür den Klang akustisch zu verstärken. Orientiert an klassischen Streichinstrumenten, haben diese Schalllöcher häufig eine F-Form und werden deshalb auch F-Löcher genannte. Aber auch andere Formen der Schalllöcher sind bei Gitarren zu finden. Gerade bei der elektrischen Verstärkung führen diese jedoch häufig zu Problemen. Gelangt der durch einen Gitarrenverstärker verstärkte Schall zurück in den Gitarrenkorpus, kann dies zu einem Resonieren³² und damit zu einer akustischen Rückkopplung führen.³³ Decke und Boden von Hollowbody-Gitarren sind mit 5mm etwas dicker als die von rein akustischen Gitarren. Zur Verstärkung werden an Decke und Boden schmale Holzbalken (engl.: braces) aufgeleimt. Diese beeinflussen das Schwingungsverhalten des Holzes und somit auch den Klang. Hollowbody-Gitarren werden auf Grund des dickeren Holzes mit deutlich weniger Balken ausgestattet.³⁴ Im Gegensatz zu semiakustischen und Solidbody-Gitarren, haben Hollowbodies verhältnismäßig breite Zargen. Dadurch ist der Korpus deutlich tiefer und das ganze Instrument wird voluminöser. Dies wirkt sich auch auf den Klang des Instruments aus.

³¹ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.106

³² siehe Glossar

³³ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.109

³⁴ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.113

Damals wie heute ist diese Bauform besonders bei Jazzmusikern beliebt. In den 1950er Jahren waren diese Modelle aber auch im Rock 'n Roll verbreitet.³⁵



Abb.5: typische Hollowbody-Gitarre: Gibson L4 CES

Einen wichtigen Schritt in der Entwicklungsgeschichte der Hollowbodys war die Gibson ES335, die 1958 auf den Markt kam. Diese Gitarre war mit ca. 5cm Tiefe deutlich dünner als die bisherigen vollakustischen Modelle, die ca. 9cm tief waren. Die Neuerung bei dieser Gitarre war ein Holzblock, der sich vom Korpusende bis zum Halsansatz durch den Korpus zog. Hierdurch werden insbesondere Rückkopplungen deutlich reduziert. Diese Gitarre ist theoretisch allerdings schon keine vollakustische Gitarre mehr, sondern wird in der Regel bereits als Semiakustik gezählt.

³⁵ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.112

5.1.2 Semiakustik-Gitarre

Semiakustische Gitarren sind im Inneren nicht komplett hohl, so wie es bei vollakustischen Instrumenten der Fall ist. Mindestens ein Sustainblock ist vorhanden. Dies ist ein Holzblock, der in der Mitte durch den gesamten Korpus verläuft. Sehr häufig werden aber auch Resonanzkammern aus einem massiven Holzstück ausgefräst. Entweder wird dabei der Boden erhalten und nur die Decke wird aufgeleimt (Abb.4) oder aber Boden und Decke sind beide aufgeleimt. Durch diese beiden Methoden schwingt unterschiedlich viel Holz mit. Dadurch und durch die Größe der Resonanzkammern, kann der Klang maßgeblich verändert werden. Je weniger frei schwingendes Holz vorhanden ist, desto näher ist der Klang an dem einer Massivholz-Gitarre (engl.: Solidbody).³⁶

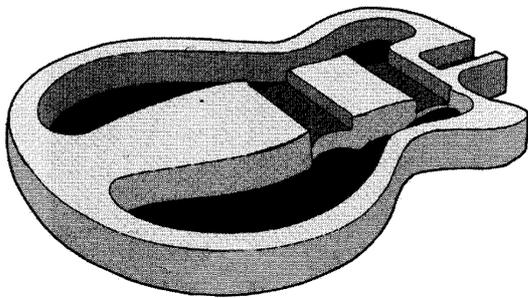


Abb.6: Semiakustik: Zarge und Boden sind aus einem Stück, die Decke fehlt noch

5.1.3 Die Solidbody-Gitarre

Bei der Solidbody-Gitarre handelt es sich um eine Gitarre, dessen Korpus aus massivem Holz besteht. Damit unterscheidet sie sich grundlegend von der Bauweise der anderen beiden E-Gitarrentypen. Hier gibt es keine Hohlkammern oder aufgeleimte Böden und Decken. Der gesamte Korpus wird aus einem Stück ausgefräst. Manche Modelle sind aber auch aus zwei oder drei Teilen zusammengesetzt. In jedem Fall aber sind es massive Korpusse. Leo Fender warb 1951 damit, dass das Sustain seiner „Telecaster“ deutlich besser sei, als das von semiakustischen Gitarren. Auch die Rückkopplungsanfälligkeit war deutlich geringer. Diese Faktoren bereiteten den Weg zum Erfolg der Solidbody-Gitarren.³⁷ Auch klanglich unterscheidet sich die Solidbody-Gitarre deutlich.

³⁶ vgl. Lemme, 2006, S.64

³⁷ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.113

5.2 Hals und Griffbrett

Der Gitarrenhals ermöglicht es, außer den Tönen der frei schwingenden Saiten, auch andere Töne zu erzeugen. Er ist im Korpus eingefasst, wobei es hier verschiedene Methoden gibt, den Hals zu befestigen. Die Rückseite des Halses ist abgerundet um ein angenehmes Greifen zu ermöglichen. Auch hier unterscheiden sich die Gitarren im Halsprofil durch verschiedene Querschnitte des Halses. Auf der anderen Seite befindet sich das Griffbrett. Dieses ist mit Bundstäbchen in Bünde unterteilt. Damit ist es möglich Töne sauber zu intonieren³⁸. Der tonale Abstand von einem Bund zum nächsten entspricht einem Halbton. Zur optischen Orientierung befinden sich in der Regel Punkte auf dem Griffbrett.

Gitarrenhälse können auf drei verschiedene Arten am Korpus angebracht werden:

1. geschraubter Hals
2. geleimter Hals
3. durchgehender Hals

Der geschraubte Hals wird dabei mit zwei bis sechs Schrauben am Korpus befestigt. In der Regel werden vier Schrauben verwendet. Diese Befestigung ist einfach und preiswert herzustellen und wird bei bekannten Herstellern wie Fender, Music Man oder Framus verwendet.

Geleimte Hälse findet man zum Beispiel bei Gibson, Gretsch oder Duesenberg. Diese Konstruktion erfordert wesentlich mehr Genauigkeit bei der Herstellung der einzelnen Komponenten und ist entsprechend teurer in der Produktion.

Die aufwändigste Befestigungsart ist der durchgehende Hals. Hierbei stellt der Hals die gesamte Länge der Gitarre dar. Als Korpus werden links und rechts jeweils die Flügelstücke angefügt.

Die Halsbefestigungsart hat einen durchaus deutlichen Einfluss auf den Klang. Geschraubte Hälse werden dabei eher als hell und transparent klingend empfunden, während geleimte

³⁸ siehe Glossar

Konstruktionen eher als „wärmer“ und „satter“ empfunden werden.³⁹ Einen Beispielhaften Vergleich stellen dabei die Fender Telecaster und die Gibson Les Paul dar.

Damit der Hals der relativ hohen Zugkraft der Saiten widerstehen kann, waren Gitarrenhalse früher deutlich dicker. Gibson meldete 1923 ein Patent an. Dabei ging es um eine Stahlstange die sich im Hals befand. Durch Anziehen oder Lösen einer Schraube konnte die Spannung verändert werden. Dadurch war es möglich die Krümmung des Halses zu verändern. Der Hals konnte dadurch entsprechend dünner ausgeführt werden.⁴⁰ Die Stahlstange (engl.: trussrod) fungiert als Gegenkraft zum Saitenzug. Der gesamte Saitenzug kann dabei je nach Durchmesser der verwendeten Saiten zwischen 38kg und 55kg betragen.⁴¹

Durch einen unsauber eingebauten „trussrod“ kann die Schwingungsfähigkeit des Halses bedämpft werden und sich auf den Klang des Instrumentes auswirken.⁴²

Gitarrenhalse werden sowohl aus einem Stück gefertigt, als auch aus mehreren Holzstücken zusammengeleimt. Die Resonanzfähigkeit ist dabei bei Hälsen aus einem Stück am besten. Jedoch ist ein einteiliger Hals sehr empfindlich für den Saitenzug und schwankende Temperaturen. Er verbiegt sich dadurch schneller als ein mehrteiliger Hals.⁴³ Aus diesem Grund werden die meisten Hälse auch aus mehreren Holzstücken zusammengesetzt.

Für den Spieler aber noch entscheidender ist das Griffbrett. Es stellt den Kontaktpunkt von Finger und Instrument dar. Bei sogenannten „One-Piece-Necks“ werden die Bundstäbchen direkt in den Hals eingelassen. Diese Hälse/Griffbretter bestehen meist aus Ahorn und werden zum Schutz lackiert. Andere häufig verwendete Holzsorten für Griffbretter sind Palisander und Ebenholz. Da diese Hölzer härter sind, werden sie in der Regel nicht lackiert. Besonders Ahorn und Palisander sind verbreitet und unterscheiden sich nicht nur durch die Optik sondern vor allem auch durch die klangliche Auswirkung.⁴⁴ Um eine ergonomischere und bequemere Spielweise zu ermöglichen sind Griffbretter von Elektrogitarren leicht gewölbt. Diese Wölbung wird als Radius angegeben. Dieser bezieht sich auf den halben

³⁹ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.61

⁴⁰ vgl. Lemme, 2006, S.70

⁴¹ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S. 27

⁴² vgl. Lemme, 2006, S.71

⁴³ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.63

⁴⁴ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.70

Durchmesser eines Kreises, der entstehen würde, wenn man die Griffbrettwölbung als Kreis fortführen würde.⁴⁵

Bundstäbchen auf dem Griffbrett ermöglichen eine genaue Intonation. Durch das Herunterdrücken der Saite auf das Bundstäbchen wird die Saite verkürzt. Je nach Position auf dem Griffbrett ergeben sich dadurch unterschiedlich hohe Töne. Je höher der Ton ist, desto kleiner wird der Abstand der Bundstäbchen zueinander. Die Bünde werden dadurch mit zunehmender Tonhöhe kleiner. Hergestellt werden sie aus „Neusilber“, einer Legierung aus Kupfer und Nickel.

5.3 Kopfplatte und Mechaniken

Auf der anderen Seite des Halses, gegenüber dem Korpus, befindet sich die Kopfplatte. In erster Linie werden hier die Stimmmechaniken befestigt und in diese die Saiten eingeführt. Die Mechaniken lassen sich drehen um die Saitenspannung in beide Richtungen zu verändern. Die Tonhöhe lässt sich dadurch nach oben oder unten auf den gewünschten Ton stimmen. Eine Übersetzung der Mechaniken zwischen 1:12 bis 1:16 vereinfacht diesen Vorgang.⁴⁶

Durch die Dicke und Tiefe der Kopfplatte im Verhältnis zum Hals bestimmt sich der Winkel der Saite von Mechanik zum Sattel. Der Sattel ist der obere Auflagepunkt der Saite am Übergang zwischen Kopfplatte und Hals. Der Winkel muss steil genug sein, um die Saiten in den Sattel zu drücken.⁴⁷ Ist der Saitendruck nicht stark genug, wird das Schwingverhalten negativ beeinflusst. Die Saite kann nicht gut schwingen und der Ton klingt unklar und klingt schneller aus. Eine leicht abgewinkelte Kopfplatte trägt dazu bei, den Saitendruck zu erhöhen. Der Kopfplattenwinkel kann dabei bis zu 17° betragen.⁴⁸ Die beiden Gegensätze stellen auch hier wieder die beiden Firmen Fender und Gibson dar. Während Gibson seine Kopfplatten anwinkelt, baut Fender parallele Kopfplatten. Um bei parallel angebrachten Kopfplatten dennoch genügend Saitendruck zu gewährleisten, werden auf diesen 0°-Kopfplatten Saitenniederhalter angebracht. Dies ist ein Metallstück, das die Saiten nach unten drückt. Eine bei modernen Gitarren gängige Methode ist die Verwendung unterschiedlich

⁴⁵ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.74

⁴⁶ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.28

⁴⁷ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.26

⁴⁸ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.41

langer Stimmmechaniken (engl.: staggered), die den richtigen Saitenwinkel und Anpressdruck erlauben.

5.4 Der Sattel

Um die Saiten von Kopfplatte und Mechaniken auf das Griffbrett zu führen, dient der Sattel als Auflagepunkt. Dieser ist aus Plastik, Metall, Knochen oder auch Graphit gefertigt. Für jede Saite ist eine Kerbe vorhanden. Die richtige Tiefe der Kerben trägt ebenfalls wie die Kopfplatte zum „richtigen“ Saitenwinkel bei. Das verwendete Sattelmateriale muss möglichst gute Klangübertragungseigenschaften aufweisen. Als Saitenauflagepunkt, wird hier die Schwingung der Saite auf die Gitarre übertragen. Weiche Materialien wie Kunststoff oder Graphit übertragen die Saitenschwingung schlechter als härtere Materialien wie Metall oder Knochen. Knochen ist sehr beliebt, da dieses Material als „weitgehend Klangneutral“⁴⁹ gilt und die Schwingung der Saite gut überträgt.

5.5 Der Steg

Der Steg stellt als zweiter Saitenauflagepunkt das Gegenstück zum Sattel dar. Er befindet sich am hinteren Ende des Korpus kurz vor dem Saitenhalter. Dieser ist wiederum das Gegenstück zu den Stimmmechaniken, da hier die Saiten ebenfalls fixiert sind. Stege und Saitenhalter gibt es in unterschiedlichen Ausführungen. Grundlegend lassen sich Stege in zwei große Typen unterteilen. Die meist verbreitete Variante ist der feste Steg (engl.: fixed bridge) oder auch „non-vibrato-Steg“.⁵⁰ Der Steg hat verschiedene Aufgaben und beeinflusst je nach Bauform auch den Klang. Er ist Saitenauflagepunkt und das Bauteil an dem sich Saitenlage und Oktavreinheit justieren lassen.

Unter Saitenlage versteht man den Abstand der Unterkante der Saiten zur Oberkante der Bundstäbchen.⁵¹ Er ist einer der wichtigsten Faktoren was die Bespielbarkeit einer Gitarre betrifft. Je höher die Saitenlage ist, desto mehr Kraft muss beim Herunterdrücken der Saite aufgebracht werden. Ist die Saitenlage niedrig, so wird weniger Kraft benötigt. Bei zu niedrigem Abstand zwischen Saiten und Griffbrett bzw. Bundstäbchen, können die Saiten am Bund anschlagen und dadurch am Schwingen gehindert werden. Dabei entstehen in der

⁴⁹ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S. 48

⁵⁰ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.196

⁵¹ vgl. Schneider, 2006, S.229

Regel unerwünschte Nebengeräusche. Je nach Stegtyp, verlaufen die Saiten am Steg einzeln oder paarweise über Metallreiter. Diese lassen sich mit Schrauben in der Höhe verstellen.

Eine weitere Schraube an den Saitenreitern ermöglicht es, diese vor oder zurück zu bewegen. Dadurch wird die Mensur, also der frei schwingende Teil der Saite, verlängert oder verkürzt. Dies ist notwendig um zu gewährleisten, dass der im 12. Bund gegriffene Ton der Oktave zur frei schwingenden Saite entspricht. Ist diese sogenannte Oktavreinheit nicht korrekt eingestellt, können gegriffene Töne zu tief oder zu hoch erklingen. Durch das Greifen eines Tones verkürzt sich die Saite. Es erhöht sich aber auch die Zugkraft, die den Ton wiederum leicht nach oben verschiebt. Je höher die Saitenlage ist, desto größer ist die Zugkraft und somit die Tonhöhenverschiebung (Verstimmung)⁵². Um dies zu korrigieren, ist der Ausgleich der Mensurlänge notwendig. Der 12. Bund als Referenz stellt hier einen Kompromiss dar, da die Einstellung nicht für alle Töne vorgenommen werden kann.⁵³

Eine andere Form des Steges stellen die Vibratosysteme dar. Dies sind bewegliche Stege. Je nach Bauform lässt sich der Steg mit Hilfe eines Hebels nach unten drücken oder sogar nach unten und oben bewegen. Dadurch ändert sich der Saitenzug, da die Saite entweder erschlafft oder gespannt wird. Der Ton wird entsprechend tiefer oder höher. Diese Art des Stegs hat mit der grundlegenden Funktion des Instruments nichts zu tun, sondern wird als Effekt genutzt. Durch die Beweglichkeit des Stegs ist das Instrument weniger stimmstabil. Es muss also häufiger die Tonhöhe der einzelnen Saiten nachjustiert werden. Bei moderneren „Locking-Vibrato-Systemen“ werden die Saiten auf dem Sattel mit Metallplättchen festgeschraubt. Dies wirkt dem Verstimmen durch die Nutzung des Vibratosystems etwas entgegen.

Hinter dem Steg befindet sich der Saitenhalter. Dies ist in den meisten Fällen eine Metallplatte oder Metallkonstruktion, durch die die Saiten durchgefädelt werden. Kleine Metallringe (engl.: ball-ends) verhindern das Durchrutschen der Saiten durch die Saitenhalter. Manche Gitarrenmodelle wie etwa die Fender Telecaster haben einen „string-through-body“. In diesem Fall befinden sich Löcher im Gitarrenkorpus durch den die Saiten

⁵² vgl. Lemme, 1987, S.45

⁵³ vgl. Schneider, 2006, S.232

von hinten durchgeführt werden. Sie hängen dadurch am Korpus fest und nicht an einer zusätzlichen Metallkonstruktion.

