

Guitar-Letter

III

Onkel's Best: Beiträge aus den Onlineforen



Autor: Ulf Schaedla
Mail: Ulf.Schaedla@web.de
Datum: 02.03.2008
Version: 1.1
Status: Veröffentlicht
Lizenz: freeware,

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen sowie anderweitige Veröffentlichungen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes, gleich welcher Art, ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland zulässig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Nutzung dieses Werkes ist ausschließlich an einem Bildschirmarbeitsplatz für jedermann frei und kostenlos.

Das Werk ist alleinig unter der URL <http://www.schaedla.org> verfügbar. Andere Quellen gelten als nichtlizensiert und stellen eine illegale Kopie dar.

Die Wiedergabe von Marken- und Gebrauchsnamen usw. in diesem Werk berechtigen nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen. Der Autor betont ausdrücklich, daß er weder mit diesen Marken- und Gebrauchsnamen verbunden ist, noch sich diese zu Eigen macht.

Die Veröffentlichungen von Schaltungen und Verfahren erfolgen ohne Rücksicht auf bestehende Patente, da sie einzig zu Amateur- und Lehrzwecken bestimmt sind. Eine gewerbliche und kommerzielle Nutzung ist ohne die ausdrückliche und schriftliche Zustimmung des Autors und/oder der entsprechenden Rechteinhaber nicht gestattet.

Trotz sorgfältiger Überprüfung aller Inhalte, lassen sich Fehler nicht immer vermeiden. Der Autor kann deshalb weder eine Garantie auf Fehlerlosigkeit geben, noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung übernehmen. Für Hinweise auf Fehler sowie für Ergänzungs- oder Verbesserungsvorschläge ist der Autor zu jeder Zeit dankbar.

Versionsübersicht

Version	Datum	Bemerkung
1.0	04.09.2006	- Erste Version mit 49 Beiträgen
1.1	02.03.2008	- Zweite Version mit 51 Beiträgen und diversen Korrekturen.

Inhaltsverzeichnis

1 Tonabnehmer	6
1.1 Funktion von Humbuckern im Strat-Format	6
1.2 Der elektromagnetische Tonabnehmer als Wandler	8
1.3 Warum reagieren PU's auf Schallwellen?	9
1.4 Conrad Humbucker	10
1.5 Resonanzfrequenzen von SD-Humbuckern.....	12
1.6 Humbucker als Pseudo-Single-Coil.....	13
1.7 Humbucker vs Single-Coil	15
1.8 Austauschtonabnehmer und preiswerte Gitarre.....	16
2 Übertragungsverhalten	17
2.1 Tri-Sound beim Humbucker	17
2.2 Unterschied 500kOhm vs 250kOhm beim Volume	19
2.3 Lastkondensator bestimmen	20
2.4 Herstellerangaben über Tonabnehmer und Simulation	21
2.5 Induktivität aus Gleichstromwiderstand bestimmen	22
2.6 Die Übertragungscharakteristik eines SH-2B.....	24
2.7 Volume-Poti und Resonanzfrequenz.....	25
2.8 25kOhm-Potis für aktive EMG-Pickups	26
2.9 Koaxiale Humbucker im „Strat“-Format.....	27
2.10 Die Abschirmkappen bei Humbuckern und der Klang	30
2.11 Es muß nicht immer ein neuer Tonabnehmer sein	31
2.12 Klangveränderungen am Tonabnehmer durch parallelen Kondensator	32
2.13 Klanglicher Unterschied zwischen Nord- und Südspule	36
2.14 Resonanzfrequenz und Bass-Cut	37
2.15 Die Übertragungscharakteristik eines Protomatic-V	39
2.16 Einfluß der Magnete auf den „Klang“	43
2.17 Magnetsorten im Tonabnehmerbau	45
2.18 Einfluß von Volumen-Potis auf den Klang.....	46
2.19 Einflüsse auf den Klang eines Tonabnehmers.....	49
2.20 Lace D-150 und vergleichbare Tonabnehmer.....	52
2.21 Gesplitteter Humbucker mit fettem SC-Sound	53
2.22 Reihenschaltung kontra Parallelschaltung beim Pickup	59
2.23 Das „Matschen“ - Ursache und Wirkung	61

