Guitar-Letter

I

Leseprobe

Der elektromagnetische Tonabnehmer als Wandler

Dieses Dokument ist unter der Nummer LR0102120080105001 für
Max Mustermann, Musikergasse 12, D-25479 Ellerau lizenziert.

Vorwort zur Version 2

Fast zwei Jahre nach dem Erscheinen der ersten Version haben sich viele neue Informationen angesammelt, die teilweise mit den Updates bis zur Version 1.7 verarbeitet wurden. Andere mußten noch ein wenig warten, denn manchmal benötigen die Dinge auch Zeit, um zu reifen.

Mehr als 1400 Mal wurde die Datei in dieser Zeit von meiner Webseite angefordert. Die Resonanz der Leser war grundsätzlich sehr positiv und zeigte deutlich, daß ich mit diesem Thema eine Art Marktlücke getroffen habe.

Leseprobe

Mit dieser neuen und erweiterten Version erhält der Leser einen Überblick über mehr als 50 verschiedene Tonabnehmer. Die Fülle der Informationen machte eine Neuordnung des gesamten Dokumentes notwendig. Einige Abschnitte, wie zum Beispiel das Kapitel über den Humbucker, mußten komplett überarbeitet werden, um den neuen Erkenntnissen Rechnung zu tragen. Neben den Tonabnehmern wurde zusätzliches Material über die dazugehörenden Instrumente aufgenommen.

Hinter einem Tonabnehmer steht immer auch ein Mensch, der ihn entwickelt hat. Auch auf diesem Bereich hat Guitar-Letter I nun etwas zu bieten. Für die wichtigsten Entwickler steht eine kleine Biographie zur Verfügung.

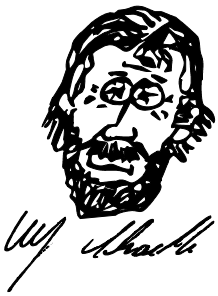
Insgesamt stellt diese neue Version eine Informationsfülle zum Thema Aufbau der magnetischen Tonabnehmer und ihrer geschichtlichen Entwicklung bereit, die zur Zeit einmalig sein dürfte. Diese Fülle hat natürlich auch ihren Preis. Der Umfang des Dokumentes hat sich mehr als verdoppelt. Damit hat Guitar-Letter I eindeutig den Schritt vom kleinen Fachaufsatz hin zu einem kleinen Buch getan.

Im Zuge all dieser Arbeiten wurde auch das optische Erscheinungsbild des Dokumentes verändert. Das Format ist nun für einen doppelseitigen und hochauflösenden Ausdruck vorbereitet.

Danken möchte ich den vielen Menschen, die in den verschiedenen Online-Foren mit mir diskutierten, mich auf Fehler hinwiesen oder mich mit Material versorgt haben. Mehr als einmal haben sie Anstoß und Anregung geliefert, sich mit bestimmten Dingen einmal genauer auseinander zu setzen.

Während ich diese Zeilen schreibe, sammeln sich schon wieder Informationen auf meinem Computer an und es sind auch noch viele Dinge nicht geschrieben. Es ist also kein Ende abzusehen... die Version 3 kommt bestimmt!