5.6 Die Saiten

Damit die (elektromagnetischen) Tonabnehmer bei Elektrogitarren funktionieren, muss das Instrument mit Stahlsaiten bespannt sein. In der Regel sind die drei tonal höheren Saiten aus purem Stahl, während die tieferen zusätzlich mit Stahl oder Nickel umwickelt sind. Der Saitendurchmesser bewegt sich dabei zwischen 0,008“ bis 0,06“. ⁵⁴ Je höher eine Saite gestimmt wird, desto kleinere Durchmesser werden verwendet.

5.7 Tonabnehmer und Elektronik

Der zentrale und für den Namen verantwortliche Bestandteil einer elektrischen Gitarre ist der Tonabnehmer (engl.: pickup). Dieser wandelt die mechanische Schwingung der Saiten in elektrische Wechsellspannungen um. Hier lassen sich das elektromagnetische sowie das piezoelektrische Wandlerprinzip unterscheiden. Der elektromagnetische Tonabnehmer wird allerdings am häufigsten verwendet, weshalb die Betrachtung des piezoelektrischen Tonabnehmers in dieser Arbeit vernachlässigt wird. Tonabnehmer werden zwischen einem und drei Stück in Elektrogitarren verwendet. Angebracht werden sie in der Nähe des Halses (engl.: neck-pickup), in der Nähe des Stegs (engl.: bridge-pickup) sowie genau zwischen diesen beiden Positionen in der Mitte zwischen Steg und Halsansatz (engl.:middle pickup).

Tonabnehmer bestehen aus Magneten, die von einer Spule umgeben sind. Direkt unter den Saiten positioniert, befinden sich diese im Magnetfeld der Tonabnehmer. Unterteilen lassen sich Tonabnehmer in zwei wesentliche Bauformen:

1. Single Coils (einspulige Tonabnehmer)
2. Humbucker (doppelspulige Tonabnehmer)

An den meisten Gitarren finden sich Potentiometer, mit der sich der Ausgangspegel der einzelnen Pickups oder deren Kombinationen reduzieren lässt. Diese regelbaren Widerstände können linear oder logarithmisch ausgeführt werden. Typische Werte der Widerstände liegen im Bereich zwischen 220 kOhm und 470 kOhm. ⁵⁵ Um die Höhen des

⁵⁴ vgl. Lemme, 2006, S.52

⁵⁵ vgl. Lemme, 2006, S.168

Tonabnehmersignals zu bedämpfen ist oftmals ein zum Tonabnehmer parallel geschalteter „Tone-Regler“ vorhanden. Dies ist ein Potentiometer mit einem in Serie geschalteten Kondensator. Um eine über den gesamten Regelweg gleichmäßige Bedämpfung der hohen Frequenzen zu erreichen, wird hier in der Regel ein logarithmisches Potentiometer verwendet.

Mit sogenannten 3- oder 5-Wege Schaltern oder auch „toggle-switches“ lassen sich die Tonabnehmer umschalten oder miteinander kombinieren.

6. Klangbeeinflussende Faktoren der Elektrogitarre

Nachdem in Kapitel 4 die Bestandteile und ihre Funktion der Elektrogitarre dargestellt wurden, wird im folgenden Kapitel auf die wichtigsten klangbeeinflussenden Elemente eingegangen.

6.1 Die Übertragungskette

Anders als bei akustischen Instrumenten, kommen bei elektrischen Gitarren außer dem Instrument selber noch weitere Elemente hinzu, die zum Gesamtklang beitragen. Unterteilen kann man diese in vier Einzelsysteme:⁵⁶

1. Gitarre (Korpus, Hals Saiten)
2. Tonabnehmer
3. Verstärker und Lautsprecher
4. Raumakustik

Das erste System ist die Gitarre selber. Bauart und verwendete Materialien beeinflussen den akustischen Klang des Instruments. Bei der elektrischen Gitarre spielt als zweiter Punkt der Tonabnehmer eine wichtige Rolle. Verschiedene Bauarten und Anordnungen auf der Gitarre, sowie die Elektronik und verwendete Kabel, verändern hier bereits den Klang im Vergleich zum akustischen Klang. Als wesentlicher Bestandteil des Instruments kann insbesondere der Gitarrenverstärker und der verwendete Lautsprecher betrachtet werden. Der Verstärker verstärkt die vom Tonabnehmer abgegebene Spannung und kann dieses Signal deutlich

⁵⁶ vgl. Lemme, 2006, S.49

verändern. Hörbar wird es dann durch den Lautsprecher, der ebenfalls einen sehr großen Einfluss auf den Gesamtklang des Instruments hat. Da die Anforderungen an Verstärker und Lautsprecher andere sind als etwa an HiFi-Geräte, gibt es für Gitarren eine Vielzahl spezieller Verstärker und Lautsprecher sowie Lautsprechergehäuse. Wie bei akustischen Instrumenten auch, trägt die Raumakustik auch bei Elektrogitarren deutlich zum Gesamtklang bei.

6.2 Das Holz

Auch wenn elektrische Gitarren häufig keine Resonanzkammern haben (Solidbody-Gitarren), hat das verwendete Holz dennoch einen Einfluss auf den akustischen Klang der Gitarre.⁵⁷ Konstruktion und verwendete Materialien von Sattel, Hals, Griffbrett, Korpus und Steg beeinflussen das Schwingverhalten der Saite. Die Zeit wie schnell ein Ton entsteht, wie lange er erklingt und wie dynamisch sich der Schwingungsverlauf verhält, bestimmen den Grundklang des Instruments.⁵⁸ Dichte und Steifheit des Holzes sind dabei die entscheidenden Faktoren und bestimmen die spektrale Zusammensetzung der Obertöne und der Ausklingdauer (Sustain). Weist eine Holzart zum Beispiel eine besonders hohe Dichte auf, wird der Klang tendenziell höhenreicher. Eine hohe Steifigkeit führt zu einem langen Ausschwingen des Tons.⁵⁹ Da Nadelhölzer in der Regel zu weich sind, werden hauptsächlich Hölzer von Laubbäumen wie Erle, Ahorn oder Mahagoni verwendet. Auch die Art wie das Holz aus dem Baum gesägt wird beeinflusst die Festigkeit. Die Richtung in der die Jahresringe⁶⁰ verlaufen spielt dabei ebenso eine Rolle wie die Feuchtigkeit des Holzes. Aus diesem Grund wird Klangholz lange gelagert bevor es verarbeitet wird. Die Verwendung verschiedener Lacke wirkt sich ebenfalls auf das Schwingungsverhalten aus. So härtet Nitrolack beispielsweise besser aus als andere Lacke, wodurch sich auch andere Resonanzeigenschaften ergeben.

⁵⁷ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.205

⁵⁸ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.206

⁵⁹ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.206

⁶⁰ siehe Glossar

6.3 Die Saitenschwingung

Eine frei schwingende Saite ist die Grundvoraussetzung für einen Gitarrenton. Wie die Saite schwingt, hängt hauptsächlich von drei Winkeln ab, die dadurch auch den Klang beeinflussen. Eine Saite schwingt am besten, wenn sie mit möglichst wenig Reibung und mit großem Druck auf dem Auflagepunkt aufliegt. Hierzu dient unter anderem der Winkel zwischen Kopfplatte und Hals. Durch diesen Winkel wird auf die Saite Druck ausgeübt, sodass sie auf dem Sattel angepresst wird. Bei Gitarren mit paralleler Kopfplatte wird dies durch Saitenniederhalter gelöst, die für den entsprechenden Anpressdruck sorgen. Der zweite Auflagepunkt ist der Steg. Durch einen Winkel zwischen Hals und Korpus wird an dieser Stelle der Anpressdruck aufgebaut. Der Saitenhalter hinter dem Steg ist niedriger als der Steg selber, wodurch ebenfalls ein Winkel entsteht. Je größer der Anpressdruck ist, desto weniger Energie verliert die Saite beim Schwingen. Der Ton kann dadurch länger Ausklingen. In der Regel werden geschraubte Hälse nicht zum Korpus gewinkelt. Dies hat zur Folge, dass das „Sustain“ meist kürzer ist als bei Gitarren mit geleimten Hälsen. Diese Konstruktion begünstigt allerdings meist eine schnellere Ansprache des Tons. Der Einschwingvorgang ist hier also kürzer.⁶¹

Außerdem für die Schwingungseigenschaften mitbestimmend, ist die Nachgiebigkeit der Auflagepunkte.⁶² Ein weicher Auflagepunkt wie etwa der Steg einer akustischen Gitarre überträgt die Saitenschwingung besser auf den Korpus als der harte Metall-Steg einer Solidbody-Gitarre. Hier schwingt Steg und Korpus deutlich weniger. Das Gewicht des Korpus ist für dessen Schwingungseigenschaften verantwortlich. Ein schwerer Korpus schwingt weniger als ein leichter.

⁶¹ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.91

⁶² vgl. Lemme, 2006, S.75

6.4 Die Saiten

Elektrische Gitarren werden ausschließlich mit Stahlsaiten bespannt. Die tieferen drei Saiten sind dabei meist zusätzlich mit Stahl umwickelt. Dabei unterscheidet man zwischen Runddrahtsaiten (engl.: roundwound-strings) und geschliffenen Saiten (engl.: flatwound-strings). Bei Runddrahtsaiten, auch ungeschliffene Saiten genannte, wird die Stahlsaite zusätzlich mit einem runden Draht umwickelt. Diese Art stellt die meist verbreitete Saitenart bei Elektrogitarren dar.⁶³ Würden die dickeren Saiten nicht umspinnen sein, wären sie deutlich unflexibeler. Durch das Umwickeln der Saite kann jedoch der Saitenkern weiterhin dünn gehalten werden. Um die Masse der Saite dennoch zu erhöhen, ist diese Umwicklung vorhanden. Würden die dickeren Saiten nicht Umwickelt, so würde dies zu inharmonischen Teiltönen führen.⁶⁴ Die Teilschwingungen wären also keine ganzzahligen Vielfachen mehr und der Ton würde unrein klingen. Die Anzahl der Wickelungen sowie das Verhältnis von Saitenkern zu Wickelung unterscheidet sich zwischen den Herstellern. Da die Verteilung der Obertöne dadurch anders ausfällt, führt dies zu verschiedenen klanglichen Auswirkungen.

Früher wurden für Gitarrensaiten Nickelwickelungen verwendet. Diese reagieren auf das Magnetfeld der Tonabnehmermagneten allerdings deutlich schlechter als Stahl. Heutzutage wird bei der Umwicklung deshalb vernickelter Stahldraht verwendet. Durch die wellige Oberfläche der Umwicklung sind Griffgeräusche allerdings gut zu hören. Dies ist bei geschliffenen Saiten nicht der Fall, da sie mit einem flachen Draht umspinnen werden. Durch die daraus resultierende glatte Oberfläche, sind Griffgeräusche kaum hörbar. Allerdings ist der Klang deutlich ärmer an hohen Frequenzen und das Ausschwingverhalten kürzer als bei „roundwound“-Saiten. Dieser dumpfe und kurze Sound von geschliffenen Saiten ist besonders im Jazz verbreitet.⁶⁵

Drei Faktoren bestimmen die Frequenz der Saitenschwingung. Hierfür sind die Länge (L), die Masse (m), sowie die Zugspannung (k) der Saite entscheidend. Sie stehen in folgendem Verhältnis:⁶⁶

$$\text{Frequenz} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{k}{L \times m}}$$

⁶³ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.93

⁶⁴ vgl. Zollner, 2009, Kapitel 1, S.10

⁶⁵ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.99

⁶⁶ vgl. Lemme, 1987, S.41

Die tatsächliche Schwingung besteht allerdings aus vielen Teilschwingungen die sich überlagern. Im Idealfall handelt es sich hier um ganzzahlige Vielfache der Grundschwingung. Der Idealfall ist in Abbildung 5 dargestellt. Jede dieser Teilschwingungen erzeugt dabei auf der Saite eine stehende Welle. Je höher die Frequenz, umso kürzer ist dabei die Wellenlänge.

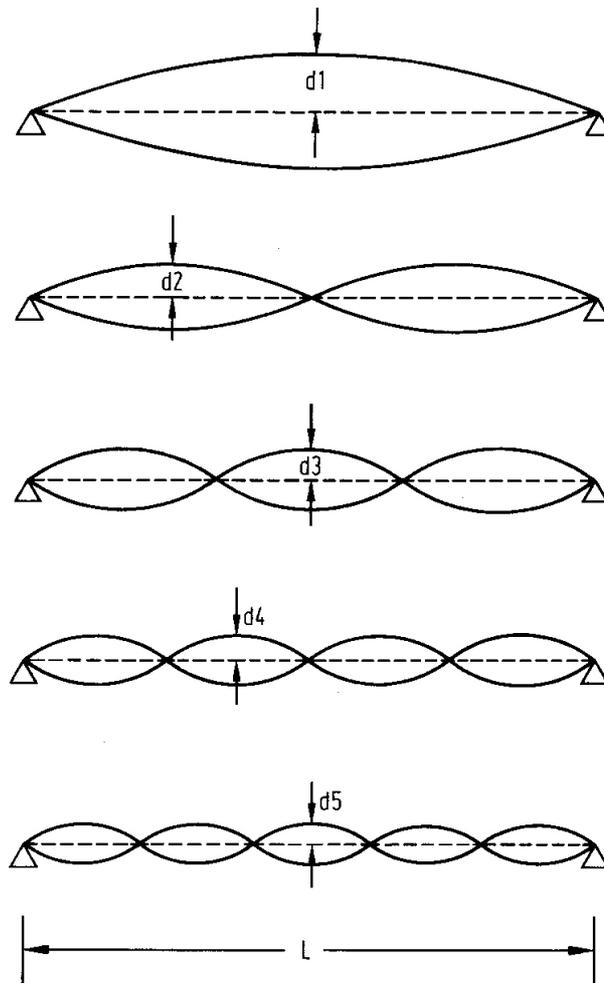


Abb. 7: Teilschwingungen einer Saite

Das Ausklingen der Teiltöne ist unterschiedlich lang. Je höher die Schwingung der Teiltöne ist, desto schneller klingen sie aus. Die Grundschwingung und tieferen Teilschwingungen sind entsprechend länger hörbar. Sind die Obertöne keine ganzzahligen Vielfachen, wird der Ton als unrein empfunden.⁶⁷ Hat ein Oberton die gleiche Frequenz wie die Resonanzfrequenz der Gitarre, dann wird die Gitarre zum Schwingen angeregt. Dadurch wird dem Oberton der Saitenschwingung Energie entzogen und er klingt schneller ab. Dieses Verhalten trägt zum charakteristischen Klang eines Instruments bei. Töne bei denen der Grundton schneller abklingt als die Obertöne, werden bei der Gitarre als „dead spot“ bezeichnet.⁶⁸ Dieses Phänomen ist hingegen ungewollt.

Die Amplitudenunterschiede der Teilschwingungen prägen die Klangfarbe des Gitarrentons. Der Spieler hat hierbei erheblichen Einfluss, denn die Amplitudenverteilung hängt von folgenden Faktoren ab:⁶⁹

1. Die Stärke des Anschlags der Saite
2. Die Stelle an der die Saite angeschlagen wird
3. Art der Saite (geschliffen oder ungeschliffen)
4. Zustand der Saite (Verschmutzung)
5. Gitarrenkorpus (bei vollakustischen Gitarren ist dieser Einfluss noch größer)
6. Dauer des Tons (Abklingen der Teiltöne)

6.5 Das Plektrum

Neben dem Saitenanschlag mit den Fingern, ist insbesondere beim Spiel der Elektrogitarre das Plektrum (engl.: pick) verbreitet. Das Plektrum, oder auch Plektron genannt, wird zur Anregung der Gitarrensaiten benutzt. Hierbei handelt es sich um ein kleines Plättchen, das häufig aus Nylon aber auch aus Nylon-Carbon-Gemischen hergestellt wird. Unterschiedliche Formen und Anschlagwinkel bedeuten unterschiedlich viel Reibung zwischen Plektrum und Saite. Die Saitenanregung und der Einschwingvorgang werden dadurch beeinflusst. Verwendetes Material und die Form, insbesondere der Plektrumspitze, beeinflussen die Wiedergabe der hohen Frequenzen. Durch den Anschlagwinkel zwischen Plektrum und Saite

⁶⁷ vgl. Lemme, 1987, S.44

⁶⁸ vgl. Lemme, 2006, S.76

⁶⁹ vgl. Lemme, 1987, S.43

kann wiederum die Wiedergabe des Bassbereichs beeinflusst werden. Auch können durch bestimmte Anschlagstechniken Kammfiltereffekte erzeugt werden.⁷⁰

6.6 Position der Tonabnehmer

Viele Gitarren sind mit mehr als einem Tonabnehmer ausgestattet. Die meisten Modelle haben zwei Tonabnehmer, manche sogar drei oder vier. Abgesehen von unterschiedlichen Tonabnehmerarten, die verschiedene Übertragungseigenschaften aufweisen, spielt die Position der Tonabnehmer ebenfalls eine große Rolle für den Klang. Ein am Steg positionierter Tonabnehmer klingt eher „hart“ oder „scharf“. In Richtung Hals positioniert ist der Klang eher „weich“ oder „warm“.⁷¹ Der unterschiedliche Klang resultiert aus stehenden Wellen, die sich auf den Saiten bilden. Grundsicherungen und Obertöne überlagern sich, wodurch es zu Verstärkung oder Abschwächung bestimmter Frequenzen kommt. Je nachdem wo der Tonabnehmer positioniert ist, werden bestimmte Frequenzen also gar nicht oder weniger übertragen als andere. Wird beispielsweise ein Tonabnehmer im Abstand zum Steg von $\frac{1}{4}$ der Mensur positioniert, so haben die Oberschwingungen der A-Saite dort Schwingungsknoten. Die Amplitude liegt hier also bei 0. Entsprechend können diese Frequenzen nicht übertragen werden. Da die A-Saite mit 110Hz schwingt, wären das bei einer Position $\frac{1}{4}$ der Mensur vom Steg entfernt die 4-, 8-, 12- fachen Frequenzen (440Hz, 880Hz, 1320Hz...etc.).⁷¹ Hingegen hätten die zwischen liegenden Oberschwingungen (2-, 6-, 10-fach...etc.) an dieser Stelle ein Schwingungsmaximum und werden besonders gut übertragen. Die Grundsicherungen und ungeradzahigen Vielfachen werden abgeschwächt übertragen.⁷¹ Aus diesem Grund wirkt die Position am Steg weniger „warm“ als die Halsposition. Je nachdem in welchem Verhältnis zur Mensur ein Tonabnehmer positioniert ist, ergeben sich andere Frequenzen die abgeschwächt übertragen werden.