2.24 Das „Matschen“ - Ursache und Wirkung II	65
2.25 Alterungseinflüsse bei Tonabnehmern	68
3 Schaltungstechnik	70
3.1 Fender S1-Switching für die Strat	70
3.2 Fender S1-Switching für die Strat (Nachschlag)	72
3.3 HH-Gitarre mit bis zu 42 Kombinationen	73
3.4 Abschirmung in der Elektrogitarre	74
3.5 Die Schaltung der „Red Special“	76
4 Verstärker	80
4.1 Warum Röhren einen guten „Klang“ haben	80
4.2 „Harmonische“ und „nichtharmonische“ Oberschwingungen	83
5 Emulation und Modellierung	84
5.1 Emulation einer Elektrogitarre	84
5.2 Wie funktioniert ein „Modeler“?	87
6 Einstellarbeiten	92
6.1 Bundreinheit	92
7 Vintage	94
7.1 Preisanstieg bei alten japanischen Gitarren	94
7.2 Der Neuwert einer Vintage-Gitarre	95
7.3 Warum klingen Vintage-Gitarren besser?	98
8 Verschiedenes	100
8.1 Onkel-Zitate	100
8.2 Saitentypen für die Elektrogitarre	101
8.3 Zugkraft von Saiten	103
8.4 Guitar-Letters are going commercial	104
8.5 Pimp my Pauline: Oberflächen-Design mit VSE	106
8.6 Die Auflösung des Rapsöl-Thread	111
9 Literatur	112
1.1 Veröffentlichungen des Autors	112
1.2 Diskussions-Boards und Online-Foren	112
10 Der Autor	113

Vorwort

Seit Oktober 2004 schreibe ich unter dem Pseudonym „DerOnkel“ in diversen deutschsprachigen Internet-Foren zum Thema Elektrogitarre und Gitarrenelektronik. Bis heute sind auf diese Weise über 2000 Beiträge entstanden, die in der großen Mehrheit einen rein fachlichen Charakter haben.

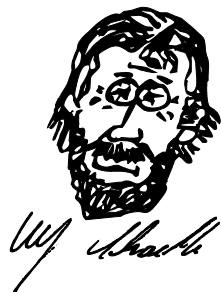
Da es im Wesen eines Online-Forums liegt, daß Beiträge relativ schnell altern und dann quasi in der Versenkung verschwinden, möchte ich mit diesem Dokument die wichtigsten meiner Beiträge wieder an die Oberfläche zurückholen.

Natürlich ist dieses Dokument noch nicht fertig! 2000 Beiträge mit Hilfe einer Suchmaschine zu identifizieren und gegebenenfalls für dieses Dokument aufzubereiten, dauert seine Zeit. Es wird also in nächster Zeit noch weitere Updates dieses Dokumentes geben.

An Stellen wo Verweise auf weiteren Seiten im Internet verwendet wurden, mußten manchmal leichte Anpassungen gemacht werden, ohne jedoch die inhaltliche Aussage zu verändern.

Auch wenn man sich zum Zeitpunkt der Erstellung die größte Mühe gibt, irgend etwas geht doch immer schief. Allein die Tatsache, daß die meisten Beiträge „mal eben schnell“ geschrieben werden, sorgt für Überraschungen, die erst dann auffallen, wenn der Beitrag im Forum selbst nicht mehr editiert werden kann. Manchmal schreit man auch „auf dem falschen Fuß“ Hurra, um dann später von einem anderen Mitglied korrigiert zu werden. Aus diesem Grunde wurde am Ende jedes Beitrages noch Platz für eventuelle Kommentare gelassen. Sie sind, so sie denn da sind, ebenso wichtig, wie der betreffende Beitrag selbst und sollten daher auch mit der gleichen Aufmerksamkeit gelesen werden!

Ellerau, den 02.03.2008



1 Tonabnehmer

1.1 Funktion von Humbuckern im Strat-Format

Datum	Forum	Link
13.01.2005, 15:25	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=521428&postcount=9

Ich glaube, es ist sinnvoll, jetzt einmal einen kleinen Aufsatz über die Humbucker im „Strat-Format“ zu verfassen. Das diese Pickups aufgrund ihrer unterschiedlichen Kenngrößen (L, C, R) alle verschieden klingen können, soll nicht Gegenstand der Betrachtung sein. Los geht es:

Man unterscheidet zwei grundsätzliche Typen:

1. „Paralleler“ Humbucker im Strat-Format (Hot-Rails o. ä.)
2. Koaxialer Humbucker

Die erste Version ist mit dem „normalen“ Humbucker vollkommen vergleichbar, lediglich die Dimensionen der Bauform sind kleiner. Allen gemeinsam ist, daß Frequenzauslöschungen auftreten. Jede Schwingung, deren Wellenlänge gleich dem Abstand der beiden Spule ist, wird nicht übertragen. Gleiches gilt für die Vielfachen dieser Frequenzen.

Das durch dieses Verhalten definierte Kammfilter, wirkt sich allerdings nur als schwacher Tiefpaß aus, da die erste Auslöschung bei Frequenzen auftritt, die außerhalb des Amplitudenspektrums der Gitarre liegen.