Ellerau, den 30.11.2006



Inhaltsverzeichnis

1 Eine Spule erobert die Gitarre - Der Single-Coil 11

1.1 Das Wandlungsprinzip des Tonabnehmers 11

1.1.1 Die Feldquelle 11

1.1.2 Der Sensor 12

1.1.3 Es wird „spannend“ 12

1.1.4 Coil meets Magnet 13

1.1.5 Die „Lautstärke“ eines Tonabnehmers 14

1.2 Verschiedene Bauformen 16

1.3 Damals war’s... Der Single-Coil im Wandel der Zeit 18

1.3.1 Übersicht 18

1.3.2 „Pferdeschuh“ und „Bratpfanne“ 18

1.3.3 Boxcar-Pickups - Fenders Antwort und Einstieg 19

1.3.4 „Der Balken“ - Das Charlie Christian Modell 21

1.3.5 Saubere Sache - Die „Seife“ P-90 24

1.3.6 Starke Sache - Der AlNiCo-V 27

1.3.7 It’s Rock’n Roll - Single-Coils von Fender 28

1.3.8 Ein P-90 für die Stratocaster 35

1.3.9 Nicht nur für Sie - Der Lipstick 35

1.3.10 „Rauf und runter“ - DeArmond 37

1.3.11 Einspuliges von Gretsch 40

1.3.12 Von der Insel - Burns Tri-Sonic 41

1.3.13 Kay Guitars 43

1.3.14 Aus deutschen Landen - Schaller 43

1.3.15 Höfner - Von der Geige zur Elektrogitarre 45

1.3.16 Im Schatten der anderen - Shadow aus Deutschland 46

1.3.17 Von Billy Lorento bis Bill Lawrence 47

1.4 Der defekte Tonabnehmer 48

1.5 Der gestörte Tonabnehmer 49

2 Entstörter Tonabnehmer - Der Humbucker 51

2.1 Prinzip des Humbuckers 52

2.2 Arnold Lesti, der vergessene Erfinder des Humbuckers 54

2.3 Seth Lover, der „Vater“ des Humbuckers 55

2.4 Die Bauformen des parallelen Humbuckers 56

2.4.1 Gibson definiert den Standard 58

2.4.2 Brummfreies von Gretsch 59

2.4.3 Fender zieht nach. 61

Leseprobe

2.4.4 Jazzgitarren Humbucker 63
2.4.5 Der doppelte Lippenstift 65
2.5 Der Pseudo-Humbucker 65
2.6 Der Humbucker im „Out-of-Phase“-Betrieb 66
2.7 Der Humbucker heute 67
3 Der schmale Humbucker 68
3.1 Das Problem 68
3.2 Paralleler Humbucker en Miniature 73
3.3 Der koaxiale Humbucker 76
3.3.1 Prinzip des koaxialen Humbuckers 76
3.3.2 Das Problem des koaxialen Humbuckers 78
3.3.3 Die Lösung des Lautstärkeproblems 78
3.3.4 Verbesserungen am koaxialen Humbucker 80
3.3.4.1 Erhöhung der Windungszahl 80
3.3.4.2 Erhöhung der magnetischen Feldstärke 80
3.3.4.3 Geänderte Form des Magnetfeldes 81
3.3.4.4 Magnetische Abschirmung der Spulen 81
3.3.5 Die Bauformen moderner koaxialer Humbucker 81
3.3.6 Koaxialer Humbucker mit gegenphasigen Magneten 86
3.3.7 Der „liegenden“ Humbucker 87
4 Der geteilte Tonabnehmer 88
4.1 Das Prinzip des geteilten Tonabnehmers 88
4.2 Problematische Interaktion der Spulen 89
5 Gemeinsam sind wir still! – RW/RP-Tonabnehmer 92
5.1 Ruhe durch zusätzliche Kompensation 92
5.2 Zwei Fliegen mit einer Klappe - RW/RP 93
6 Eine Spule brummt nicht – Der „Lace-Sensor“ 94
7 Spezielle Bauformen 95
7.1 Quad Rails 95
7.2 Hex-Pickups 95
7.3 Aktive Tonabnehmer 96
8 Zusammenfassung 97
9 Anhang 99
9.1 Index 99
9.2 Bildverzeichnis 101
9.3 Literatur 106

Leseprobe

9.3.1 Veröffentlichungen des Autors 106
9.3.2 Weitere Literatur 106
9.3.3 Informationen im Internet 106
9.3.4 Patente 107
9.4 Versionsübersicht 108