Da die unterschiedlich gestimmten Gitarrensaiten mit verschiedenen Frequenzen schwingen, gibt es keine Position, die für alle Saiten besonders geeignet ist. Manche Hersteller stellen die Tonabnehmer aus diesem Grund schräg. Der Tonabnehmer befindet sich dann für die hohe e-Saite näher am Steg, während er sich für die tiefe E-Saite mittig befindet. In der Mitte hat die tiefere Saite eine höhere Amplitude als am äußeren Ende und wird besser

⁷⁰ vgl. Zollner, 2009, Kapitel 1, S.29

⁷¹ vgl. Lemme, 2006, S.157

übertragen. In Richtung Steg hingegen, unterstützt der abgeschwächte Grundtonbereich einen „schärferen“ Klang der hohen Saiten.⁷²

6.7 Der Verstärker als Teil des Instruments

Ein wesentlicher Unterschied gegenüber akustischen Instrumenten stellt der Gitarrenverstärker dar. Dieser ist ein wesentlicher Bestandteil des Instruments. Die Vielfalt in der Bauweise ist groß und entsprechend drastisch ist auch die Auswirkung auf den Gesamtklang. Gitarrenverstärker lassen sich im Aufbau der Verstärkerschaltung unterscheiden. Zu unterscheiden sind heutzutage drei verschiedene Arten:

1. Röhrenverstärker
2. Transistorverstärker
3. Digitale Verstärker

Gitarrenverstärker und Lautsprecher verzerren das Signal und haben ein frequenzabhängiges Übertragungsmaß.⁷³ Das bedeutet, verschiedene Frequenzen werden unterschiedlich stark wiedergegeben. Insbesondere Röhrenverstärker „verfälschen“ das Signal drastisch. Genau das macht diese bei Gitarristen so beliebt. Verstärker mit Transistorschaltung können ein deutlich lineareres Übertragungsverhalten liefern. Digitale Verstärker simulieren den Klang von berühmten Röhrenverstärkern. Dadurch ist die Endstufe digitaler Verstärker klanglich neutral ausgelegt und wird in der Regel mit Transistoren realisiert. Digitale Leistungsverstärker wie etwas aus der Beschallungstechnik, sind bei Gitarrenverstärkern zwar noch nicht verbreitet, erste Modelle mit sogenannten Class-D Endstufen gibt es aber.

6.8 Kabel

Um die Elektrogitarre mit dem Verstärker zu Verbinden, werden unsymmetrische Niederfrequenzkabel verwendet. Dabei handelt es sich um Kabel, die aus einem signalführenden Kupferleiter und einer Abschirmung bestehen. Die Abschirmung besteht aus Folie oder einem Drahtgeflecht und soll elektromagnetische Einstrahlungen verhindern.⁷⁴ Die besonders klangbeeinflussenden Parameter sind der Leitungswiderstand und die Kabellänge.

⁷² vgl. Lemme, 2006, S.159

⁷³ vgl. Zollner, 2009, Kapitel 10, S.1

⁷⁴ vgl. Smyrek, 2009, S.201

Der Widerstand ist abhängig vom Kabeldurchmesser und ist umso kleiner, je größer der Durchmesser ist. Ein hoher Widerstand hätte eine Bedämpfung des hohen Frequenzbereichs zur Folge.

Lange Kabel können ebenfalls zu einer Reduzierung der hohen Frequenzen führen. Der Ausgangswiderstand der Gitarre in Verbindung mit einem langen Kabel, wirkt als Tiefpassfilter. Hohe Frequenzen würden bedämpft.⁷⁵

7. Anschlagstechniken auf der Gitarre

Sowohl die akustische, als auch die elektrische Gitarre, bieten vielfältige Möglichkeiten der Spieltechnik. Es gibt verschiedene Methoden die Töne auf dem Griffbrett zu greifen oder auch die Saiten anzuschlagen. Daraus ergeben sich diverse Spieltechniken. Besonderen Einfluss auf den Klang hat jedoch die Art des Anschlags der Saiten (bei Rechtshändern die rechte Hand). Zwei „Hauptanschlagstechniken“ unterscheiden sich besonders im Klang.

Eine Möglichkeit ist es, die Saiten mit den Fingern anzuzupfen, was in der Regel als „Fingerpicking“ oder auch „Fingerstyle“ bezeichnet wird. Dabei werden bis zu vier Finger, sehr selten alle fünf Finger, der Schlaghand eingesetzt. Die Saiten werden dabei mit den Fingerkuppen nacheinander oder gleichzeitig angeschlagen. So lassen sich Melodien, Akkorde oder Arpeggien spielen, wobei hier die Töne eines Akkords nacheinander angeschlagen werden.

Bei der E-Gitarre am meisten genutzt ist jedoch der Anschlag mit dem Plektrum. Das Plektrum wird verwendet um einzelne oder auch mehrere Saiten gleichzeitig anzuschlagen. Dies kann von oben nach unten (engl.: downstroke), von unten nach oben (engl.: upstroke) oder im Wechselschlag (engl.: alternate picking) erfolgen. Mit dem Plektrum lassen sich Melodien, Akkorde und Arpeggien spielen. Insbesondere Akkorde, lassen sich deutlich präziser spielen. Der Akkordanschlag wie er etwa beim Flamenco-Spiel auf akustischen Gitarren durch abspreizen der Finger erfolgt, wird auf der E-Gitarre eher selten eingesetzt.

Ein Unterschied in der Spielweise zwischen Fingerpicking und dem Spiel mit dem Plektrum ist die Tatsache, dass mit dem Plektrum nur eine oder mehrere benachbarte Saiten

⁷⁵ vgl. Görne, 2008, S.220

gleichzeitig angeschlagen werden können. Das Fingerpicking erlaubt es hingegen, bis zu fünf Saiten in beliebiger Reihenfolge zu spielen. Mit dem Plektrum lassen sich alle sechs Saiten der Gitarre anschlagen. Wie bereits in Abschnitt 6.5 erläutert, hat die Art des Anschlags einen großen Einfluss auf den Klang. Je nach Plektrum- oder Fingeranschlag entstehen unterschiedlich viele und unterschiedlich stark ausgeprägte Obertöne. Mit dem Plektrum sind hohe Obertöne beispielsweise deutlich stärker ausgeprägt als beim Fingeranschlag, wo die hohen Obertöne deutlich schwächer mitschwingen.

Insbesondere beim Plektrumspiel werden die Saiten je nach Komposition abgedämpft (engl.: palm muting). Dabei wird der Handballen der Schlaghand unmittelbar vor oder sogar auf dem Steg auf die Saiten gelegt. Je nach Anpressdruck des Handballen und der Fläche der Saite die abgedämpft wird, lässt sich das Schwingungsverhalten der Saite unterschiedlich beeinflussen. Die Saiten schwingen dadurch nicht mehr frei und erklingen entsprechend kurz. Außerdem werden Obertöne nur sehr schwach angeregt, sodass der Klang als „dumpf“ empfunden werden kann. Diese Spielweise kommt insbesondere bei verzerrten Gitarrenklängen zum Einsatz.

Eine sehr spezielle Anschlagtechnik ist das Tapping. Dabei wird mit der rechten Hand eine Saite auf das Griffbrett gedrückt und unmittelbar danach wieder losgelassen. Durch das Herunterdrücken auf das Griffbrett (engl.: pull-on) und durch freigegeben der Saiten (engl.: hammer-off) wird jeweils ein Ton erzeugt. Diese Technik lässt sich auch mit der Greifhand durchführen und wird dann als „Hammering“ bezeichnet. In der Regel werden beide Techniken in Verbindung eingesetzt, wodurch Melodien mit Solocharakter entstehen.

8. Funktionsweise und Eigenschaften elektromagnetischer Tonabnehmer

Im diesem Kapitel wird die Funktionsweise elektromagnetischer Tonabnehmer näher betrachtet. Zu diesem Zweck, werden die wichtigsten physikalischen Grundbegriffe im folgenden Teilkapitel erläutert.

8.1.1 Spannung und Strom

Spannung ist die Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten.⁷⁶ An diesen zwei Punkten muss eine unterschiedliche Menge von Elektronen vorhanden sein. Dabei unterscheidet man den Pluspol, an dem zu viele Elektronen vorhanden sind und den Minuspol. Am Minuspol sind zu wenig freie Elektronen vorhanden. Die Elektronen haben das Bestreben, an ihre Ursprüngliche Position zurückzukehren. Gelingt dies, bezeichnet man das als Ladungsausgleich. Ein Leiter, wie etwa das Gitarrenkabel, würde den Ladungsausgleich ermöglichen. Dies bedeutet Stromfluss, da sich Ladungsträger gerichtet bewegen.⁷⁷ Sind Pluspol und Minuspol immer an der gleichen Stelle, so bezeichnet man dies als Gleichspannung. Es handelt sich dann um eine Spannung bei der die Polarität stets gleich bleibt.⁷⁸

8.1.2 Widerstand

Strom kann nur durch einen entsprechenden Leiter fließen. Dieser Leiter stellt allerdings auch einen Widerstand dar, der sich dem Strom entgegensetzt.⁷⁹ Der Widerstand beschreibt dabei das Verhältnis zwischen der Spannung an einem Leiter zu dem Strom der diesen Leiter durchfließt. Ein Widerstand ist aber nicht nur ein unerwünschter Nebeneffekt. Als Bauteil kann er als Strombegrenzer oder Spannungsteiler dienen. Damit lässt sich in der Tontechnik z.B. die Ausgangsimpedanz bestimmen (Strombegrenzer) oder auch das Volume-Potentiometer (Spannungsteiler) einer Gitarre realisieren. Aber auch der Tonabnehmer selber hat einen bestimmten ohmschen Widerstand.

8.1.3 Kondensator

Wie die vorangegangenen Begriffe, spielt auch der Kondensator im Zusammenhang mit elektromagnetischen Tonabnehmern eine Rolle. Ein Kondensator besteht aus zwei leitenden

⁷⁶ vgl. Friesecke, 2007, S.206

⁷⁷ vgl. Friesecke, 2007, S.210

⁷⁸ vgl. Friesecke, 2007, S.206

⁷⁹ vgl. Friesecke, 2007, S.215

Platten, die sich gegenüber stehen. Zwischen diesen beiden befindet sich ein Dielektrikum.⁸⁰ Dies ist ein isolierender, nicht leitender Stoff (Gas, Flüssigkeit oder Feststoff). Dadurch wird die Anziehungskraft der Ladung zwischen den Platten verstärkt.⁸¹

Wird an die Kondensatorplatten eine Spannung angelegt, verschieben sich Elektronen zwischen den Platten. Es fließt Strom. Dabei bewegen sich die Elektronen vom Minuspol der Spannungsquelle auf die eine Platte. Zeitgleich bewegen sich die Elektronen von der anderen Platte zum Pluspol der Spannungsquelle. Auf diese Art wird der Kondensator aufgeladen. Denn auch wenn die Spannungsquelle abgezogen wird, sind die Ladungsträger auf den Platten vorhanden. Die Kapazität eines Kondensators gibt dabei an, wie viele Ladungsträger bei einer bestimmten Spannung auf den Platten gespeichert werden können.⁸² Ein Kondensator kann auch als frequenzabhängiger Widerstand gesehen werden.⁸³ Er lässt sich also als Filter einsetzen und findet deshalb unter anderem bei Tonabnehmern seine Anwendung.

8.1.4 Spule

„Ein stromdurchflossener Leiter erzeugt ein Magnetfeld.“⁸⁴ Wird dieser Leiter gewickelt, ergibt sich eine Überlagerung der Magnetfelder der Windungen. Dadurch ergibt sich innerhalb dieser „Spule“ ein gerichtetes, homogenes Magnetfeld. Dieses Magnetfeld ist nur solange vorhanden, solange Strom durch den Leiter fließt. Eine Spule ist entsprechend ein gewickelter Draht. Er kann im inneren Luft oder einen Eisenkern enthalten.

Die für Gitarrentonabnehmer besonders wichtige Eigenschaft einer Spule ist die Induktionswirkung. Dabei erzeugt ein sich zeitlich änderndes Magnetfeld in der Spule eine Spannung.⁸⁵ Je nachdem wie schnell sich der magnetische Fluss ändert, wird unterschiedlich viel Spannung induziert. Dies entdeckte der englische Chemiker und Physiker Michael Faraday 1831⁸⁶ und stellt die Grundlage aller elektromagnetischen Tonabnehmersysteme dar.

⁸⁰ vgl. Friesecke, 2007, S.224

⁸¹ vgl. Friesecke, 2007, S.224

⁸² vgl. Friesecke, 2007, S.224

⁸³ vgl. Friesecke, 2007, S.225

⁸⁴ vgl. Friesecke, 2007, S.231

⁸⁵ vgl. Zollner, 2009, Kapitel 4, S.1

⁸⁶ vgl. Görne, 2007, S.246

Die Größe der Induktivität kann außerdem durch die Länge des Leiters verändert werden. Dies kann durch unterschiedliche Windungszahlen erreicht werden. Die Induktivität steigt entsprechend mit zunehmender Wicklungszahl. Wird ein Eisenkern ins Innere der Spule gebracht, erhöht sich die Induktivität weiter.

Um den magnetischen Fluss einer Spule mit Magnetkern zu verändern, ist für den Magneten ein Gegenstück notwendig. Dieser „ferromagnetische Anker“⁸⁷ ist bei der Elektrogitarre die Gitarrensaite. Sie besteht aus Stahl und Nickel und hat damit magnetische Eigenschaften. Das Schwingen der Saite ändert das Magnetfeld, wodurch Spannung im Spulendraht induziert wird.

Diese Wechselspannung wird von der Windungszahl der Spule, der Geschwindigkeit der Saitenbewegung, dem Durchmesser der Saiten und dem Abstand zwischen Magnet und Saiten bestimmt. Die Spannung, die ein elektromagnetischer Gitarrentonabnehmer abgibt liegt in der Regel im Bereich zwischen 100mV und 1V. Einige besonders empfindliche Tonabnehmer geben sogar mehrere Volt ab.

⁸⁷ vgl. Görne, 2007. S.246

8.2 Der Single-Coil Tonabnehmer

Gitarrentonabnehmer lassen sich in zwei Bauarten unterscheiden. Es gibt sie mit einer Spule (Single Coil) und mit zwei Spulen (Humbucker). Der meist verbreitete Tonabnehmer ist der Single Coil.⁸⁸ Er besteht aus sechs Stabmagneten, die zwischen zwei Platten aus Pappe fixiert sind. Diese zylinderförmigen Magneten sind in einer Reihe angeordnet und von dünnem Kupferdraht umwickelt. Je nach Hersteller hat der Draht etwa einen Durchmesser von 0,06mm. Die Windungszahl liegt im Bereich um 8000 Windungen.⁸⁹ Auch dies unterscheidet sich je nach Hersteller. Die verschiedenen Saiten einer Gitarre schwingen mit unterschiedlicher Amplitude. Um diese unterschiedlichen Lautstärken auszugleichen werden die Magneten bei manchen Modellen unterschiedlich lang hergestellt. Da die Magneten sich deutlich auf die Induktivität der Spule auswirken, kann dadurch der Lautstärkeunterschied zwischen den Saiten ausgeglichen werden. Außerdem lassen sich manche Magneten bei Singlecoils in der Höhe verstellen. Da der Abstand zwischen Magnet und Saite ebenfalls die Induktivität der Spule beeinflusst, kann auch hierdurch eine Lautstärkeabstimmung der einzelnen Saiten stattfinden.⁹⁰

Die Stellen eines Magneten, an denen die Anziehung am größten ist, werden als Pole bezeichnet. Je nachdem, ob es sich um ankommende oder sich entfernende Feldlinien handelt, bezeichnet man diese Stelle des Magneten als Nord- oder Südpol. Wie auch in Abbildung 8 zu sehen, verlaufen die magnetischen Feldlinien bogenförmig vom Nord- zum Südpol. Je nachdem in welcher Richtung der Magnet im Tonabnehmer angebracht ist, wird die Polarität bestimmt. In der Abbildung schwingt die Gitarrensaite im Magnetfeld des Magneten und verändert dieses. Dadurch wird in der Spule des Tonabnehmers Spannung induziert. Befindet sich die Saite in Ruhelage, so hat das magnetische Feld einen konstanten Wert.⁹¹ Da es in diesem Moment keine Änderung im Magnetfeld gibt, wird in der Spule auch keine Spannung induziert. Der Tonabnehmer überträgt in diesem Moment „nichts“.

Elektromagnetische Tonabnehmer haben den Nachteil für magnetische Einstreuungen empfindlich zu sein. So können Netztransformatoren oder Dimmer von Leuchtstofflampen ein Störsignal im Ausgangssignal des Tonabnehmers verursachen.