Der zweite Typ ist eine interessante Weiterentwicklung des klassischen Humbuckers. Hier sind die Spulen nicht nebeneinander, sondern übereinander angeordnet. Sie wurden entwickelt, um den Klang eines Single-Coils zu erhalten, ohne auf die Brummunterdrückung zu verzichten und keine Frequenzauslöschungen zu haben. Prinzipiell gibt es von dieser Bauform zwei verschiedene Varianten:

1. Der Single-Coil mit Brummkompensationsspule
2. Der stacked Humbucker

Bei einem Single-Coil mit Kompensationsspule sehen die Verhältnisse so aus:

Unter einer Spule mit Magnet sitzt eine weitere Blind-Spule ohne Magnet. Durch eine gegenphasige Reihenschaltung der beiden Spulen kompensieren sich die von Außen eingestreuten magnetischen Störungen. Die Saitenschwingung soll nur auf die obere Spule wirken.

Da das Magnetfeld der oberen Spule aber zum Teil auch in die untere Spule reicht, sorgt dieser Anteil der Flußänderung für ein ungewollte Verringerung des Nutzsignals. Der Tonabnehmer ist also leiser, als die einzelne Spule ohne Kompensation.

Man kann diesen Effekt verringern, indem man versucht, das Magnetfeld durch Eisenbleche an die obere Seite der oberen Spule zu führen. Diese Idee wurde vom Tonabnehmer der Fender Jaguar übernommen. Dadurch wird der Einfluß des Magneten in der unteren Spule verringert. Dieses Prinzip wird von DiMarzio bei den Typen „Virtual Vintage“, „HS-1“, „HS-2“ und „HS-3“ verwendet.

[Fehler]#####

Beim koaxialen Humbucker von Fender sehen die Verhältnisse wieder etwas anders aus: Hier gehen die Stabmagnete durch beide Spulen. Wie man zu diesem Konzept kommt, mag ein kleines Gedankenbeispiel zeigen:

Ausgehend von einem klassischen Humbucker, denkt man sich eine Spule um 180 Grad gedreht (ohne die Kabel abzunehmen).

Wie man sieht, ist jetzt nur ein Magnet da, aber dafür wurde die Wicklung der zweiten Spule praktisch umgedreht (Der Wickelsinn ist jetzt anders, ccw statt cw). Damit bleibt die Brummkompensation erhalten und beide Spulen liefern ein Nutzsignal ab, das sich addiert. Die Funktion ist also völlig identisch mit dem der parallelen Humbucker. Lediglich die Auslöschun-

1.1 Funktion von Humbuckern im Strat-Format

Datum	Forum	Link
13.01.2005, 15:25	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=521428&postcount=9
gen fehlen, was ja auch der Sinn der Übung war! Ein <i>Zitat von Ray</i> <i>echter out of phase Effekt</i> für das Nutzsignal ist definitiv nicht vorhanden, sonst wären erhebliche Einbußen bei den tiefen Frequenzen die Folge! [/Fehler] ##### Kommen wir nun zum Thema Lautstärke: Die Typen mit einer Kompensationspule sind prinzipiell leiser, da nur eine Spule aktiv ein Nutzsignal liefert, daß durch die zweite Spule auch noch zum Teil kompensiert wird. Diese Dämpfung kann zusätzlich bis zu 12dB betragen. Um dieses Problem zu lösen, gibt es nur zwei Möglichkeiten: 1. Mehr Windungen Das ist aber nur im beschränkten Umfang möglich, da ganz einfach der Platz begrenzt ist. Man kann nun Platz schaffen, indem einfach dünnerer Draht verwendet wird, aber dann steigt der Widerstand der Spule, was sich wiederum dämpfend auf ihre Resonanz auswirkt. Bei einem Single-Coil wird aber gerade auf eine ausgeprägte Spitze der Resonanz Wert gelegt. 2. Verwendung von stärkeren Magneten Dadurch wird die Flußänderung und damit auch die induzierte Spannung vergrößert. Leider steigt damit auch der störende Einfluß des Magneten auf die Saiteschwingung (Stratitis). Man muß dann den Abstand zur Saite erhöhen. Damit wird der PU aber wieder leiser (Teufelskreis). DiMarzio hat anscheinend den ersten Weg gewählt, wie der große Gleichstromwiderstand des HS-3 (24kOhm) beweist. [Fehler]##### Die koaxialen Humbucker von Fender liefern dem gegenüber eine doppelt so große Spannung, da hier tatsächlich zwei Spulen aktiv sind. [/Fehler]##### Aber auch hier geht es baubedingt enger zu. Man bekommt nicht so viele Windungen auf die Wickelkörper. Es wird also auch etwas leiser. Um das zu kompensieren hat Fender sehr starke Magnete eingesetzt (bis zu 80mT, normaler Strat-PU: 30mT). Hier heißt es also: Abstand halten! In der Lautstärke halten die Noiseless in etwa mit normalen SC's mit.		
Datum	Kommentar	
06.06.2006	Dieser Beitrag gab den Anstoß, den Artikel „Der elektromagnetische Tonabnehmer als Wandler“ zu schreiben. Im Zuge der Recherche stellte sich heraus, daß der Beitrag einige sachliche Fehler enthielt: 1. Das Gedankenbeispiel zur Funktion der Fender Noiseless gibt nicht die tatsächliche Funktionsweise wieder. Ohne besondere Maßnahmen kompensiert sich auch die Spannung des Nutzsignals. 2. Der koaxiale Humbucker von Fender (Noiseless) liefert nicht eine doppelt so große Spannung. Es ist tatsächlich nur eine Spule aktiv. Diese Fehler wurden im Beitrag nachträglich gekennzeichnet. Wer an vollständigen Informationen zum Thema koaxiale Humbucker interessiert ist, sollte das Kapitel 3 in [1] lesen.	