Leseprobe

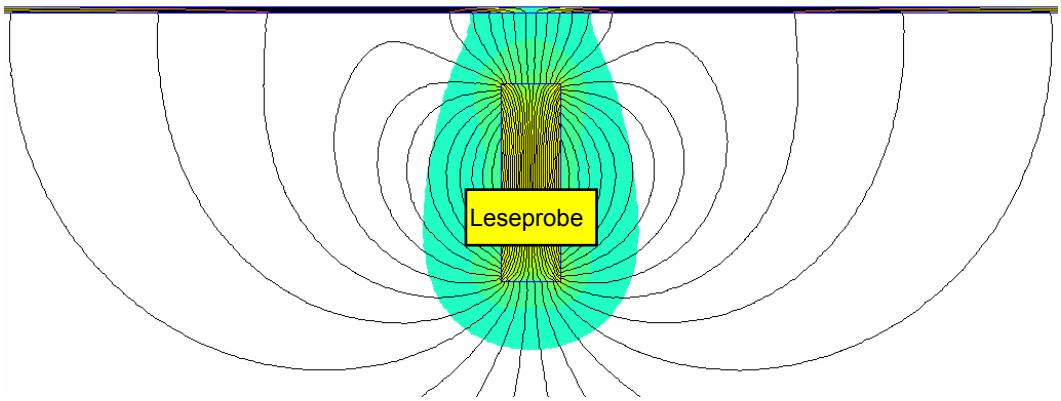


Bild 1-4: Schnitt durch das Feld eines Stabmagneten unter einer Saite

Die Veränderung der magnetischen Flußdichte hat in der Spule eine Änderung des magnetischen Flusses Φ zur Folge:

$$\Phi = \int_A B_N dA$$

Formel 1-1: magnetischer Fluß

Dabei ist B_N die sogenannte Normalkomponente der magnetischen Flußdichte, welche der Teil der Flußdichte ist, der senkrecht auf der Teilfläche dA steht. Diese ist wiederum ein unendlich kleiner Teil der Querschnittfläche der Spule.

Versucht man sich das einmal anschaulich vorzustellen, so entspricht die Flußdichte einer Feldliniendichte und der Fluß der Anzahl der Feldlinien, die senkrecht durch die Spule verlaufen.

Definition {1}

Ändert sich der magnetische Fluß in einer Spule in Abhängigkeit der Zeit, so wird nach dem Induktionsgesetz eine Spannung induziert:

$$u_{(t)} = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$$

Formel 1-2: Induktionsgesetz

Diese Spannung ist proportional zur Windungszahl N der Spule und der Flußänderung.

Das negative Vorzeichen deutet an, daß die induzierte Spannung ihrer Ursache, nämlich der Flußänderung, entgegen wirkt.

Die Höhe der Spannung hängt also von der Flußänderung ab. Diese wiederum ist abhängig von der Größe der magnetischen Flußdichte an der Position der Saite über dem Tonabnehmer, der Dicke der Saite und der Amplitude der schwingenden Saite senkrecht zum Griffbrett. Schwingungen, die parallel zum Tonabnehmer verlaufen, erzeugen nur eine sehr geringe Flußänderung. In der Praxis kommen jedoch stets beide Schwingungsebenen vor.

1.1.4 Coil meets Magnet

Wie werden jetzt Spule und Magnet zueinander angeordnet? Nun, im günstigsten Fall befindet sich der Magnet direkt in der Spule. Jetzt kann wirklich der maximale Betrag der durch die Saitenschwingungen erzeugten Flußdichteänderung aufgenommen werden.

Natürlich sind auch andere Positionierungen denkbar, bei denen sich der Magnet außerhalb der Spule befindet. Der in Kapitel 2.4 erwähnte Humbucker von Seth Lover oder der P-90 stellen dabei nur zwei von vielen Beispielen dar.

Leo Fender war auch einer der ersten, der das neue Material AlNiCo für seine Tonabnehmer einsetzte. Diese Legierung aus Aluminium, Nickel und Kobalt weist eine größere magnetische Erregung auf, als jeder natürliche Magnet und ist damit in der Lage, eine größere Induktionsspannung zu erzeugen.

AlNiCo-Magnete sind nicht ganz billig und so ersetzen die Hersteller von preisgünstigen Kopien der „Stratocaster“ gerne die sechs Magnetpole durch Weicheisenkerne. Unterhalb des Wickelkörpers befindet sich dann ein billiger Ferritmagnet in Balkenform, wie er im nächsten Bild zu sehen ist:

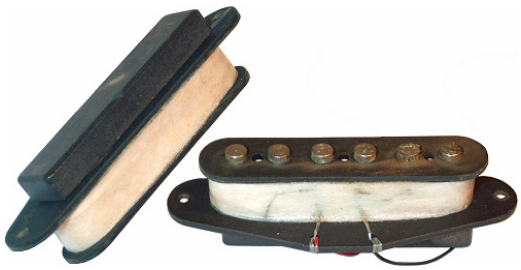


Bild 1-50: Tonabnehmer einer Stratocaster-Kopie von Cimar (1982)