⁸⁸ vgl. Lemme, 2006, S.88

⁸⁹ vgl. Lemme, 2006, S.88

⁹⁰ vgl. Lemme, 2006, S.90

⁹¹ vgl. Lemme, 2006, S.105

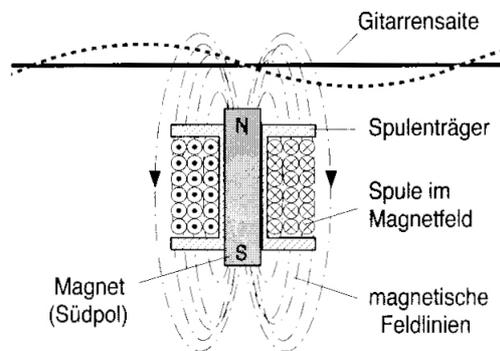
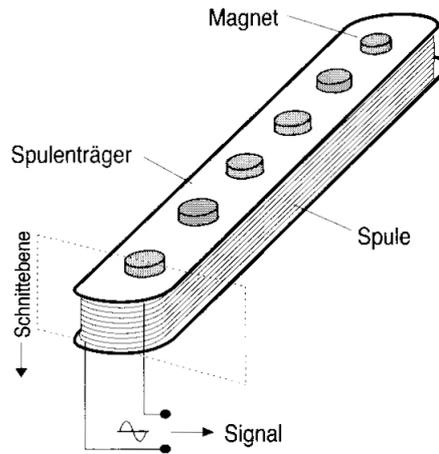


Abb.8: Aufbau eines Singlecoil-Tonabnehmers

8.3 Der Humbucker

Um dieses Problem zu vermeiden, entwickelte der Gibson-Mitarbeiter Seth Lover 1955 den Humbucker.⁹² Dies erreichte er indem er zwei Spulen nebeneinander anordnete und gegenphasig verschaltete. Einstreuungen wirken so auf beide Spulen. Durch die gegenphasige Verschaltung löschen sich die Einstreuungen jedoch wieder aus. Um zu vermeiden, dass das gesamte Signal ausgelöscht wird, werden die Spulen gegenphasig polarisiert. Eine Spule hat also den Nord- und die andere Spule den Südpol des Magneten umschlossen. Neben anderen Übertragungseigenschaften als Singelcoils, haben Humbucker auch eine doppelte Spannungsabgabe, da in beiden Spulen Spannung induziert wird.⁹³ Wie in Abbildung 9 zu sehen, haben die meisten Humbucker-Modelle in der einen Spule sechs Eisenzyylinder, während sich in der zweiten sechs verstellbare Schrauben befinden. Unter den Spulen befindet sich der Balkenmagnet. Dieser ist bei den meisten Humbuckern ein Alnico-Magnet.



Abb.9: Humbucker: Eisenzyylinder (oben) Schrauben (unten)

Abbildung 10 zeigt den Aufbau eines Humbuckers. Er besteht aus einer Metallplatte, die zur Befestigung an der Gitarre dient und auf der alle anderen Teile montiert sind. Darauf befindet sich der Magnet (Stabmagnet). Ein kleines Holzstück fungiert als Abstandshalter um den Magneten in der richtigen Position zu halten. Außerdem befindet sich neben dem Magneten ein durchbohrtes Metallstück, in dem die Schrauben befestigt werden. Darüber

⁹² vgl. Lemme, 2006, S.91

⁹³ vgl. Day, Rebellius, Waldenmaier, 2007, S.263

befinden sich die beiden Spulenträger. Da einer Eisenzylinder und der andere Schrauben im Inneren hat, bezeichnet man diese auch als Stiftspule und Schraubenspule.⁹⁴

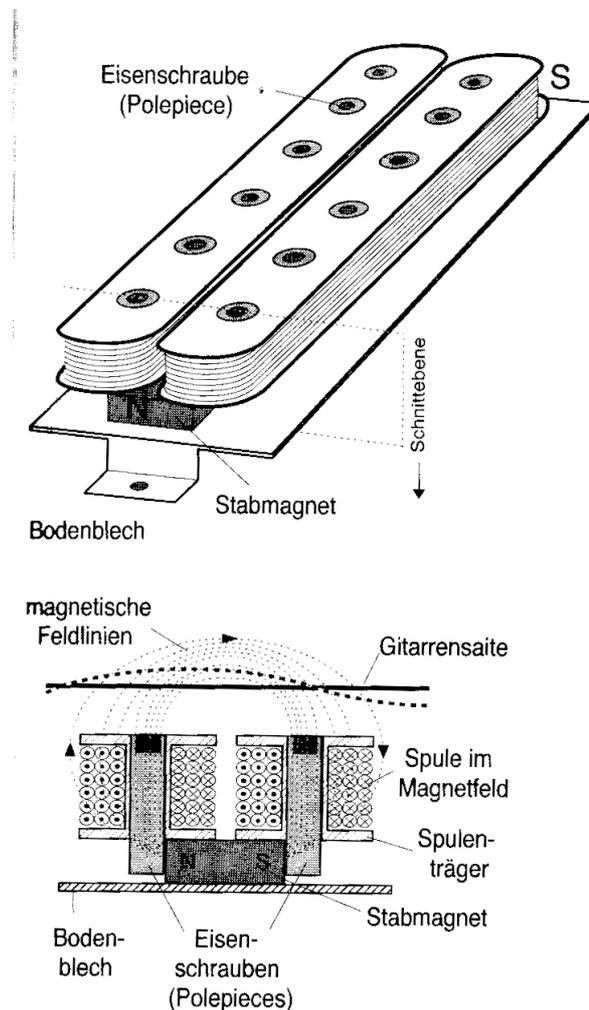


Abb.10: Aufbau eines Humbucker-Tonabnehmers

Bei vielen Humbuckern sind die Spulen nur mit dünnem Isolierband geschützt. Hier besteht die Gefahr, dass die Spule beschädigt wird. Deshalb werden bei manchen Modellen die Spulen zusätzlich durch verchromte oder vergoldete Messingkappen abgedeckt und dadurch auch vor elektrischen Störfeldern geschützt.⁹⁵ Da das Messing vor dem verchromen bzw. vergolden mit Nickel beschichtet wird, sind sie jedoch magnetisch.⁹⁶ Dadurch wirkt die Kappe wie ein Mikrofon, wodurch die Tonabnehmer schneller zu Rückkopplungen neigen.

⁹⁴ vgl. Zollner, 2009, Kapitel 5, S.11

⁹⁵ vgl. Lemme, 2006, S.92

⁹⁶ vgl. Lemme, 2006, S.103

Rückkopplungen können auch durch Spulen entstehen, die nicht fest genug gewickelt sind. Bewegt sich ein Leiter in einem magnetischen Feld, so wird Spannung induziert. Ist der Draht also nicht fest und kann sich bewegen, wird dieser Tonabnehmer mikrofonisch.

Ein wesentlicher Unterschied in der Klangcharakteristik zwischen Singlecoil und Humbucker liegt an der Spulenzahl. Da der Humbucker zwei Spulen und auch zwei Reihen an Magneten hat, befinden sich diese an zwei verschiedenen Positionen der Saitenschwingung. Je nach Frequenz der Saite kann es dadurch zu Auslöschungen kommen. Dies passiert, wenn an einer Spule ein Amplitudenmaximum und an der anderen ein Amplitudenminimum der Saite Spannung induziert. Hohe Töne der Gitarre haben Wellenlängen von wenigen Zentimetern. Wie in Abbildung 11 zu sehen, löschen sich Frequenzen aus, deren halbe Wellenlänge genau dem Abstand der Magneten des Humbucker zueinander entspricht. So kommt es zu Auslöschungen bestimmter Oberschwingungen.⁹⁷ Entsprechend klingt ein Humbucker anders, als ein Singlecoil.

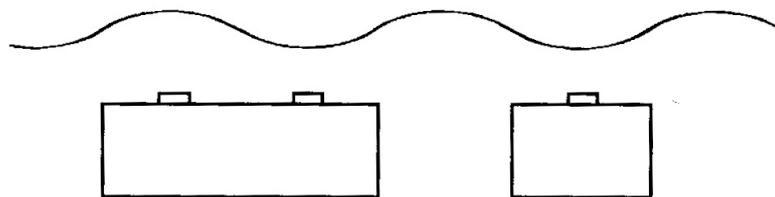


Abb.11: Humbucker (links) und Singlecoil (rechts) unter einer schwingenden Saite

⁹⁷ vgl. Lemme, 2006, S.131

8.4 Übertragungscharakteristiken

Eine Spule lässt sich durch die Größen Induktivität, Widerstand und Kapazität beschreiben. Ein Tonabnehmer in der Gitarre wird durch die Spule zu einer Wechsellspannungsquelle, wenn eine oder mehrere Saiten schwingen. Durch den Widerstand und die Kapazität der Tonabnehmers wird dieser zu einem Tiefpassfilter. D.h. unterhalb einer bestimmten Grenzfrequenz werden Frequenzen unverändert übertragen, während Frequenzen darüber abgeschwächt übertragen werden. Dieser Frequenzabhängige Pegelverlust eines Filters wird als Flankensteilheit bezeichnet und in dB/Oktave angegeben. Die Oktave beschreibt dabei eine Frequenzverdopplung, während Dezibel (dB) ein logarithmisches Spannungsverhältnis angibt.⁹⁸ Bei jeder Frequenzverdopplung (Oktave) wird nur noch $\frac{1}{4}$ der Spannung abgegeben. Dies entspricht einer Flankensteilheit von 12dB/Oktave⁹⁹ und wird als Tiefpass zweiter Ordnung bezeichnet. Bei der Grenzfrequenz handelt es sich um die Frequenz, bei der die Spannung bereits um -3dB abgefallen ist. Die einzelnen Windungen der Spule stellen viele Einzelkapazitäten dar und ergeben zusammen die Gesamtkapazität.¹⁰⁰

8.4.1 Resonanzüberhöhung

Unterhalb der Grenzfrequenz bilden die Induktivität und die Kapazität der Spule einen Schwingkreis.¹⁰¹ D.h. es wird Energie periodisch zwischen dem magnetischen Feld der Spule und dem elektrischen Feld des Kondensators hin und her gegeben. Dadurch kommt es zu unterschiedlich starken Spannungen.¹⁰² Frequenzanteile, die sich in der Nähe dieser Resonanzfrequenz befinden, werden deutlich stärker übertragen. Man spricht hier auch von einer Resonanzüberhöhung.¹⁰³

Abhängig von der Lage der Resonanzfrequenz und dem Faktor der Verstärkung dieser Frequenz, kommen sehr unterschiedliche Klangcharakteristiken zustande. Je nach Tonabnehmer und verwendetem weiteren Equipment, kann die Resonanzfrequenz zwischen ca. 1,5kHz und 6 kHz liegen.¹⁰⁴

⁹⁸ vgl. Friesecke, 2007, S.35

⁹⁹ vgl. Lemme, 2006, S.109

¹⁰⁰ vgl. Lemme, 2006, S.108

¹⁰¹ vgl. Lemme, 2006, S.109

¹⁰² Onlinequelle 1

¹⁰³ vgl. Lemme, 2006, S.109

¹⁰⁴ vgl. Lemme, 2006, S.111

Sowohl Potentiometer in der Gitarre, als auch das Gitarrenkabel und die Eingangskapazität des Gitarrenverstärkers wirken sich auf die Gesamtkapazität aus. D.h. je nachdem wie hoch die Einzelkapazitäten dieser Teile sind, kann die Resonanzfrequenz verschoben werden und die Resonanzbedämpfung unterschiedlich hoch sein. Die Resonanzbedämpfung wird als Güte („Q“) angegeben.¹⁰⁵ Fällt die Resonanzbedämpfung eher klein aus, spricht man von einer großen Güte. Der Bereich um die Resonanzfrequenz hat also eine starke Verstärkung. Ist die Güte hingegen klein, so ist die Dämpfung größer. So kann ein längeres Gitarrenkabel etwa dazu führen, dass die Güte der Resonanzbedämpfung reduziert wird. Die Resonanzüberhöhung verringert sich also.

Außer Gitarrenkabel und Verstärkerkapazität, kann die Wicklungskapazität der Spule durch weitere Einflüsse verändert werden. Kommen etwa leitende oder ferromagnetische Gegenstände in das Magnetfeld der Spule, ändert sich die Spulenkapazität.¹⁰⁶ Dies ist etwa bei der Fender Telecaster der Fall. Bei dieser Gitarre ist die Brücke als Metallplatte ausgeführt und der Tonabnehmer in dieser versenkt. Der Wickelkörper auf den die Spule gewickelt ist, hat eine ähnliche Wirkung. Verschiedene Materialien können hier zu verschiedenen Spulenkapazitäten führen. Die Resonanzfrequenz hängt also sehr stark von äußeren Faktoren ab.

Der Klangunterschied zwischen Singlecoil und Humbucker lässt sich hauptsächlich durch die unterschiedlichen Resonanzfrequenzen erklären. Da der Singlecoil nur eine Spule hat, ist die Induktivität im Gegensatz zum Humbucker auch nur halb so groß. Auch die Ausgangsspannung ist nur noch halb so groß. Die Resonanzfrequenz erhöht sich im Gegensatz zum Humbucker allerdings um den Faktor $\sqrt{2}$.¹⁰⁷ Der überhöhte Frequenzbereich erhöht sich also, wodurch ein oft als „hell“ beschriebener Klang entsteht.

Eine Steigerung der Resonanzüberhöhung lässt sich durch möglichst hohe Abschlusswiderstände des Tonabnehmers erreichen.

¹⁰⁵ vgl. Zollner, 2009, Kapitel 5, S.58

¹⁰⁶ vgl. Zollner, 209, Kapitel 5, S.65

¹⁰⁷ vgl. Lemme, 2006, S.115

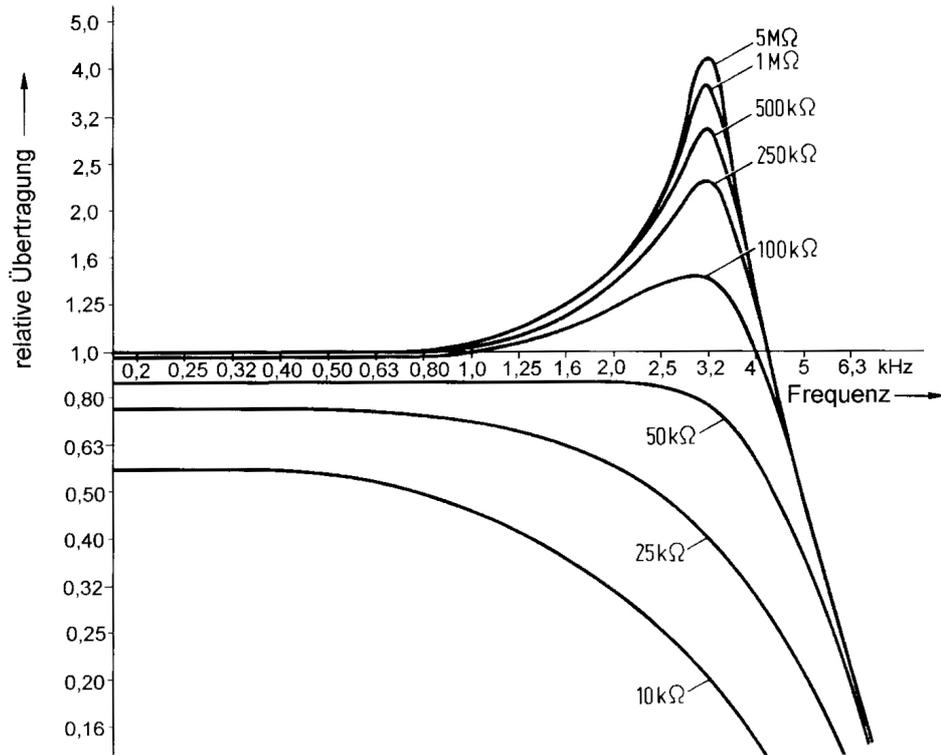


Abb.12: verschiedene Resonanzüberhöhungen eines Singlecoil-Tonabnehmers

8.4.2 Nichtlineare Verzerrung

Bei den bisher erläuterten Klangveränderungen handelt es sich um lineare Verzerrungen. Der Übertragungsfrequenzgang wird dabei durch Abschwächung und Verstärkung bestimmter Frequenzbereiche verändert. Nichtlineare Verzerrungen sind hingegen Veränderungen des Signals, bei denen Frequenzen auftreten, die im Ursprungssignal nicht vorhanden waren.¹⁰⁸ Dabei handelt es sich um ganzzahlige Vielfache der Grundschwingung. Werden aber beispielsweise auf der Gitarre mehrere Töne gleichzeitig gespielt, entstehen Frequenzgemische. Daraus ergeben sich Differenz- und Summenfrequenzen die dann keine ganzzahligen Vielfachen einer Grundschwingung mehr darstellen. Bedingt wird dieser als Intermodulation bezeichnete Effekt, durch den Abstand zwischen der Saite und dem Tonabnehmermagnet. Je weiter die Saite vom Tonabnehmer entfernt ist, desto weniger nichtlineare Verzerrungen treten auf.¹⁰⁹ Da durch einen starken Saitenanschlag die Auslenkung der Saite erhöht wird, kommt diese näher in die Nähe des Magneten. Eine stark gespielte Gitarre verursacht also mehr nichtlineare Verzerrungen.