1.2 Der elektromagnetische Tonabnehmer als Wandler

Datum	Forum	Link
03.02.2005, 14:02	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showthread.php?p=555945#post555945
03.02.2005, 16:35	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?t=7195
08.02.2005, 11:30	Guitarworld.de	http://www.guitarworld.de/forum/der-elektromagnetische-tonabnehmer-als-wandler-t4684.html
08.02.2005, 12:51	Guitartalk	http://www.musiker-netz.de/guitartalk/cutecast.pl?session=7TWs9T6mtKkFMmaFOeQNIBWP08&forum=14&thread=2284

Basierend auf diesem [Thread](#) habe ich nach umfangreichen Recherchen einen Aufsatz zum Wandlungsprinzip bei elektromagnetischen Tonabnehmern erstellt.

Da es etwas umfangreicher ausgefallen ist, stelle ich es [hier](#) als PDF-Datei zum Download bereit.

Für Kommentare und ernst gemeinte Kritik bin ich jederzeit offen. Vielleicht läßt sich dieses Dokument ja noch verbessern, damit auch Nichttechniker es verstehen. Also, immer her mit Eurer Meinung.

Um die vielleicht entstehende Diskussion einzugrenzen, soll es hier nur um das Wandlerprinzip und den Aufbau der Tonabnehmer gehen. Die elektrischen Eigenschaften und die daraus resultierende Übertragungscharakteristik (Klang) sind jedoch eine andere Baustelle (auch hier tummelt sich schon was auf meinem Rechner, dauert aber noch

Datum	Kommentar

1.3 Warum reagieren PU's auf Schallwellen?

Datum	Forum	Link
04.02.2005, 22:46	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=120209&postcount=13
<i>Zitat: fsultra</i> <i>Warum reagieren PU's auf Schallwellen? Also, wenn man dagegenschreit, dann hört man's auch am Verstärker?</i> <i>Das kann nur geschehen, wenn irgendwas, die Induktion beeinflussendes, beweglich ist. Also die Drahtwicklung (besonders bei billigen PU's) und die Magnete. Versetzt man das PU in mechanische Schwingungen sorgt die Bewegung dieser Teile für eine Induktionsspannung, die.....</i> <i>Auch wirken die Blechkappen häufig als gute Membran.</i> <i>Ein guter Tonabnehmer zeichnet sich also dadurch aus, daß wirklich alles bombenfest ist.</i> <i>Es gibt allerdings Leute, die die Meinung vertreten, daß vergossene oder gewachste PU's irgendwie steriler klingen. Besonders den aktive EMG's wird das manchmal nachgesagt. Die in meiner Arbeit dargelegten Prinzipien und auch die, die den „Klang“ betreffen, lassen eine entsprechende Erklärung nicht zu. Das soll jedoch nicht heißen, daß dieser Effekt nicht existiert. Ich habe dann nur keine Erklärung dafür. Ist noch eine harte Nuß....</i>		
Datum	Kommentar	

1.4 Conrad Humbucker

Datum	Forum	Link
01.04.2005, 10:46	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1044108&postcount=7

Zitat: BlackZ

Bei anderen Sachen mag so ein Spruch stimmen, ja. Aber pickups sind doch nur Magneten mit ner Drahtspule drum herum, wieso sollte da ein Pickup von einem "renomierten pickupbauer" der 200€ für einen Pickup verlangt, so viel besser sein, als der Conrad-Humbucker für 10€?

Einen elektromagnetischen Tonabnehmer auf einen Magneten mit Drahtspule zu reduzieren, ist doch ein wenig dünn. Ich will hier keinesfalls den Herstellern von Austauschtonabnehmern das Wort reden, aber es kommt auf die Komposition an.