Solche Magnete werden von Fender in den Mexico-Modelle und in Nachbauten von Squier eingesetzt. Vergleicht man einmal einen solchen Nachbau mit dem Original, so ist ein grundsätzlich anderer Verlauf des Magnetfeldes festzustellen:

Leseprobe

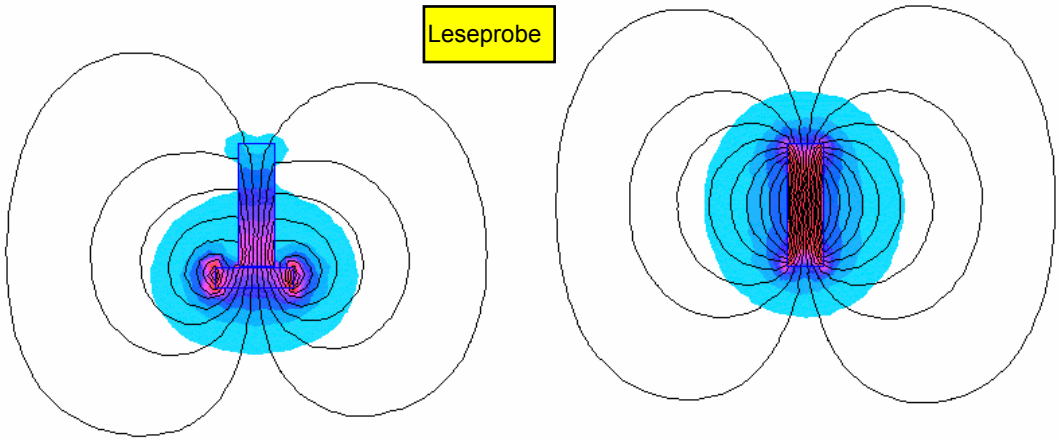


Bild 1-51: Vergleich der Magnetfelder mit Balken- (links) oder Stabmagnet (rechts)

An den Saiten ist die Feldstärke erheblich geringer, sodaß zum Erreichen der gleichen Ausgangsspannung ein wesentlich stärkerer Magnet notwendig ist. Grundsätzlich ist das Feld der Stabmagneten auch schmaler, was Bild 1-51 allerdings nicht zu entnehmen ist. Das Feld hat folglich eine geringere magnetische Apertur. Dadurch kann der originale Stratocaster-Tonabnehmer im Vergleich zur „Billigversion“ etwas höhere Frequenzen aufnehmen. Dazu kommt, daß in den Weicheisenkernen aufgrund des geringeren Widerstandes größerer Wirbelströme induziert werden können, was zu einer stärkeren Dämpfung der Resonanz führt.

1958 stellte Fender die „Jazzmaster“ vor, die als Nachfolger der „Stratocaster“ geplant war. Sie sollte das neue Topmodell der Gitarrenserie werden. Besonders bemerkenswert war die aufwendige Schaltung des Instrumentes. Forrest White, der von 1953 bis 1967 General Manager bei Fender war, entwarf diese Schaltung schon 1942 für eine private Gitarre. Sie stellte den Musikern erstmaligen eine Solo-Rhythmus-Umschaltung zur Verfügung.

Bild 1-52: Forrest White

1.3.13 Kay Guitars

Mitte der 50er Jahre fand sich auf einigen Gitarren des amerikanischen Herstellers Kay ein breiter Tonabnehmer mit unsymmetrisch angeordneten Polschrauben. Aus heutiger Sicht könnte man versucht sein, hinter der Blechkappe einen frühen Humbucker zu vermuten. Öffnet man jedoch das Gehäuse, so erlebt man eine kleine Überraschung!