8.5 Aktive Tonabnehmer

Tonabnehmer bei denen sich zusätzlich ein Vorverstärker im Gehäuse befindet, werden als „aktiv“ bezeichnet. Der Verstärker wirkt dabei als Impedanzwandler. So wird der Tonabnehmer von den nachfolgenden kapazitiven und ohmschen Lasten, wie etwa Kabel und Gitarrenverstärker, getrennt. Dadurch lässt sich eine Resonanzüberhöhung erreichen, die unabhängig von anderem Equipment ist. Durch die fehlenden Lasten steigt allerdings die Resonanzfrequenz deutlich an. Um dies zu kompensieren, muss die Spule einen zusätzlichen Lastkondensator erhalten. Um den Einfluss der Magneten auf die Saitenschwingung zu reduzieren, werden aktive Tonabnehmer mit deutlich schwächeren Magneten ausgestattet. Dadurch lassen sich die Saiten näher an den Tonabnehmer bringen. So ist eine sehr niedrige Saitenlage möglich. Außerdem sind die schwächeren Magneten weniger empfindlich für die Einstreuung von elektrischen Feldern. Sie entwickeln also weniger Störgeräusche. Die durch die schwächeren Magneten geringere Ausgangsspannung wird mit dem Vorverstärker wieder aufgeholt. Für diesen Verstärker ist eine Stromversorgung über eine 9V-Batterie notwendig. Diese Versorgungsspannung erzeugt allerdings auch ein Grundrauschen, was

¹⁰⁸ vgl. Henle, 2001, S.414

¹⁰⁹ vgl. Zollner, 2009. Kapitel 5, S.84

wiederum zu einer Reduzierung der Dynamik führt. Viele Hersteller geben den Bereich zwischen Rauschspannung und maximaler Spannung mit ca. 85dB an.¹¹⁰

9. Klangbeispiele: Tonabnehmer und Tonabnehmerpositionen

Im folgenden Abschnitt sollen Klangbeispiele und deren Spektraldarstellungen erste klangliche Unterschiede von Tonabnehmern aufzeigen. Dabei wird sowohl der Unterschied zwischen den beiden Hauptbauarten elektromagnetischer Tonabnehmer, als auch deren Position berücksichtigt. Zu hören sind ein Singlecoil-Tonabnehmer jeweils in Hals- und in Stegposition, sowie ein Humbucker-Tonabnehmer, der ebenfalls in Hals- und Stegposition aufgenommen wurde. Um die grundlegenden Klangunterschiede bei der Übertragung aufzuzeigen, wurde in den folgenden Beispielen jeweils nur die A-Saite (110Hz) einmal angeschlagen. Um den Einfluss von Finger- und Plektrumanschlag mit einzubeziehen, wurden alle Beispiele sowohl mit dem Daumen als auch mit einem Plektrum angeschlagen. Dabei wurde versucht, die Saite bei allen Beispielen mit möglichst gleicher Intensität anzuschlagen. Dies stellt zwar eine Variable dar und macht den Vergleich theoretisch ungenauer, reicht aber aus, um grundlegende klangliche Unterschiede aufzuzeigen. Für diese Beispiele wurde das direkte Gitarrensignal aufgenommen. Gitarrenverstärker und Mikrofone befanden sich nicht in der Signalkette.

Die Spektraldarstellungen wurden mit dem „Blue Cat Audio FreqAnalyst“ Plugin erstellt. Dargestellt wird die Pegelverteilung aller Frequenzen, wobei jeweils der Spitzenwert (engl.: peak) angegeben ist. Die Amplitude ist auf der Y-Achse in dB dargestellt. Die Skala ist linear und zeigt den Bereich von -120dB bis 0dB. Die Frequenz ist auf der X-Achse in Herz aufgetragen, wobei diese Darstellung logarithmisch ist. Abgebildet wird der Frequenzbereich zwischen 10Hz und 22kHz. Die Hörbeispiele dazu finden sich auf der beiliegenden Audio-CD.

¹¹⁰ vgl. Lemme, 2006, S.140

9.1 Singlecoil in Halsposition

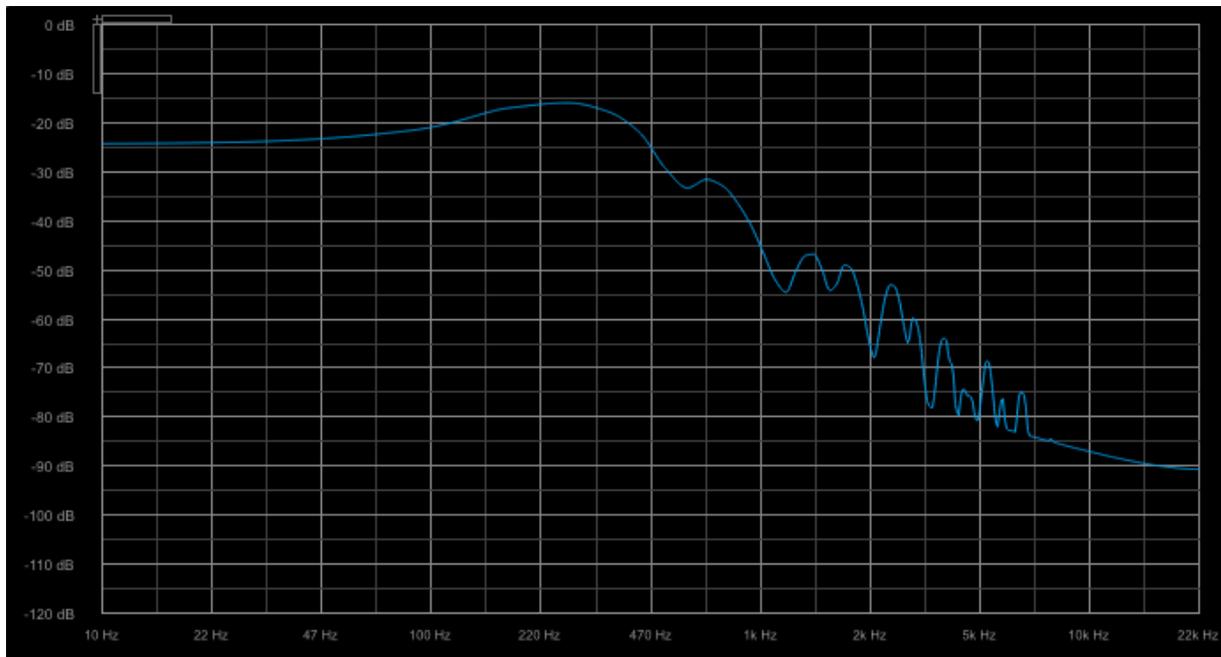


Abb.13: Spektraldarstellung der schwingenden A-Saite mit dem Daumen angeschlagen

Audio-CD: Track 1

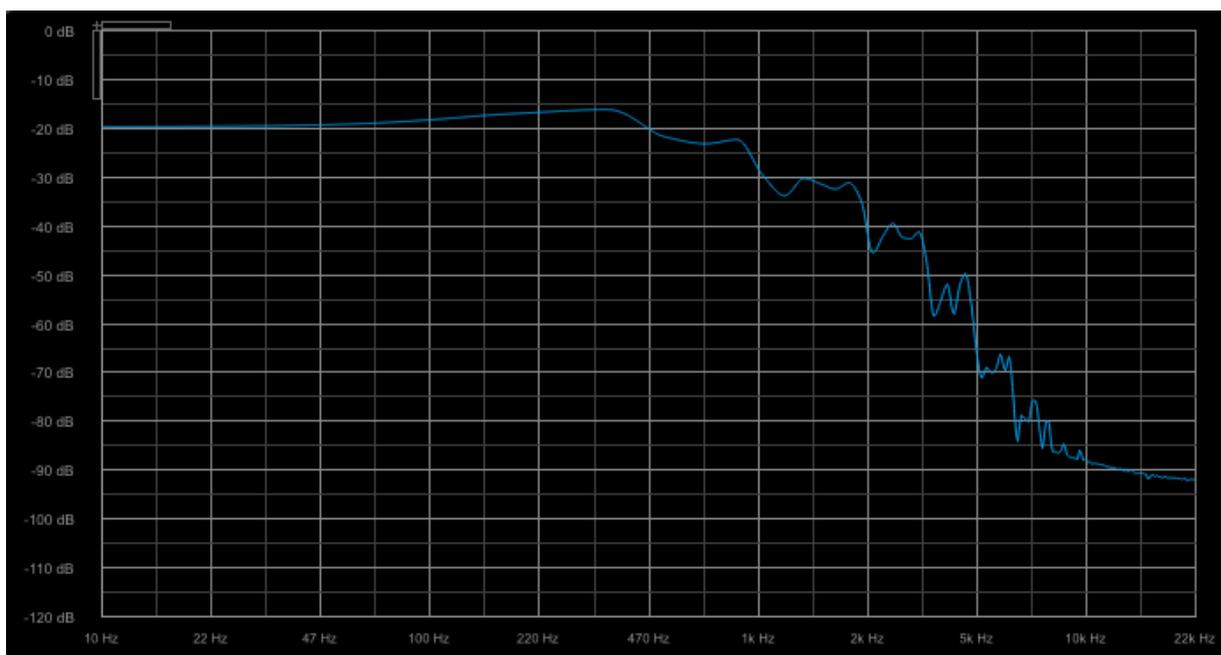


Abb.14: Spektraldarstellung der schwingenden A-Saite mit dem Plektrum angeschlagen

Audio-CD: Track 2

9.2 Singlecoil in Stegposition

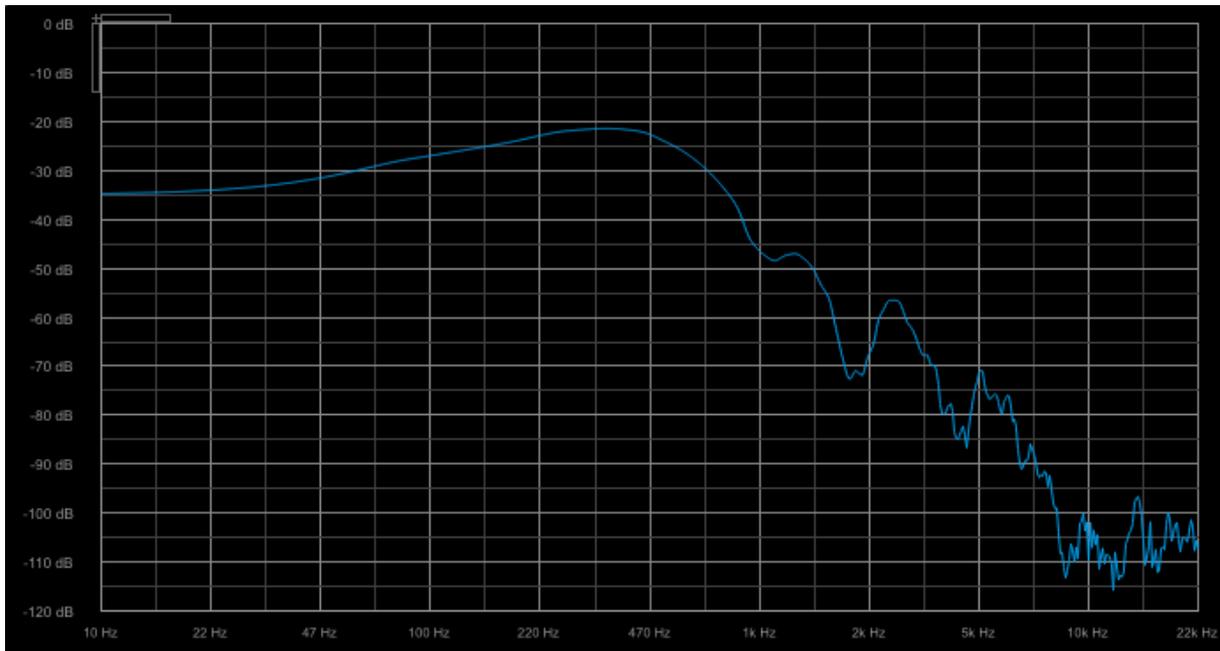


Abb.15: Spektraldarstellung der schwingenden A-Saite mit dem Daumen angeschlagen

Audio-CD: Track 3

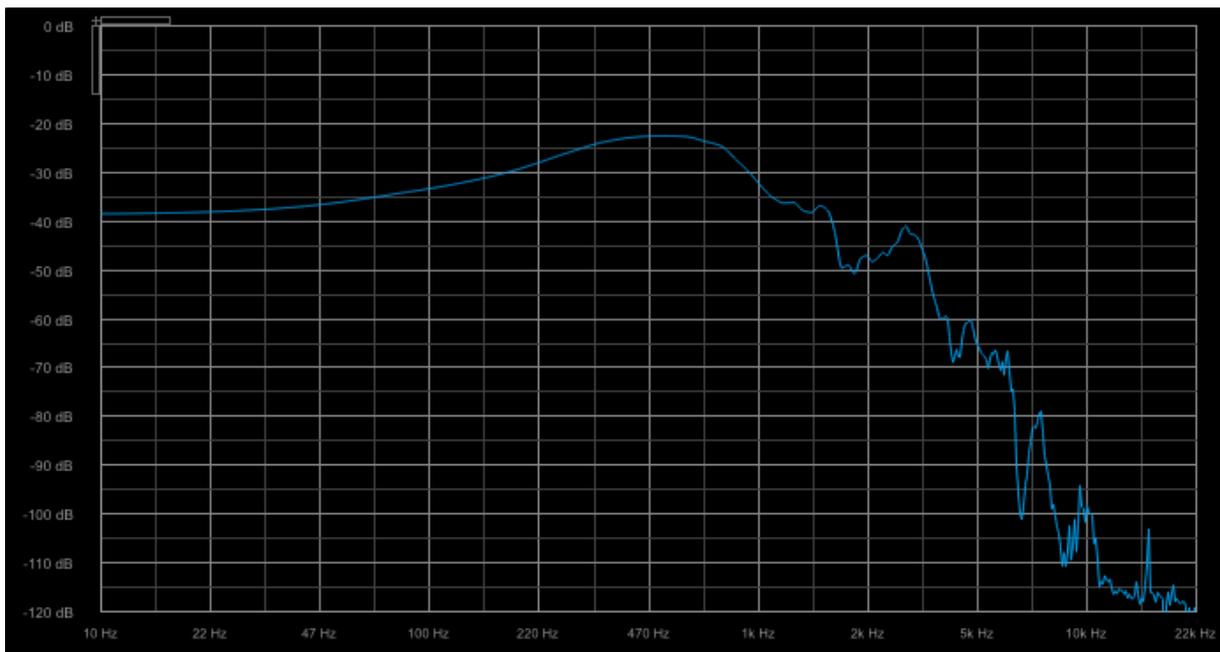


Abb.16: Spektraldarstellung der schwingenden A-Saite mit dem Plektrum angeschlagen

Audio-CD: Track 4

9.3 Humbucker in Halsposition

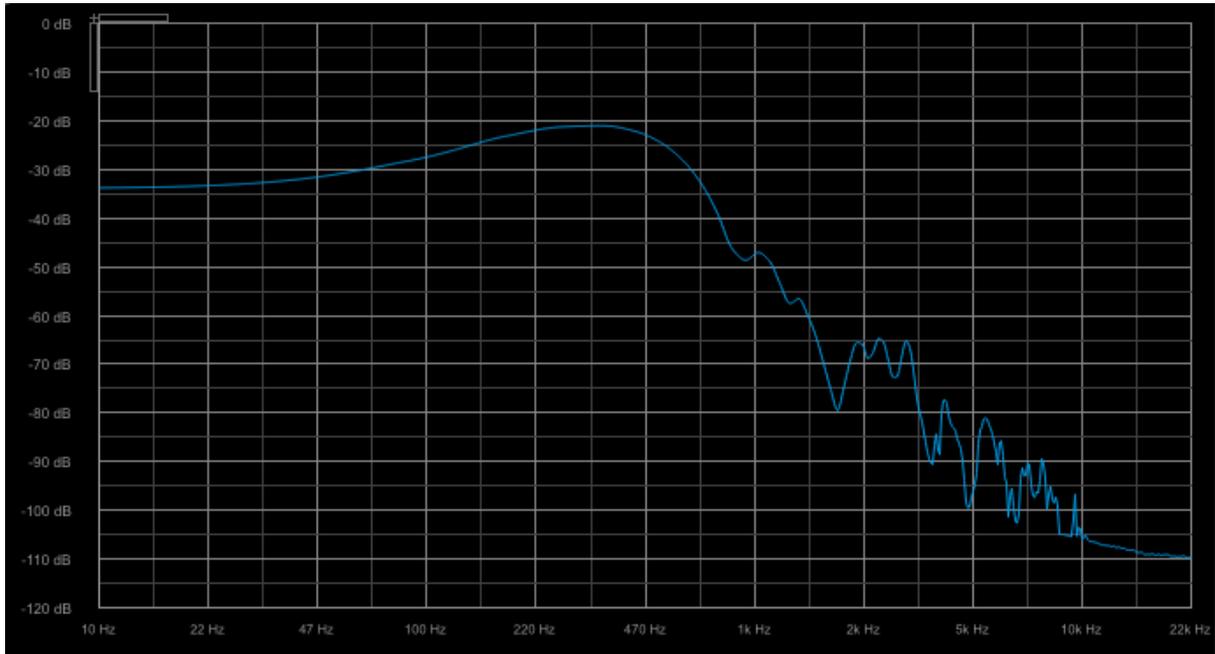


Abb.17: Spektraldarstellung der schwingenden A-Saite mit dem Daumen angeschlagen

Audio-CD: Track 5

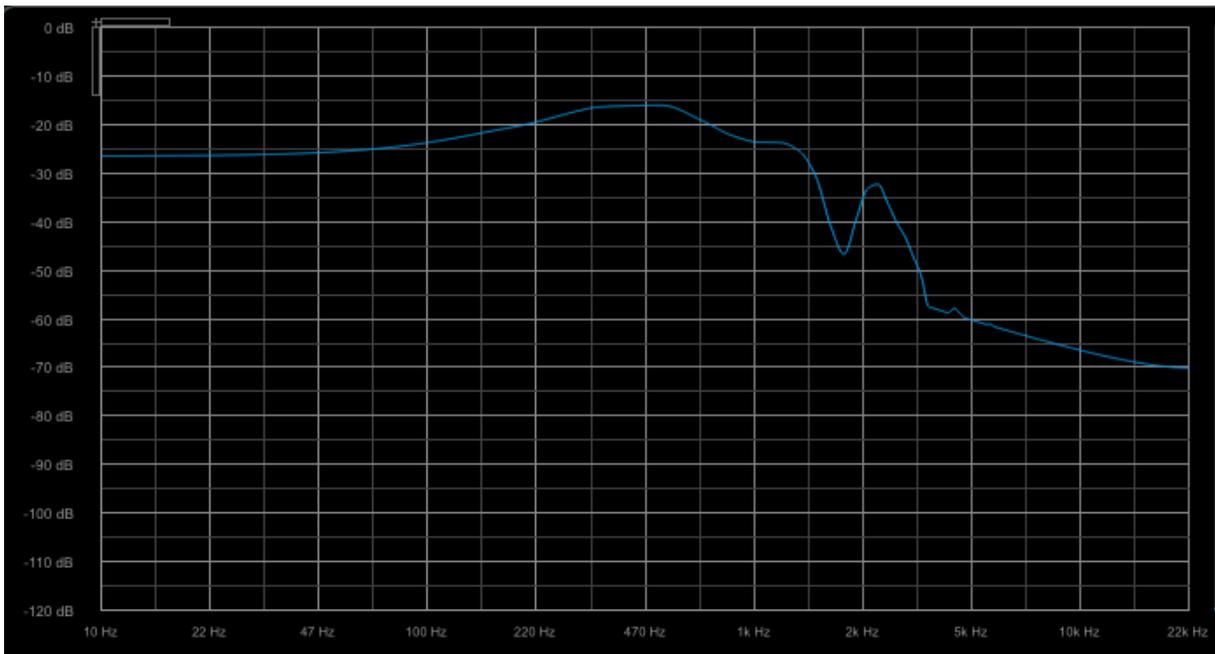


Abb.18: Spektraldarstellung der schwingenden A-Saite mit dem Plektrum angeschlagen