Zitat: BlackZ

nun ja, vielleicht sind die magneten des teuren pickups spezielle magneten die nach irgendeinem supertollem verfahren ausgewählt worden sind, aber alnico ist alnico, und eben diese magneten hat conrad auch verbaut.

Bei AlNiCo beeinflusst die Stärke des Magneten die Induktivität und damit die Lage der Resonanzfrequenz.

Nebenbei bemerkt gibt es unterschiedliche Grade von AlNiCo und selbst hier existiert kein Standard. Folglich ist AlNiCo5 von Hersteller A ggf. etwas anderes als AlNiCo5 von Hersteller B.

Die Weicheisenkerne der Pole spielen hier auch eine wesentliche Rolle (Stichwort relative Permeabilität μ_r). Zusätzlich können hier auch Wirbelströme fließen, die die Spitze der Resonanz dämpfen.

Zitat: BlackZ

Vielleicht sind die Pickups des teuren Herstellers gegen Mikrophonie behandelt. Aber so ein Wachsbad kann man auch sehr einfach selber machen, sollte also kein so großes Problem sein, falls das bei den Conrad-Humbuckern nicht gemacht worden wäre....

Wird die Wicklung unsauber, locker, schlecht aufgebracht, so steigt die Wicklungskapazität an und die Resonanzfrequenz sinkt. Der Tonabnehmer verliert „Höhen“ und klingt „mittiger“. Gleichzeitig wird er anfällig für Mikrofonie.

Ein Vergießen oder Wachsen ist bei vielen Gitarristen umstritten, weil man solchen Tonabnehmern eine gewisse Sterilität nachsagt.

Zitat: BlackZ

vielleicht stimmen die Anzahl der Wicklungen beim Billig-Humbucker nicht überein.

Die Anzahl der Windungen und der verwendete Draht bestimmen, neben dem Magneten und der Grundplatte, maßgeblich die elektrischen Eigenschaften des Tonabnehmers. Wird das ganze in Unkenntnis der tatsächlichen Zusammenhänge einfach so zusammengebaut, so ist das „klangliche“ Endergebnis sehr ungewiß.

Viele Hersteller von Tonabnehmern gehen bei der Entwicklung nicht wissenschaftlich vor, sondern sie bauen eine ganze Reihe von Prototypen, bis das Ergebnis gefällt. Dieses Rezept wird dann immer wieder kopiert.

Wer diese Erfahrung nicht hat, erleidet leicht Schiffbruch. Es kommt dann zwar ein Ton raus, aber das „klangliche“ Ergebnis überzeugt einfach nicht.

Zitat: BlackZ

und am Ende ist doch sowieso nur der Klang entscheidend, nicht der Name. Ausprobieren und wenns nicht gefällt einfach wieder über ebay verscherbeln... 10€ sind nicht die Welt...

Das ist tatsächlich der entscheidende Punkt. Wer weiß denn, wo die PU's von Conrad gebaut werden? Man munkelt, daß einige SD-PU's in Asien von Schaller gefertigt werden. So viele

1.4 Conrad Humbucker

Datum	Forum	Link
01.04.2005, 10:46	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1044108&postcount=7
<i>Hersteller von Tonabnehmern gibt es weltweit dann doch nicht. Erlaubt ist, was gefällt (und klingt)! Wenn es billig, pardon preiswert, ist, umso besser!</i>		
Datum	Kommentar	

1.5 Resonanzfrequenzen von SD-Humbuckern

Datum	Forum	Link
01.04.2005, 10:46	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=651084&postcount=1

Ich habe mal in meiner Datenbank gestöbert. Nachfolgend die Resonanzfrequenzen für einige parallele Humbucker in Reihenschaltung von Seymour Duncan.

Als Belastung wurde eine typische Beschaltung mit Lautstärke- und Tone-Potentiometer (500kOhm), Tone-Kondensator (22nF) 7m Kabel (700pF) und einem Verstärkereingangswiderstand von 1MOhm berücksichtigt.

In der Praxis können die Ergebnisse etwas variieren, da die Daten von SD teilweise unvollständig sind. Die fehlenden Werte wurden dann mit Hilfe von Statistik aus den Daten von insgesamt 160 Tonabnehmern abgeschätzt. Man kann grundsätzlich sagen, je höher die Resonanzfrequenz, desto heller der Klang.