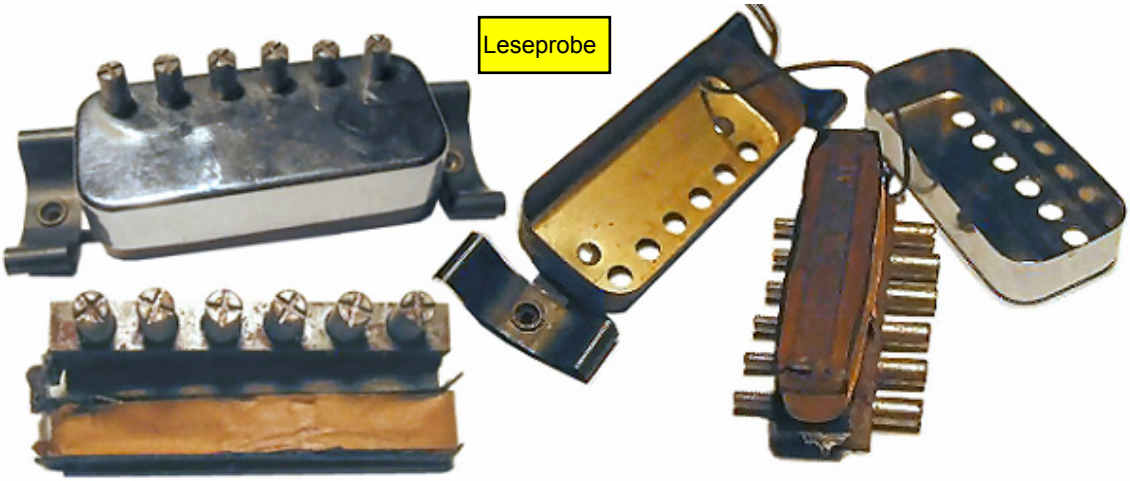


Bild 1-80: Tonabnehmer aus einer Kay Gitarre aus dem Jahre 1955

Die sechs Schrauben stecken in einem Polschuh, an den im rechten Winkel ein Balkenmagnet befestigt wurde. Über diesen wurde ein Wickelkörper geschoben, welcher die Spulen enthält. Das folgende Bild zeigt noch einmal das Grundprinzip dieser Konstruktion:

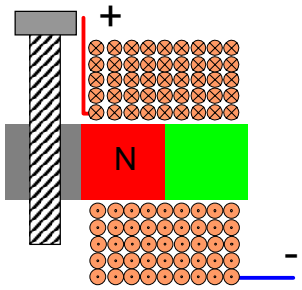


Bild 1-81: Prinzip des Single-Coil von Kay

Es handelt sich also um eine Variation des liegenden Single-Coils nach Bild 1-10 (d).

1.3.14 Aus deutschen Landen - Schaller

In Deutschland wurden unter anderem von Schaller Tonabnehmer gefertigt. Hier eine Version mit Dreipunktbefestigung und durchgehendem Weicheisenkern.

Bild 1-82: Single-Coil von Schaller

Besonders bemerkenswert ist die Absenkung der Klinge im Bereich der H-Saite. Die Begründung dafür findet sich in den alten Saitensätzen. Dadurch wird diese Saite etwas „leiser“ übertragen, sodaß insgesamt eine gleichmäßige Lautstärkeverteilung über alle Saiten entsteht.

Um das Schwingverhalten der Resonanzgitarren nicht durch den Einbau von Tonabnehmern zu behindern, wurden von vielen Herstellern sogenannte „schwebende“ Tonabnehmer entwickelt. Sie waren sehr flach und wurden mit Hilfe eine Klammer am Griffbrett befestigt.

Aber natürlich ist das nicht die einzige Möglichkeit, um einen parallelen Humbucker zu realisieren. Gerade in der Anfangszeit des Humbuckers waren die verschiedenen Hersteller natürlich darauf aus, ein eigenes Konzept zu haben, um keine Lizenzgebühren an Gibson zahlen zu müssen. Bild 2-8 zeigt die gebräuchlichsten Variationen.

Das Patent von Seth Lover aus dem Jahre 1959 ist mittlerweile längst abgelaufen, und so ist das vielleicht der Grund dafür, warum fast alle Hersteller von Tonabnehmern sich heute seiner Konstruktion bedienen.