Audio-CD: Track 6

9.4 Humbucker in Stegposition

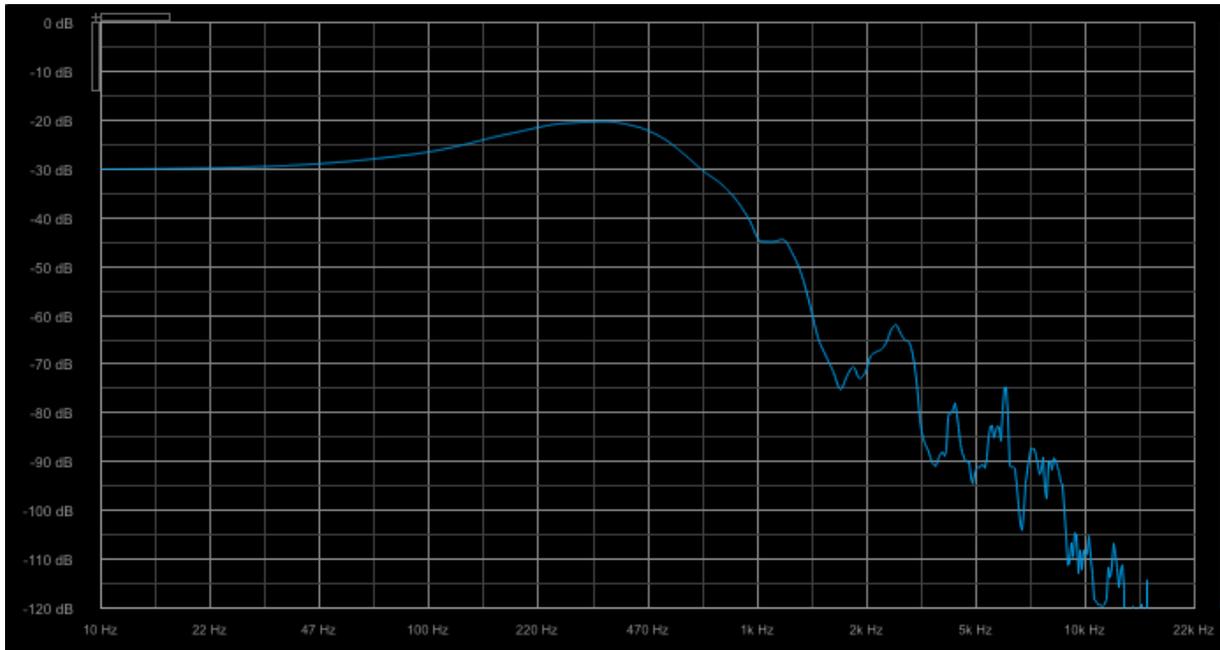


Abb.19: Spektraldarstellung der schwingenden A-Saite mit dem Daumen angeschlagen

Audio-CD: Track 7

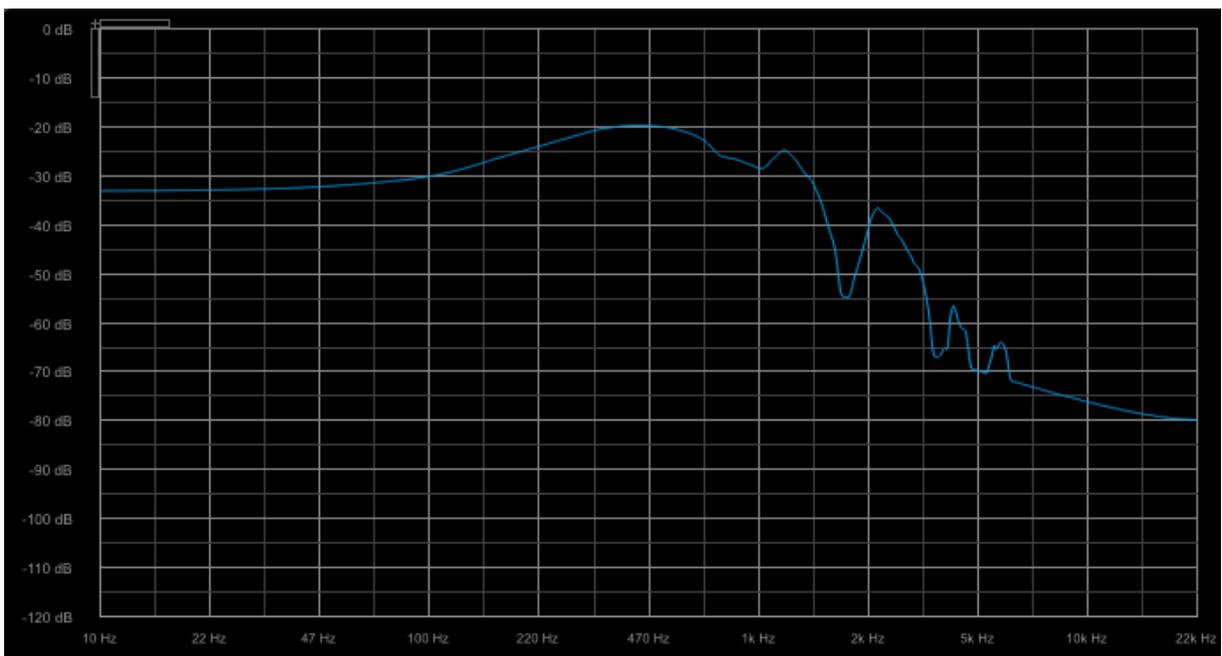


Abb.20: Spektraldarstellung der schwingenden A-Saite mit dem Plektrum angeschlagen

Audio-CD: Track 8

9.5 Auswertung der Tonabnehmer-Klangbeispiele

Die spektralen Darstellungen der verschiedenen Klangbeispiele zeigen Unterschiede in den Frequenzverteilungen. Es ist erkennbar, dass beim Saitenanschlag mit dem Plektrum höhere Frequenzen stärker vorhanden sind. Insbesondere der Frequenzbereich zwischen 2kHz und 5kHz. Der Abfall von höheren Frequenzen ist beim Plektrumanschlag deutlich steiler. Bei der mit dem Daumen angeschlagenen Saite, fallen die höheren Frequenzen hingegen kontinuierlicher ab. Aber auch der Mittenbereich ist unterschiedlich stark ausgeprägt. Während in Abbildung 13 der Frequenzverlauf im Mittenbereich bereits ab etwa 400Hz beginnt abzufallen, ist in Abbildung 14 noch deutlich mehr Energie in diesem Bereich dargestellt. Der Frequenzabfall beginnt dort erst ab etwa 1kHz.

Vergleicht man Hals- und Stegposition der Tonabnehmer miteinander ist ähnliches feststellbar. Insbesondere bei den Abbildungen 18 und 20 ist erkennbar, dass der Tonabnehmer in der Stegposition bei etwa 3kHz und 6 kHz noch mal Frequenzspitzen aufweist, während in der Halsposition dieser Frequenzbereich abfällt.

Im Vergleich zwischen Singlecoil und Humbucker ist festzustellen, dass hier die Resonanzüberhöhung an verschiedenen Bereichen liegt. Weist der Singlecoil in Stegposition (Abb.16) beim Plektrumanschlag etwa eine Überhöhung bei ca. 3kHz auf, so liegt diese beim Humbucker in Stegposition (Abb.20) deutlich tiefer bei etwas über 2 kHz. In allen Beispielen ist erkennbar, dass die Resonanzüberhöhung bei den Humbuckern tiefer liegt als bei den Singlecoils. Dies wird in Abschnitt 8.4.1 durch die höhere Induktivität der Humbucker erklärt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass ein Plektrum einen größeren Anteil höherer Frequenzen hervorbringt als der Anschlag mit den Fingern. Bedingt durch die höhere Resonanzfrequenz gilt das gleiche für Singlecoils, die deutlich mehr Energie im oberen Spektrum aufweisen als Humbucker. In Abschnitt 6.6 wurde der Klangunterschied zwischen Tonabnehmerpositionen bereits behandelt. Hier zeigt sich deutlich, dass in der Halsposition weniger Oberschwingungen übertragen werden.

10. Der Versuchsablauf

In Kapitel 9 wurden bereits grundsätzliche klangliche Unterschiede von Tonabnehmern und deren Positionen dargestellt. Um zu ermitteln, wie welche Tonabnehmer und welche Tonabnehmerpositionen bei unterschiedlichen Anschlagstechniken klingen, wurde ein Hörvergleich durchgeführt. Dabei soll die Eignung von Tonabnehmern und Tonabnehmerpositionen für bestimmte Anschlagstechniken durch die Wahrnehmung der Zuhörer bestimmt werden.

Zum Vergleich wurden Singlecoil- und Humbucker-Tonabnehmer herangezogen, die in Hals- und in Stegposition aufgenommen wurden. Aufgenommen wurden die Hörbeispiele im Reampingverfahren. Das bedeutet, dass zunächst nur die reinen Gitarrensiknale aufgenommen wurden, ohne dass ein Verstärker oder Mikrofon in der Signalkette war. Da der Gitarrenverstärker aber ein wesentlicher Bestandteil der E-Gitarre ist und auch eine Wechselwirkung mit den Tonabnehmern produziert¹¹¹, wurden die aufgenommenen direkten Gitarrensiknale durch einen Gitarrenverstärker geschickt. Dieser wurde wiederum mit einem Mikrofon aufgenommen. So sind Hörbeispiele entstanden, die einer realen klanglichen Spielsituation entsprechen.

Um möglichst viele Probanden für den Hörvergleich zu erreichen, wurde dieser online durchgeführt. Die Hörbeispiele standen dabei den Teilnehmern als Onlinestream zur Verfügung. Die Audio-Daten wurden dabei über die Plattform „Soundcloud“ gestreamt. Hochgeladen wurden mono Wave-Dateien (44,1kHz/24Bit), die dabei durch „Soundcloud“ verlustbehaftet komprimiert wurden. Das Ergebnis reicht dennoch aus, um die klanglichen Unterschiede deutlich hörbar und damit beurteilbar zu machen. Zu den Hörbeispielen wurde ein Fragenkatalog in Form einer Online-Umfrage erstellt. In diesem wurde das subjektive Klangempfinden der Probanden erfragt.

¹¹¹ siehe Abschnitt 8.4.1

11. Das Versuchsequipment

Im folgenden Kapitel wird das für die Hörbeispiele verwendete Equipment erläutert. Abgesehen von den Gitarren, wurden für alle Hörbeispiele das selbe Equipment verwendet.

11.1 Die Gitarren

Um die klanglichen Unterschiede der Gitarren so weit wie möglich zu reduzieren, wurden für die Aufnahmen der Hörbeispiele baugleiche Instrumente des gleichen Herstellers verwendet. Bei den Gitarren, die zum Einsatz kamen, handelt es sich um eine Gibson SG Special Ebony und eine Gibson SG Special 3SC Ebony. Die SG Special ist mit zwei Humbuckern ausgestattet, die sich in Hals- und Stegposition befinden. Die SG Special 3SC hat 3 Singlecoils verbaut, wobei für die Hörbeispiele lediglich die Tonabnehmer in Hals- und Stegposition verwendet wurden. Sowohl Korpus als auch der eingeleimte Hals sind bei beiden Gitarren komplett aus Mahagoni. Das Griffbrett besteht aus Palisander. Bei der Lackierung handelt es sich um einen Nitrolack, der besonders stark aushärtet. Sowohl Korpus als auch Gitarrenhals sind mit diesem Nitrolack in der Farbe „ebony“ lackiert. Der einzige Unterschied der Gitarren, abgesehen von den Tonabnehmern, besteht im Sattel. Dieser wurde bei der mit Humbuckern bestückten SG durch einen Graphitsattel ersetzt. Graphit lässt die Saite besser über den Sattel gleiten, wodurch eine bessere Stimmstabilität erreicht wird. Bei der SG 3SC ist der originale Plastiksattel verbaut. Da der klangliche Unterschied zwischen den Tonabnehmern der beiden Gitarren aber deutlich überwiegt, können die unterschiedlichen Sattel in Bezug auf den Klang vernachlässigt werden.



Abb.21: „Gibson SG Special 3SC“ mit drei Singlecoils (links), „Gibson SG Special“ mit zwei Humbuckern

11.2 Verstärker und Gitarrenzubehör

Auf beiden Gitarren wurden vor den Aufnahmen neue Saiten in der Stärke 10-47 von der Firma D'Addario aufgezogen. Die hohe E-Saite hat dabei einen Durchmesser von 0,1“, während die tiefe E-Saite einen Durchmesser von 0,47“ hat. Je nach Hörbeispiel wurden die Gitarren auf E-Standard Stimmung oder auf Drop-D gestimmt. Bei der Drop-D Stimmung wird die tiefe E-Saite (ca. 82Hz) einen Ganzton nach unten auf D (ca. 73Hz) gestimmt. Für die Beispiele mit Plektrum kam ein 1mm dickes Plektrum der Firma „Pickboy“ zum Einsatz, welches aus einem Gemisch aus Nylon und Carbon besteht. Dadurch gibt das Plektrum kaum nach und ermöglicht so einen sehr harten und präzisen Anschlag.

Als Instrumentenkabel wurde ein 3m langes Cordial CGK 175 mit einem Durchmesser von 0,75mm und Neutrik Klinkensteckern verwendet. Die Kapazität des Kabels ist mit ca. 88pF/m relativ gering. In Verbindung mit den sehr hochohmigen Tonabnehmern ist die Grenzfrequenz für den Tiefpass des Kabels ausreichend hoch.

Die cleanen Klangbeispiele wurden mit einem „Orange Overdrive“ Gitarrenverstärker aufgenommen, der an einer ENGL 4x12“ Gitarrenbox angeschlossen war. Die Gitarrenbox hat ein geschlossenes Gehäuse und ist mit vier 12“ großen Celestion V60 Lautsprechern ausgestattet. Bei der Aufnahme wurde nur einer der Lautsprecher mikrofoniert.



Abb.22: Verstärker (oben) und mikrofonierter Lautsprecher für die cleanen Klangbeispiele

Um den Einfluss des mikrofonierten Gitarrenverstärkers auf den Frequenzgang der Signalkette sichtbar zu machen, wurde „Rosa Rauschen“ aufgenommen. Dabei handelt es sich um ein Rauschsignal, bei dem der Frequenzgang umgekehrt proportional zur Frequenz verläuft. Mit jeder Frequenzverdopplung (Oktave) halbiert sich die Leistung des Rauschens (-3dB). Aus diesem Grund wird es auch als $1/f$ Rauschen bezeichnet. (Abb. 23)

Das Rauschsignal wurde durch die selbe Signalkette wie die cleanen Gitarrensигnale geschickt, sodass alle beeinflussenden Geräte mit einbezogen sind. Abbildung 24 zeigt die Aufnahme von Rosa Rauschen durch den oben beschriebenen Gitarrenverstärker mit einem Shure SM57. Weitere Komponenten der Signalkette werden in Abschnitt 11.3 erläutert.