Hier nun die Daten:

Tonabnehmer	Resonanzfrequenz
SH55 Seth Lover Model (Neck)	2.985 kHz
SH2 Jazz Model (Neck)	2.976 kHz
SH10 Full Shred (Neck)	2.945 kHz
SHPG1 Pearly Gates (Neck)	2.934 kHz
SH1CN '59 Model (Neck)	2.934 kHz
SH8 Invader (Neck)	2.932 kHz
SH1 '59 Model (Neck)	2.864 kHz
APH1 Alnico Pro II (Neck)	2.859 kHz
SH2 Jazz Model (Bridge)	2.805 kHz
APH1 Alnico Pro II (Bridge)	2.792 kHz
SH1 '59 Model (Bridge)	2.694 kHz
SH55 Seth Lover Model (Bridge)	2.688 kHz
SHPG1 Pearly Gates (Bridge)	2.686 kHz
SH1CN '59 Model (Bridge)	2.686 kHz
SH12 Screamin' Demon	2.533 kHz
SH6 Distortion (Neck)	2.256 kHz
SH5 Custom	2.131 kHz
SANT- HN Antiquity Humbucker (Neck)	2.103 kHz
SH14 Custom 5	2.085 kHz
SH10 Full Shred (Bridge)	2.073 kHz
SH11 Custom Custom	2.067 kHz
SH13 Dimebucker	2.063 kHz
SH8 Invader (Bridge)	2.020 kHz
SH3 Stag Mag	2.018 kHz
SANT- HB Antiquity Humbucker (Bridge)	1.972 kHz
SH4 JB Model	1.969 kHz
SH6 Distortion (Bridge)	1.958 kHz

Datum	Kommentar

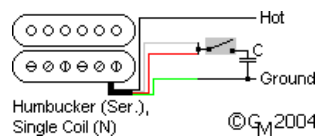
1.6 Humbucker als Pseudo-Single-Coil

Datum	Forum	Link
23.07.2005, 22:36	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=174636&postcount=1
23.07.2005, 22:46	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=846492&postcount=1

Das man einen Humbucker durch Kurzschluß einer der beiden Spulen quasi zum Single-Coil „degradieren“ kann, ist weitläufig bekannt und wird in vielen Gitarren auch schon ab Werk implementiert. Leider kauft man mit diesem Trick auch den Nachteil der Single-Coils: Das Brummen!

Was viele jedoch nicht wissen: Man kann auch hier das Brummen zumindest reduzieren und das geht so:

Da das Brummen in aller Regel eine tieffrequente Sache ist (50 Hz), muß man dafür sorgen, daß der Kurzschluß einer Spule bei niedrigen Frequenzen nicht wirksam ist. Man benötigt also eine Art Hochpaß. Zu diesem Zweck eignet sich ein Kondensator sehr gut.

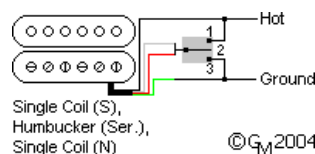


Der Kurzschluß einer Spule erfolgt jetzt über den Kondensator C. Er hat für niedrige Frequenzen einen großen und für hohe Frequenzen einen kleinen Widerstand und sorgt dafür, daß die Resonanzfrequenz der „kurzgeschlossenen“ Spule auf einen tiefen Wert gelegt wird. Dadurch liefert diese Spule bei hohen Frequenzen zum Gesamtsignal quasi keinen Anteil mehr. Sie ist lediglich bei tiefen Frequenzen aktiv. Damit bleibt die Brummunterdrückung erhalten. Aufgrund dieser Tatsache arbeitet der Tonabnehmer also nur als „Pseudo“-Single-Coil (Daher der Name Bratkartoffel).

Die Dimensionierung hängt ein wenig von den Kennwerten der Spule (L, C, R) ab. Ein Wert von 22nF bis 220nF hat sich in der Praxis bewährt. Damit wird die Resonanzfrequenz bei gängigen Humbuckern auf Werte zwischen 800Hz und 100 Hz gelegt. Mit ein paar verschiedenen Kondensatoren kann man sicherlich die für das Pickup geeignete Lösung durch Probieren ermitteln.

Das dieser Trick gar nicht mal so schlecht ist, geht allein schon daraus hervor, daß Leo Fender dafür ein Patent erhielt.

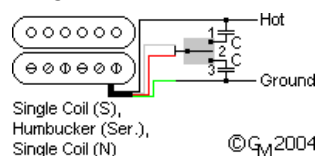
Wer für diese Schaltfunktion einen Mini-Schalter einbauen will, der sollte gleich aufs Ganze gehen:



Der Tonabnehmer wird gemäß Bild, an einen einpoligen Umschalter mit Mittelstellung Aus (ON/OFF/ON) angeschlossen. Es ergeben sich 3 Betriebsarten:

1. Betrieb der Süd-Spule als Single-Coil.
2. Betrieb als Humbucker in Reihenschaltung.
3. Betrieb der Nord-Spule als Single-Coil.