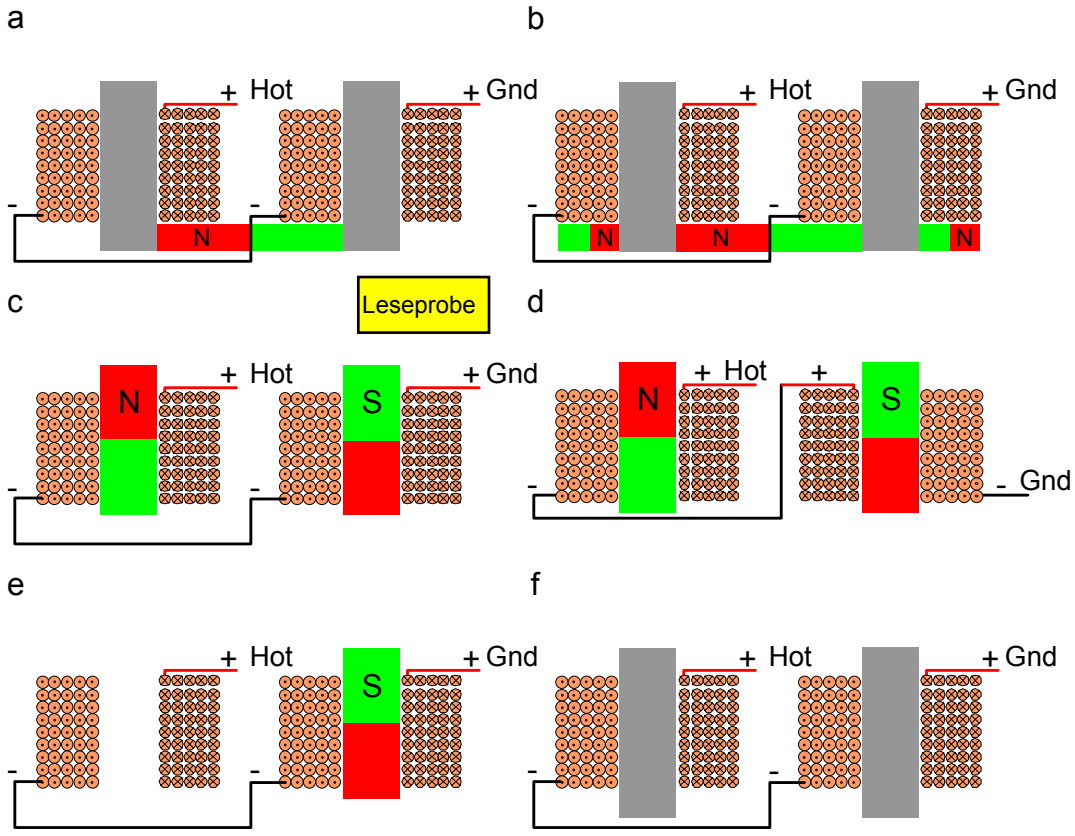


Bild 2-8: Die Variationen des parallelen Humbuckers

Wie schon bei den Single-Coils kann man auch hier wieder zwischen Konzepten mit einer Feldquelle in den Spulen und mit einer Quelle außerhalb der Spulen unterscheiden.

Die Variante (a) entspricht der ursprünglichen Konstruktion, die Seth Lover für Gibson entwickelte. Sein Konzept für Fender entspricht (c) und (d).

Besonders interessant ist die Variante (e), denn hier wird nur ein Magnetfeld von der Breite eines Single-Coils erzeugt. Stellt man durch geeignete Maßnahmen sicher, daß die elektrischen Daten des Tonabnehmers denen eines Single-Coils entsprechen, sollte das „klanglich“ Ergebnis dieser Konstruktion mit dem eines einzelspuligen Tonabnehmers vergleichbar sein. Eine Parallelschaltung der beiden Spulen dürfte hier sehr nützlich sein, da die entstehende Resonanz, verglichen mit der Reihenschaltung, um den Faktor 2 größer und auch die Spitze ausgeprägter ist.

Die Variante (f) erscheint auf den ersten Blick nicht vollständig zu sein, da die Permanentmagnete fehlen. Geht man jedoch davon aus, die Spulen auch als Elektromagnet zu betreiben, so wird klar, daß hier das Konzept von Lesti vorliegt.

© 05.01.2008 Ulf Schaedla

Lizenz: Max Mustermann, LR0102120080105001

3 Der schmale Humbucker

3.1 Das Problem

Wenn man die Saite einer Gitarre an einer bestimmten Position anschlägt, so entsteht im ersten Moment grundsätzlich ein dreieckförmiges Schwingungsbild.