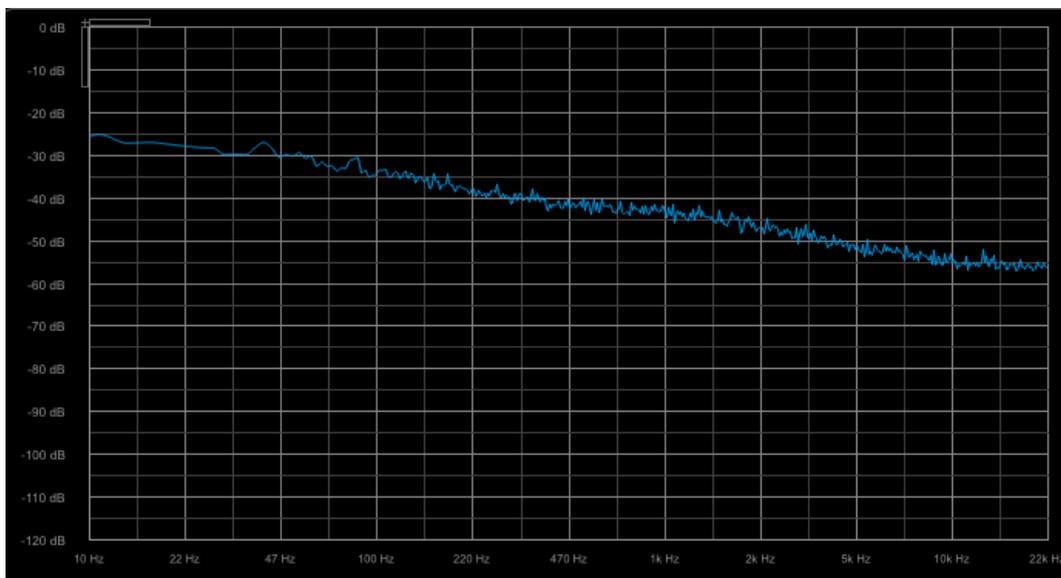


Abb.23: Frequenzverlauf von „Rosa Rauschen“ (Audio-CD: Track 9)

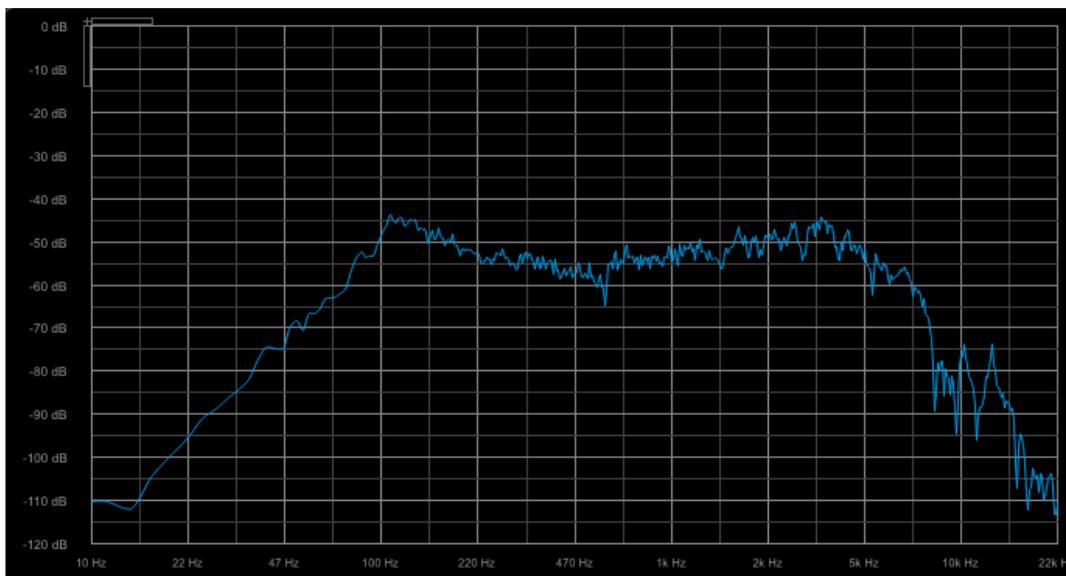


Abb.24: Rosa Rauschen: Signalkette für unverzerrte Beispiele (Audio-CD: Track 10)

Deutlich zu sehen in Abbildung 24 ist die Bandpasswirkung der Signalkette. Im Bereich unter 100Hz fällt der Pegel deutlich ab. Bei etwa 110Hz liegt das Frequenzmaximum. Ab etwa 5kHz fällt der Pegel ebenfalls deutlich ab. Dieser Abfall ist im Besonderen auf das Lautsprecherchassis zurückzuführen. Spezielle Gitarrenlautsprecher weisen häufig solch einen Frequenzgang auf. Der mittlere Frequenzbereich ist hier leicht abgesenkt, wobei das Frequenzminimum bei ca. 500Hz liegt

Der Frequenzverlauf ergibt sich aber auch durch die Eigenschaften und Einstellungen des Gitarrenverstärkers, dem Einfluss der Gitarrenbox, sowie durch die Position des Mikrofons.

Die verzerrten Klangbeispiele wurden mit einem „Mesa Boogie Dual Rectifier Rackmount“ Verstärker aufgenommen, der an eine ENGL PRO 4x12 Gitarrenbox angeschlossen war. Diese Box ist ebenfalls geschlossen, ist allerdings mit vier jeweils 12“ großen Celestion V30 Lautsprechern ausgestattet. Bei beiden Verstärkern handelt es sich um Vollröhrenverstärker. Sowohl Vor- als auch Endstufe sind mit Elektronenröhren aufgebaut. Mikrofoniert wurde auch hier nur einer der Lautsprecher.



Abb.25: Verstärker und mikrofonierter Lautsprecher für die verzerrten Klangbeispiele

Abbildung 26 zeigt den Frequenzverlauf von Rosa Rauschen durch den Mesa Boogie Gitarrenverstärker und eine ENGL 4x12 Pro, die ebenfalls mit einem Shure SM57 mikrofoniert wurde.

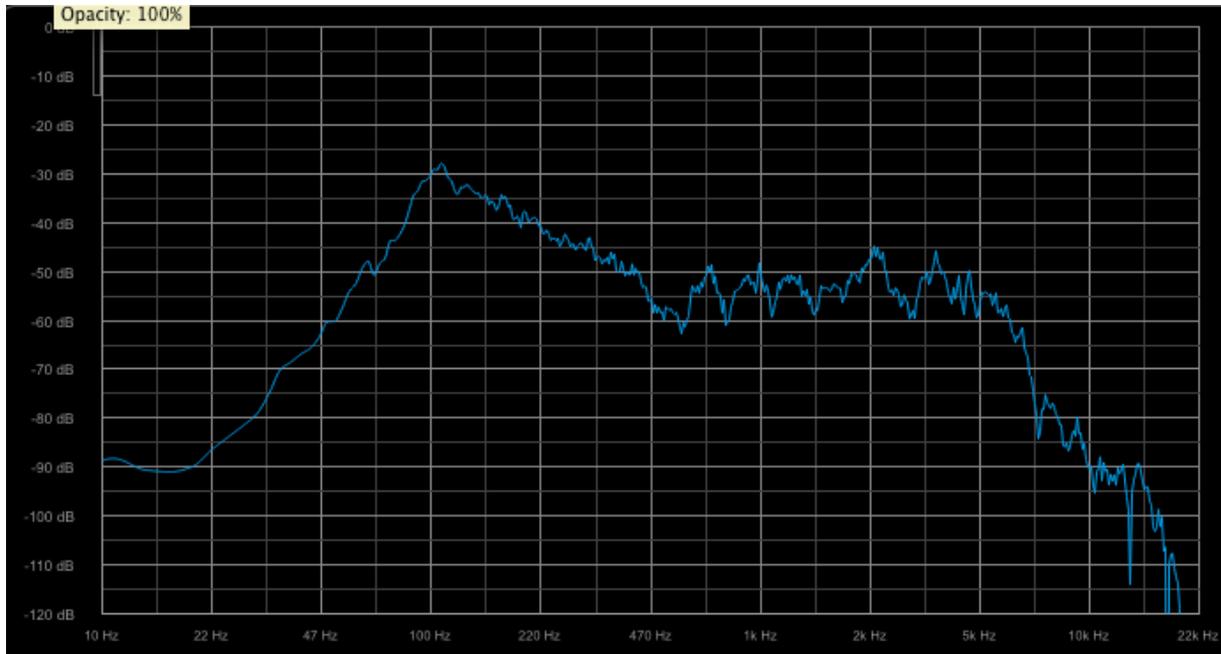


Abb.26: Rosa Rauschen: Signalkette für verzerrte Beispiele (Audio-CD: Track 11)

Auch hier ist der bandpassartige Frequenzverlauf zu sehen. Unter 100Hz und über 5kHz fällt der Frequenzverlauf deutlich ab. Das Maximum und Minimum liegt hier mit 110Hz und 500Hz ebenfalls ähnlich. Allerdings ist hier der Bass und Tiefmittenbereich zwischen 100 und 400Hz deutlich betont. Da der Verstärker hier verzerrt aufgenommen wurde, ist ein deutlich ungleichmäßigerer Frequenzverlauf zu erkennen. Insbesondere zwischen 500Hz und 5kHz sind deutliche Schwankungen dargestellt.

11.3 Das Aufnahmeequipment

Beide Gitarren wurden mit dem selben Equipment aufgenommen. Das direkte Gitarrensinal wurde über eine aktive „Countryman Type 85“ DI-Box aufgenommen. Diese ist für die Aufnahme notwendig, da durch das hochohmige Gitarrensinal die in der Audiotechnik übliche Überanpassung mit dem folgenden Mikrofonvorverstärker sonst nicht gegeben wäre. Die DI-Box wandelt das hochohmige Instrumentensinal aus dem Tonabnehmer in ein niederohmiges Sinal um und reduziert den Pegel auf Mikrofonpegel. Außerdem findet eine Symmetrierung des Signals statt. Da es sich um eine aktive DI-Box handelt, ist eine

Versorgungsspannung notwendig. Diese wurde durch die 48V Phantomspeisung von einem Mikrofonvorverstärker zur Verfügung gestellt.

Das RME Fireface 400 diente bei der Aufnahme als Mikrofonvorverstärker, als AD-Wandler und als Interface zum Computer. Angeschlossen wurde das Fireface über Firewire an ein MacBookPro, auf dem ProTools 10 als Aufnahmesoftware verwendet wurde. Alle Aufnahmen wurden mit einer Samplerate von 44,1kHz und einer Auflösung von 24Bit durchgeführt. Dieses Equipment wurde für sämtliche Aufnahmen der Hörbeispiele verwendet.

Das folgende Equipment kam bei der Aufnahme für die Hörbeispiele der Online-Umfrage zum Einsatz. Um das aufgenommene Gitarrensinal erneut durch den Gitarrenverstärker aufzunehmen (engl.: reamping), kam das Fireface als DA-Wandler zum Einsatz. Von dort wurde das aufgenommene Gitarrensinal als symmetrisches Line-Signal in die „Radial Pro RMP“ Reamping-Box geschickt. Das Signal wurde dann von der Reamping-Box über ein 3m Instrumentenkabel zum Verstärker geführt. Die Reamping-Box arbeitet dabei als umgedrehte DI-Box. Ein symmetrisches niederohmiges Signal mit Line-Pegel wird mit Hilfe der Reamping-Box in ein hochohmiges unsymmetrisches Instrumentensignal gewandelt.

Für alle Aufnahmen der Lautsprecher wurde das dynamische Mikrofon Shure SM 57 verwendet.



Abb.27: Shure SM57 vor 12“ Celestion V60 Lautsprecher in einer ENGL 4x12“

In Abbildung 27 ist der mikrofonierte Lautsprecher für die Aufnahme der cleanen Beispiele dargestellt. Dabei wurde das Mikrofon senkrecht auf den Übergang zwischen Kallotte und restlicher Membran ausgerichtet.

12. Der Hörvergleich

Wie bereits in Kapitel 10 erläutert, ergeben sich aus den verschiedenen Tonabnehmern und Tonabnehmerpositionen vier verschieden klingende Hörbeispiele pro Anschlagtechnik. Damit die Teilnehmer nicht wissen was sie hören, wurden alle Beispiele durchnummeriert und für die Zuordnung von Tonabnehmer und Tonabnehmerposition mit Buchstaben gekennzeichnet. Die Buchstaben stehen für folgende Klangvarianten:

A: Singlecoil in Halsposition

B: Humbucker in Halsposition

C: Singlecoil in Stegposition

D: Humbucker in Stegposition

Sechs verschiedene Spielweisen wurden aufgenommen. Die ersten vier Beispiele sind dabei clean, während die letzten beiden verzerrt aufgenommen wurden. Bei Beispiel 1 handelt es sich um Akkorde die mit Fingerpicking im Jazz-Stil gezupft werden. Beispiel 2 ist ebenfalls mit den Fingern gezupft, wobei hier Einzeltöne nacheinander gespielt werden. In Beispiel 3 werden Akkorde mit dem Plektrum angeschlagen, während in Beispiel 4 eine Melodie aus Einzeltönen mit dem Plektrum zu hören ist.

Für Beispiel 5 und 6 wurde der Gitarrenverstärker übersteuert um einen verzerrten Klang zu erreichen. In Beispiel 5 sind dabei rhythmisch akzentuierte und zum Teil abgestoppte Akkorde zu hören. In Beispiel 6 wurden Akkorde offen, also ganz ohne Abstoppen gespielt. Da musikalisch sechs verschiedene Beispiele mit jeweils 4 verschiedenen Klangvarianten aufgenommen wurden, ergibt sich eine Gesamtanzahl der Hörbeispiele von 24. Diese Beispiele sollen häufige und dabei verschiedene Anschlagstechniken repräsentieren. Inwieweit für diese Anschlagstechniken bestimmte Tonabnehmer oder eine Tonabnehmerposition anderen Beispielen vorgezogen wird, soll der folgende Hörvergleich aufzeigen.

13. Auswertung der Hörvergleiche

Zu jedem der 24 Hörbeispiele wurden den Probanden jeweils zwei Fragen gestellt und verschiedene Antwortmöglichkeiten vorgegeben:

1. Beispiel xy klingt...

- eher gut
- mittelmäßig
- eher nicht so gut
- passend zur Musik
- weniger passend zur Musik

2. Beispiel xy gefällt mir...

- am besten (Platz 1)
- Platz 2
- Platz 3
- am wenigsten (Platz 4)
- Ich kann mich nicht entscheiden
- Ich höre keine Unterschiede

Durch Frage eins soll geklärt werden, inwieweit die Probanden bestimmte Klänge als passend zur Musik empfinden. In der zweiten Frage wird das subjektive Klangempfinden erfragt.

Es haben insgesamt 61 Personen an dem Online-Hörvergleich teilgenommen. Dabei sind mit 42 Teilnehmern über zwei Drittel männlich (69%), während mit 31% (19 Teilnehmerinnen) ein knappes Drittel weiblich ist. Das Alter der Teilnehmer liegt zwischen 18 und 40, wobei 50 Personen davon im Alter zwischen 20 und 30 sind. 15% gaben an, beruflich mit Musik und/oder Tontechnik zu tun zu haben. 60% der Teilnehmer betreiben Musik und/oder Tontechnik als Hobby. Die verbleibenden 25% der Teilnehmer haben weder mit Musik noch mit Tontechnik intensiveren Kontakt. 39% der Befragten spielen selber E-Gitarre.

10% der Probanden hörten die Hörbeispiele über professionelle Audiomonitore ab, wohingegen 26% die Hörbeispiele über PC- und Laptoplautsprecher beurteilten. Immerhin 18% nutzten eine HiFi-Anlage. Mit 38% hörte die Mehrheit der Probanden die Beispiele über Kopfhörer, wobei 28% davon ohraufliegende oder ohrumschließende Kopfhörer nutzten und 10% auf Inear-Kopfhörer zurückgriffen.

13.1 Hörbeispiel 1 (Audio-CD: Track 12-15)

Im ersten Beispiel sind gezupfte Akkorde zu hören. Mit 49% gab fast die Hälfte der Teilnehmer an, dass ihnen der Singlecoil in Halsposition am besten gefalle (1A). 28% bevorzugten den Humbucker in Halsposition (1B). Immerhin 18% empfanden den Humbucker in Stegposition am besten (1D). Am schlechtesten schnitt dabei der Singlecoil in Stegposition (1C) ab. Dieser wurde nur von lediglich 5% auf Platz 1 gewählt. Weitere 5% konnten sich jeweils nicht für eine Variante entscheiden oder hörten keine Unterschiede.

Diese Ergebnisse decken sich mit denen der ersten Frage. Als besonders passend zur Musik wurden entsprechend der Singlecoil in Halsposition (1A) mit 36% der Stimmen gewählt. Keiner der Probanden (0%) empfand diesen Klang als „weniger passend zur Musik“.

13.2 Hörbeispiel 2 (Audio-CD: Track 16-19)

In diesem Beispiel sind gezupfte Einzeltöne zu hören. Hier fällt die Reihenfolge der subjektiv bevorzugten Varianten ebenso aus wie in Beispiel 1. Die Variante mit Singlecoil in Halsposition (2A) hat über der Hälfte der Probanden (52%) am meisten zugesagt. Immerhin 39% hat der Humbucker in Halsposition (2B) am besten gefallen. Den Humbucker in Stegposition (2D) fanden 7% am besten und nur 2% wählten den Singlecoil in Stegposition (2C) auf Platz 1. Etwa 11% gaben an, keine Unterschiede zu hören oder sich nicht entscheiden zu können.

Die bevorzugten Beispiele wurden hier ebenfalls als besonders passend empfunden. 34% gaben an, den Singlecoil in Halsposition als zur Musik passend zu empfinden. Nur 1% gab an, dieser Klang sei „weniger passend zur Musik“.

13.3 Hörbeispiel 3 (Audio-CD: Track 20-23)

In Beispiel 3 wurden Akkorde mit dem Plektrum gespielt. Auch hier entschied sich mit 64% eine deutliche Mehrheit, die Variante mit Singlecoil in Halsposition auf Platz 1 zu wählen. 33% gefiel der Humbucker in Halsposition am besten. Den Klang von Singlecoil in Stegposition bevorzugten 5%, während der Humbucker in Stegposition nur von einer einzigen Person auf Platz 1 gewählt wurde. Bei diesen vier Varianten gaben etwa 7% an, keinen Unterschied zu hören oder sich nicht entscheiden zu können.

Mit 27% fanden die meisten Probanden den Halstonabnehmer in Halsposition (3A) als passend zur Musik. 23% gaben dies für den Humbucker in Halsposition an (3B).