Wenn man das ganze als Pseudo-Single-Coil haben will, sieht es so aus:



Ich habe diese Schaltung lange Jahre in meiner [ES-700](#) gehabt und war damit sehr zufrieden! Der klangliche Unterschied zum „normalen“ Split war marginal! Als Kondensator hatte ich

1.6 Humbucker als Pseudo-Single-Coil

Datum	Forum	Link
23.07.2005, 22:36	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=174636&postcount=1
23.07.2005, 22:46	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=846492&postcount=1
<i>220nF eingesetzt.</i> <i>Wenn man mich fragt, ein heißer Tip!</i> <i>Na denn, ran an den LötKolben!</i>		
Datum	Kommentar	

1.7 Humbucker vs Single-Coil

Datum	Forum	Link
02.08.2005, 14:25	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=177863&postcount=37
<i>Frage am Rande: Sind Humbucker dann quasi einfach nur zwei Singlecoils direkt nebeneinander?</i> <i>In erster Näherung ja. Schaut man jedoch hinter die Kulissen, so findet man viele Dinge, die doch ein wenig anders sind.</i> <i>Beim Gibson-Humbucker und seinen Nachbauten (also fast alle parallelen Humbucker) sind die beiden Spulen magnetisch gekoppelt und es ergibt sich ein Trafoeffekt. Man kann die Spulen daher nicht für sich isoliert betrachten.</i> <i>Benutzt man nur eine Spule, bleibt jedoch das Magnetfeld in seiner Breite erhalten. Man hat dann quasi einen Single-Coil mit der magnetsichen Breite eines Humbuckers, was wiederum Konsequenzen für den "Klang" des Tonabnehmers hat.</i> <i>Single-Coils verfügen in der Regel über 6 einzelne Stabmagnete. Bei den Humbuckern wird das Feld eines Barrenmagneten durch Eisenkerne nach oben geführt. Dadurch ergeben sich für beide PU-Typen unterschiedliche Wirbelstromverluste.</i> <i>So viel auf die Schnelle</i>		
Datum	Kommentar	

1.8 Austausch Tonabnehmer und preiswerte Gitarre

Datum	Forum	Link
07.06.2006, 11:38	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=269598&postcount=8
<i>Zitat von Mr. Mackie Messer</i> <i>Ist der Sound mit besseren Pick-Ups revolutionär im Gegensatz zu den Standard-Dingern? Bzw. ab wieviel Euronen lohnt sich's? (fürn Anfänger?)</i> Man sollte von Tonabnehmern generell nicht zuviel erwarten. Es sind keine Zauberboxen, sondern technische Geräte, deren Eigenschaften sich exakt beschreiben lassen. Nur leider liefern die wenigsten Hersteller die entsprechenden Informationen, sondern benutzen eher bunte Bildchen und blumige Sprüche, die bei näherem Hinsehen nur wenig Substanz haben. Generell kann ein Tonabnehmer nur das übertragen, was er von der Gitarre geliefert bekommt. Aus einer schlechten Grundlage, kann also auch der teuerste Tonabnehmer kein supertolles Ergebnis machen. Ob der Unterschied dann wirklich „revolutionär“ ist, hängt von vielen Dingen und nicht nur von den Tonabnehmern ab. Ich habe schon häufig erlebt, daß ein schlechtes Anschlußkabel alle Höhen verschluckt hat. Da hilft dann auch der beste Tonabnehmer nichts! Ab wann sich der Austausch eines Tonabnehmers aus finanzieller Sicht lohnt, ist eine zwiespältige Frage. Bei den bekannten Markenherstellern (SD, DM, Gibson, Fender,...) ist man in der Regel ab 80 Euro dabei. Für einen Burstbucker Pro sind dann schon mal bis zu 180 Euro fällig und komplette Single-Coil-Sets für die Strat können bis zu 280 Euro kosten. Solche Sensoren in eine Gitarre für 120 Euro einzubauen ist allein aus wirtschaftlicher Sicht Blödsinn, da die PU's dann teurer sind also das ganze Instrument! Abgesehen davon liefern die billigen Instrumente in der Regel nicht eine geeignete klangliche Grundlage, da sie meist aus schlechten oder zumindest nicht so geeigneten Hölzern bestehen und auch die Verarbeitung schlechter ist. Alternativ dazu gibt es eine Reihe von unbekannten Herstellern, die teilweise sehr viel preisgünstiger als die Großen sind. Ob damit gleichfalls eine schlechtere Qualität der angebotenen Tonabnehmer einhergeht, sei mal dahin gestellt. In jedem Fall ist der grundsätzliche Aufbau aller dieser Tonabnehmer immer gleich (siehe dazu Guitar-Letter I). Wenn wenig Höhen da sind, kann es manchmal lohnend sein, die Potentiometer gegen andere mit einem höheren Widerstand auszutauschen (also 250kOhm -> 500kOhm oder 1MOhm, aber immer logarithmisch!). Wie man den Klang sonst nach auf preiswerte Weise verändern kann, ist in Guitar-Letter II nachzulesen.		
Datum	Kommentar	