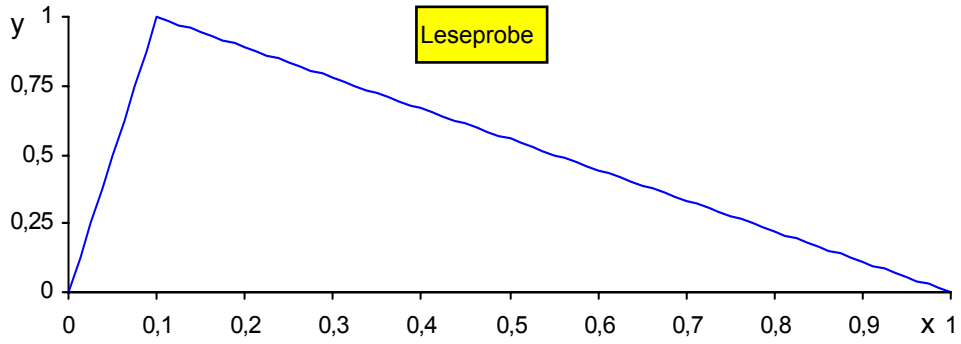


Bild 3-1: Schwingungsbild einer Saite bei 10% Anschlagposition

Mit Hilfe der Mathematik läßt sich diese Schwingung in eine sogenannte Fourierreihe zerlegen, die eine Summe von Sinusschwingungen verschiedener Frequenzen und Amplituden darstellt. Das folgende Bild zeigt die ersten fünf Harmonischen einer solchen Reihe, die sich als sogenannte „stehende Wellen“ auf der Saite ausbreiten:

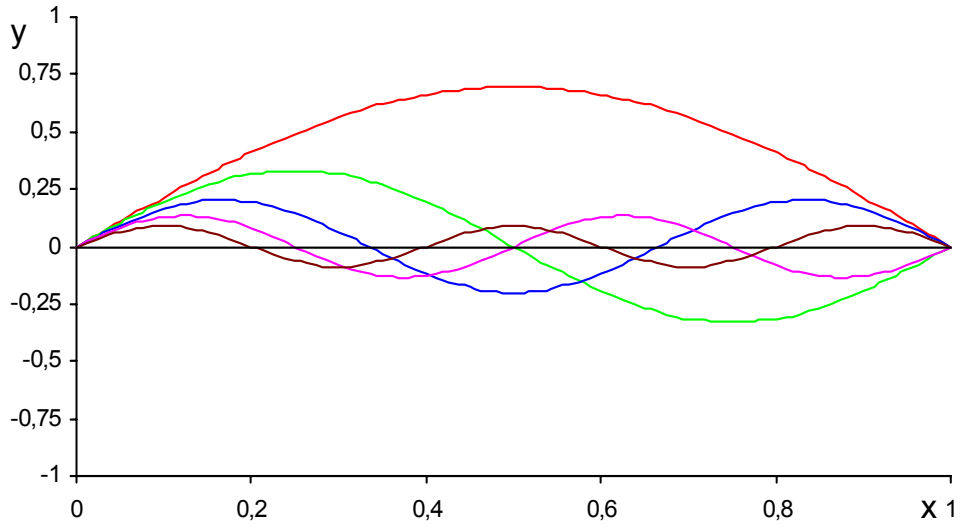


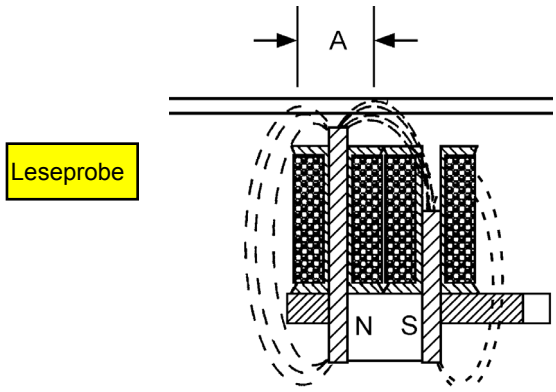
Bild 3-2: Die ersten fünf Harmonischen einer Saitenschwingung (10% Anschlagposition)