13.4 Hörbeispiel 4 (Audio-CD: Track 24-27)

Im Gegensatz zu den vorherigen Beispielen, fällt hier die Entscheidung der Probanden weniger eindeutig aus. Zu hören war eine mit dem Plektrum gespielte Melodie aus Einzeltönen. 36% hat der Klang des Humbuckers in Halsposition (4B) am besten gefallen, während nur knapp darunter 34% den Singlecoil in Halsposition (4A) bevorzugten. 10% empfanden den Humbucker in Stegposition (4D) am besten. Lediglich 5% entschieden sich für den Singlecoil in Stegposition (4C). Bei diesem Beispiel hatten die Probanden allerdings auch die größten Entscheidungsschwierigkeiten. Etwa 20% konnten sich bei den Beispielen jeweils nicht entscheiden oder hörten keine Unterschiede.

Bei jedem Beispiel gaben zwischen 22% und 29% der Befragten an, den Klang jeweils als zur Musik passend zu empfinden.

13.5 Hörbeispiel 5 (Audio-CD: Track 28-31)

In Beispiel 5 wurde die Gitarre mit verzerrten und akzentuierten Akkorden aufgenommen. Die Favoriten der Probanden unterscheiden sich hier erheblich im Vergleich zu den unverzerrten Beispielen. Mit 46% der Teilnehmer, empfand fast die Hälfte der Teilnehmer den Humbucker in Stegposition (5D) für dieses Beispiel am ehesten geeignet. Hingegen gefiel einem guten Drittel (34%) der Singlecoil in Stegposition (5C) am besten. Der bei den anderen Beispielen beliebte Singlecoil in Halsposition (5A) fand nur bei 13% der Teilnehmer Zuspruch. Lediglich 3% entschieden sich für den Humbucker in Halsposition (5B).

Als zur Musik passend wurden beide Tonabnehmer in Stegposition empfunden. Der Singlecoil (5C) erhielt dabei 28% und der Humbucker (5D) 29% der Stimmen.

13.6 Hörbeispiel 6 (Audio-CD: Track 32-35)

Das eindeutigste Ergebnis liegt beim sechsten und letzten Beispiel vor. Hier gaben 61% der Probanden an, dass ihnen der Singlecoil in Stegposition (6C) am besten gefiele. Mit deutlichem Abstand wählten 16% den Humbucker in Stegposition (6D) auf Platz eins. Der

Humbucker in Halsposition (6B) fand mit 3% noch weniger Zuspruch als der Singlecoil in Halsposition (6A), der 8% der Teilnehmer am besten gefiel.

Als passend zur Musik empfanden die meisten Teilnehmer mit 25% den Singlecoil in Stegposition (6C). Immerhin 21% gaben an, den Humbucker in Stegposition (6D) sei passend zur Musik.

13.7 Zusammenfassung der Auswertung

Bei allen Hörbeispielen deckt sich die Platzierung der Klangvarianten mit der Angabe, ob der Klang als zur Musik passend empfunden wurde.

Bei den unverzerrten Beispielen wurde, bis auf eine Ausnahme, immer eindeutig der Singlecoil in Halsposition von der Mehrheit bevorzugt. Lediglich bei Beispiel 4, bei dem mit dem Plektrum eine Melodie aus Einzeltönen gespielt wurde, erhielten Humbucker und Singlecoil in Halsposition nahezu die gleiche Anzahl an Stimmen. Am schlechtesten schnitt bei den unverzerrten Beispielen fast immer der Singlecoil in Stegposition ab.

Hervorzuheben ist, dass der Unterschied in den Positionen der Tonabnehmer für die Teilnehmer einen größeren Unterschied macht, als die Art des Tonabnehmers. Dies ist daran zu erkennen, dass sich die Wertungen zwischen den Tonabnehmerpositionen sehr deutlich unterscheiden. Im Vergleich dazu, liegen die prozentualen Unterschiede der bevorzugten Tonabnehmer näher beieinander. Dies unterstützt die unter Abschnitt 6.6 gemachten Aussagen zum Einfluss der Position eines Tonabnehmers auf den Klang. Wie in diesem Abschnitt beschrieben, ist in Stegnähe ein „heller“ oder „spitzer“ Klang zu erwarten, während der Klang in Halsposition eher „dunkel“ oder „warm“ ist. Dies wurde von den meisten Probanden für die unverzerrten Beispiele bevorzugt. Zu berücksichtigen ist, dass alle Beispiele verhältnismäßig gleichmäßig gespielt sind. Die Dynamik ist also eher als gering zu sehen. Bei größerer Dynamik und stärkerem Anschlag, werden mehr Obertöne hörbar. Ob hier die Entscheidungen der Probanden anders ausfallen würden, bleibt offen und wäre zu prüfen.

Die Wahl zwischen den verschiedenen Tonabnehmern lag bei dieser Umfrage näher beieinander als die Wahl der Position. Dennoch unterschieden sich die Meinungen auch hier um ca. 30% unterschieden. Durch eine andere Einstellung am Verstärker oder eine andere Mikrofonposition, ließen sich diese Unterschiede zwischen den Tonabnehmern evtl.

ausgleichen. Dies stellt auch einen Schwachpunkt dieser Umfrage dar. Da allerdings die klanglichen Unterschiede der Tonabnehmer herausgearbeitet werden sollten, waren gleiche Aufnahmebedingungen für alle Beispiele unverzichtbar.

Der Einfluss des musikalischen Materials zeigt sich durch diesen Hörvergleich als eher gering, da bei den unverzerrten Beispielen sich mit dem Singlecoil in Halsposition an klarer Favorit der Probanden herausstellt. Für unverzerrte Klänge wurde eindeutig die Halsposition von der Mehrheit bevorzugt. Auch wenn der Unterschied hier geringer ausfiel, wurde der Singlecoil dem Humbucker ebenfalls vorgezogen.

Bei den verzerrten Beispielen verhält es sich etwas anders. Hier wurde von der Mehrheit die Stegposition der Tonabnehmer als „besser“ empfunden. Der Singlecoil in Halsposition war dabei der am wenigsten bevorzugte. Wie in dieser Arbeit bereits erläutert, sind höhere Frequenzbereiche in der Stegposition deutlicher ausgeprägt. In Verbindung mit einem verzerrten Klang kann das zu einem klareren Klangbild führen und wurde von den Probanden hier bevorzugt.

Für das erste verzerrte Beispiel wurde der Humbucker bevorzugt. Da hier, wie in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben, die Resonanzfrequenz tiefer liegt als bei Singlecoils, ist ein entsprechend „vollerer“ Klang zu erwarten. In Verbindung mit der „heller“ klingenden Stegposition schafft dies ein ausgewogeneres Klangbild.

Da der Verstärker bereits verzerrt, könnte eine zu hohe Resonanzfrequenzen zu einem schrillen und unangenehmen Klang führen. Dennoch hat sich die Mehrheit beim letzten Beispiel für den Singlecoil entschieden. Hier gilt es die unterschiedlichen Ausgangspegel der Tonabnehmer zu berücksichtigen, die sich Bauartbedingt ergeben.¹¹² Durch den höheren Ausgangspegel der Humbucker verzerrt der Gitarrenverstärker noch früher und dadurch deutlich mehr. Viel Verzerrung hat ein undurchsichtiges Klangbild zur Folge. Dies ist eine spekulative Erklärung für die geringe Stimmzahl für den Humbucker in Stegposition. Korrekterweise hätte der Grad der Verzerrung am Verstärker ausgeglichen werden müssen. Allerdings wäre dies ein Eingriff, der die Vergleichbarkeit der Tonabnehmer wieder beeinträchtigen würde.

¹¹² siehe Abschnitt 8.3

Bei den verzerrten Beispielen war das musikalische Material deutlich entscheidender. Obwohl nur der Tonabnehmer gewechselt wurde, hat sich die Mehrheit der Teilnehmer jeweils abhängig von der Spielweise für einen anderen Tonabnehmer entschieden. Die Spielweise bestimmt beim verzerrten Klang sehr deutlich die Wahrnehmung.

Im Verlauf des Hörvergleichs hat sich gezeigt, dass die Anschlagtechnik und die Spielweise bei unverzerrten Klangbeispielen nur wenig Einfluss auf das Klangempfinden der Probanden hatte. Die Probanden entschieden sich durchgehend für die Halsposition. Mit einer Ausnahme, wurde immer der Singlecoil bevorzugt. Alle unverzerrten Beispiele wurden mit verschiedenen Anschlagtechniken und musikalischen Spielweisen aufgenommen.

Die verzerrten Beispiele ergaben einen deutlicheren Einfluss der Spielweise auf die bevorzugte Wahl der Probanden von Tonabnehmer und Tonabnehmerposition. Der mehrheitliche Favorit unterschied sich hier zwischen Singlecoil und Humbucker. In beiden Beispielen wurde jedoch jeweils die Stegposition bevorzugt.

Klang ist immer subjektiv. Dennoch waren die Ergebnisse der Hörvergleiche prozentual eindeutig. Eine Mehrheit hat dabei jeweils eine bevorzugte Wahl getroffen. Dies war zum Teil eine Mehrheit von über der Hälfte.

Da sich bei allen Hörbeispielen eine klare Mehrheit für jeweils ein Beispiel gebildet hat, kann davon ausgegangen werden, dass die unterschiedlichen Abhörbedingungen der Teilnehmer zu vernachlässigen sind.

Offen bleibt die Frage, wie sich unterschiedliche Dynamikstufen im Spiel auf den Klang und damit auf die Wahrnehmung der Teilnehmer auswirken. Des Weiteren wäre bei verzerrten Klangbeispielen zu klären, wie sich die Wahrnehmung der Zuhörer bei verschiedenen starker Verzerrung verhält.

14. Fazit

In dieser Arbeit wurden elektromagnetische Tonabnehmer für elektrische Gitarren verglichen. Insbesondere sollte herausgearbeitet werden, inwieweit die Anschlagtechnik für die Wahl des Tonabnehmers und dessen Position entscheidend sein kann. Dieser Frage wurde im zweiten Teil der Arbeit mit einem subjektiven Hörvergleich nachgegangen.

Zunächst wurden Aufbau und Funktionsweise der Elektrogitarre erläutert. Außerdem wurde ein Überblick über den Aufbau von Tönen gegeben und auf die klangbeeinflussenden Parameter der Gitarre eingegangen. Im Besonderen wurde die Funktionsweise von elektromagnetischen Tonabnehmern beleuchtet um Rückschlüsse auf den Klang ziehen zu können. Durch Spektraldarstellungen wurden Unterschiede visualisiert und die vorherigen Informationen damit überprüft.

Auch wenn die Eignung eines bestimmten Tonabnehmers oder seiner Position subjektiv vom Spieler entschieden wird, brachte die Wahrnehmung der Zuhörer sehr eindeutige Ergebnisse hervor. So kann auf Grundlage des durchgeführten Hörvergleichs der Schluss gezogen werden, dass für unverzerrte Klänge in den meisten Fällen die Halsposition von den Zuhörern bevorzugt wird.

Die Stegposition wurde hingegen bei verzerrten Klängen bevorzugt. Die Wahl zwischen Singlecoil und Humbucker viel weniger eindeutig aus und hängt besonders vom Klangeinfluss des Verstärkers und des musikalischen Materials ab. Der Grad der Verzerrung spielt für die Entscheidung ebenfalls eine große Rolle.

Auch wenn Klang immer eine subjektive Wahrnehmung ist, hat sich bei verschiedenen Spielweisen eine mehrheitliche Tendenz gebildet. Die Entscheidung der Probanden hat gezeigt, dass verschiedene Tonabnehmer und Tonabnehmerpositionen ihr jeweiligen bevorzugten Anwendungen finden.

15. Literaturverzeichnis

Day, P., Rebellius, H., Waldenmaier, A. (2007). E-Gitarren: Alles über Konstruktion und Historie (2. aktualisierte Auflage). München. GC Carstensen Verlag

Lemme, H. (1987). Elektrogitarren: Gitarrenelektronik Teil 1 (7. Auflage). Stuttgart. Frech Verlag

Lemme, H. (2006). Elektrogitarren: Technik und Sound (neue überarbeitete Auflage). Aachen. Elektor Verlag

Schneider, M. (2011). Guitar Service Manual (2. aktualisierte Auflage). Bergkirchen. PPV Medien GmbH

Zollner, M. (2009). Physik der Elektrogitarre (Vorveröffentlichung). Regensburg

Dickreiter, M., (1997). Handbuch der Tonstudioteknik Band 1 (6. verbesserte Auflage). München. K.G. Saur Verlag

Friesecke, A., (2007). Die Audio-Enzyklopädie: Ein Nachschlagewerk für Tontechniker. München. K.G. Saur Verlag

Smyrek, V., (2009). Tontechnik für Veranstaltungstechniker in Ausbildung und Praxis. Stuttgart. Hirzel Verlag

Görne, T. (2008). Tontechnik (2. aktualisierte Auflage). München. Carl Hanser Verlag

Webers, J. (2007). Handbuch der Tonstudioteknik für Film, Funk und Fernsehen. Poing. Franzis Verlag

Henle, H. (2001). Das Tonstudio Handbuch (5. komplett überarbeitete Auflage). München. CG Carstensen Verlag

16. Onlinequellen

1. <http://de.wikipedia.org/wiki/Schwingkreis> (02.05.2013)

17. Abbildungsverzeichnis

Abb.1: http://en.wikipedia.org/wiki/Frying_pan_%28guitar%29 (11.04.2013)

Abb.2: Dickreiter, M. (1997), S.71

Abb.3: eigene Grafik mit Foto von www.fender.com

Abb.4: Day, P., Rebellius, H., Waldenmaier, A. (2007), S.105

Abb.5: <http://www2.gibson.com/Products/Electric-Guitars/Archtop/Gibson-Custom/L-4-CES-Mahogany.aspx> (11.04.2013)

Abb.6: Lemme, H. (2006), S.65

Abb.7: Lemme, H. (2006), S.54

Abb.8: Day, P., Rebellius, H., Waldenmeier, A. (2007), S.260

Abb.9: Zollner, M. (2009), Kapitel 5, S.188

Abb.10: Day, P., Rebellius, H., Waldenmeier, A. (2007), S.263

Abb.11: Lemme, H. (2006), S.132

Abb.12: Lemme, H. (2006), S.114

Abb.13 bis Abb.20: eigene Abbildungen

Abb.21: www.gibson.com (02.05.2013)

Abb.22 bis Abb.27: eigene Abbildungen

18. Glossar

E-Gitarre: Elektrogitarre

SC: Single Coil

HB: Humbucker

Hawaii-Gitarre: Die Hawaii-Gitarre ist ein Instrument, das auf den Knien liegend gespielt wird. Die Saiten zeigen dabei nach oben. Die Töne werden, im Gegensatz zur Gitarre, nicht mit den Fingern sondern mit einem Metallstab „gegriffen“.

Schlaggitarre: Synonym für Hollowbody.Gitarre

Country: Musikstil aus den USA, der ursprünglich aus irischer und englischer Volksmusik entstand

Hillbilly: Vorläufer der Country-Musik

Bebop: Musikrichtung, die in den 1940er Jahren entstand und als erste Stilistik des „modernen Jazz“ gilt.

Sustain: Bei Musikinstrumenten bezeichnet Sustain die Länge des Ausklingvorgangs eines Tons.

Horn: Das Horn bezeichnet im Zusammenhang dieser Arbeit ein vorstehendes Holzstück an einem Gitarrenkorpus, der beim Ausfräsen einer Aussparung entsteht.

Intonation (intonieren): Mit Intonation bezeichnet man Tonhöhe, Laustärke und Klangfarbe eines Tons.

Intervall: Das Intervall beschreibt in der Musik den Abstand zwischen zwei Tönen.

Jahresringe: Mit Jahresringen wird die im Querschnitt eines Baumstamms sichtbare Maserung bezeichnet.

19. Inhalt der Audio-CD

Track 1: Singlecoil in Halsposition, A-Saite mit dem Daumen angeschlagen (Abschnitt 9.1)

Track 2: Singlecoil in Halsposition, A-Saite mit dem Plektrum angeschlagen (Abschnitt 9.1)

Track 3: Singlecoil in Stegposition, A-Saite mit dem Daumen angeschlagen (Abschnitt 9.2)

Track 4: Singlecoil in Stegposition, A-Saite mit dem Plektrum angeschlagen (Abschnitt 9.2)

Track 5: Humbucker in Halsposition, A-Saite mit dem Daumen angeschlagen (Abschnitt 9.3)

Track 6: Humbucker in Halsposition, A-Saite mit dem Plektrum angeschlagen (Abschnitt 9.3)

Track 7: Humbucker in Stegposition, A-Saite mit dem Daumen angeschlagen (Abschnitt 9.4)

Track 8: Humbucker in Stegposition, A-Saite mit dem Plektrum angeschlagen (Abschnitt 9.4)

Track 9: Rosa Rauschen

Track 10: Rosa Rauschen, aufgenommen durch die Signalkette für die unverzerrten Beispiele

Track 11: Rosa Rauschen, aufgenommen durch die Signalkette für die verzerrten Beispiele

Track 12: Hörbeispiel 1A

Track 13: Hörbeispiel 1B

Track 14: Hörbeispiel 1C

Track 15: Hörbeispiel 1D

Track 16: Hörbeispiel 2A

Track 17: Hörbeispiel 2B

Track 18: Hörbeispiel 2C

Track 19: Hörbeispiel 2D

Track 20: Hörbeispiel 3A

Track 21: Hörbeispiel 3B

Track 22: Hörbeispiel 3C

Track 23: Hörbeispiel 3D

Track 24: Hörbeispiel 4A

Track 25: Hörbeispiel 4B

Track 26: Hörbeispiel 4C

Track 27: Hörbeispiel 4D

Track 28: Hörbeispiel 5A

Track 29: Hörbeispiel 5B

Track 30: Hörbeispiel 5C

Track 31: Hörbeispiel 5D

Track 32: Hörbeispiel 6A

Track 33: Hörbeispiel 6B

Track 34: Hörbeispiel 6C

Track 35: Hörbeispiel 6D

20. Audio-CD