An den Tonabnehmer einer Gitarre muß man grundsätzlich die Forderung stellen, daß er ausnahmslos alle Harmonischen überträgt! Diese Anforderung läßt sich prinzipiell mit den magnetischen Tonabnehmern nicht erfüllen, da sie, wenn sie unter einem Schwingungsknoten montiert werden, diese Harmonische und ihre Vielfachen nicht übertragen können. Darüberhinaus ist auch die magnetische Breite der Tonabnehmer für zusätzliche Frequenzauslöschungen verantwortlich. Beide Effekte sorgen also für eine Änderung des Klanges, der durch den Tonabnehmer dann übertragen wird.

Je weiter der Tonabnehmer in der Mitte der schwingenden Saite angeordnet wird, desto mehr tiefe Frequenzen werden übertragen. Dieses Verhalten wird durch die stehenden Wellen der einzelnen Harmonischen der Saitenschwingung, der Mensur und der Tonabnehmerposition begründet:

 © 05.01.2008 Ulf Schaedla

Insgesamt ergibt sich dadurch ein unsymmetrischer Feldverlauf, der an der Saite zu einem schmaleren Feld führt.



Leseprobe

Bild 3-11: Verringerte Apertur durch abgesenkten Pol

In der praktischen Realisierung werden die beiden Klingen einseitig auf der Breite von drei Saiten ausgestanzt. In den höheren Teil des Polbleches werden drei Schrauben zur Angleichung der Lautstärke der Saiten angebracht. Der entstehende Freiraum im Polblech wird durch ein Stück Kunstoff aufgefüllt.

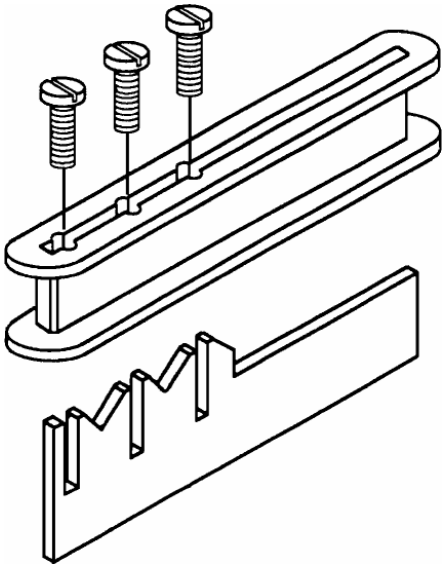


Bild 3-12: Einsparung im Polblech zur Absenkung des Magnetpoles

Nach diesem Prinzip sind die sogenannten „Duckbucker“ von Seymour Duncan aufgebaut.

Bild 3-13: SDBR-1 „Duckbucker“ von Seymour Duncan

Diese schmalen Humbucker gibt es mittlerweile in einer großen Anzahl mit den unterschiedlichsten klanglichen Eigenschaften. Trotz der vielen Versuche schwören eingefleischte Fans des Single-Coil-Sound immer noch auf die einspulige Konstruktion.

Leseprobe

Seit fast 80 Jahren sind sie das Herzstück jeder Elektrogitarre: Die magnetischen Tonabnehmer. Von den ersten Versuchen in den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts bis heute, hat die Entwicklung die unterschiedlichsten Bauformen hervorgebracht, von denen sich freilich die wenigsten in der Praxis durchgesetzt haben. Die moderne Elektrogitarre wird im Grunde genommen von drei verschiedenen Tonabnehmertypen dominiert. Alle anderen Bauformen fristen mehr oder weniger ein Nischendasein, was jedoch nicht bedeutet, daß sie schlechter wären.

Dieses Buch gibt einen Überblick über die vielfältigen Bauformen der verschiedenen Hersteller und erklärt die grundsätzliche Funktion. Dabei geht der Autor auch den ausgefallenen Entwicklungen nicht aus dem Weg. Zwei Jahre Recherche im Internet und in diversen Patentschriften haben viele interessante Ergebnisse erbracht, die hier erstmalig zusammengefaßt wurden. Letztendlich ist festzustellen, daß unter der „Haube“ häufig der gleiche Inhalt zu finden ist, auch wenn die Hersteller mit ihren Werbeprospekten gern das Gegenteil suggerieren.