2 Übertragungsverhalten

2.1 Tri-Sound beim Humbucker

Datum	Forum	Link
27.10.2004, 14:27	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=81187&postcount=6

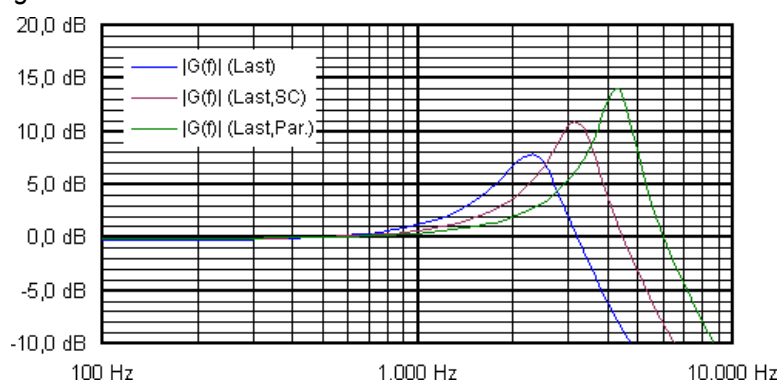
Zitat von Biomech

Zum einen wollt ich mal wissen, worin denn der Unterschied zwischen in Reihe, seriell und parallel geschalteten Tonabnehmern besteht?

Zum anderen will ich meine Strat etwas umgestalten, da ein Poti komplett im Eimer is, und eins Irgendwie auch nimmer so recht will. Daher wollt ich mal wissen, worin denn der Unterschied zwischen 250 und 500 kOhm besteht. Momentan sind alles 500er.

Die drei Betriebsarten „Humbucker in Reihe“, „Humbucker parallel“ und „Single-Coil“ beeinflussen die Übertragungscharakteristik des Tonabnehmers. Das heißt, es ändert sich die Resonanzfrequenz und die Ausprägung der Resonanz.

Für den Tonabnehmer „Aria Protomatic-V“ ($L=6,16\text{H}$, $C=47,5\text{pF}$, $R=11,8\text{kOhm}$) ergeben sich bei einer kapazitiven Belastung mit 700pF und einer für die Les Paul typischen ohm'schen Belastung von 500kOhm und 1 MOhm Eingangswiderstand des Verstärkers dann folgende Amplitudengänge:



Hier die charakteristischen Werte:

Reihe: 2,256kHz / 7,91dB

Single: 3,156kHz / 11,01dB

Parallel: 4,259kHz / 14,16dB

Ausgehend von der Reihenschaltung steigt die Resonanzfrequenz um den Faktor Wurzel aus 2 bei Single-Coil und um den Faktor 2 bei Parallelbetrieb.

Der Klang der Gitarre wird damit heller.

Eine solche Modifikation muß aber nicht unbedingt von Vorteil sein, denn wenn man ein Instrument mit schlechten Eigenschaften im Höhenbereich hat (ich meine jetzt nur Korpus, Hals, Saiten,...), dann wird ein Pickup mit höherer Resonanzfrequenz das nun offen zutage fördern.

Ich persönlich habe alle meine Gitarren (Aria ES-700, Bj. 1978, Aria CS-400 BG, Bj. 1982) so ausgerüstet. Die alten Ladies sind dann plötzlich sehr flexibel.

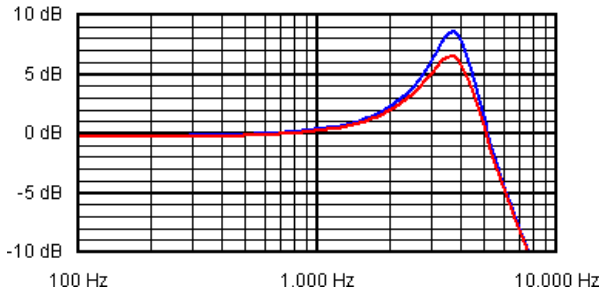
Meine Ibanez Musician (MC300S, Bj. 1981) hat diesen Mod schon ab Werk.

Für den Wert des Lautstärkepotis kann man generell sagen, je kleiner der Wert desto größer die Dämpfung der Resonanzspitze. Die Strats haben alle eine Resonanzausprägung von 8dB oder mehr. Das wird manchmal als ein wenig „spitz“ empfunden. Deshalb werden hier gerne 250kOhm eingesetzt. HH-Gitarren haben in der Regel 500kOhm , da die ohnehin schon schwache Ausprägung von gut 5-6dB noch weiter verringert würde.

2.1 Tri-Sound beim Humbucker

Datum	Forum	Link
27.10.2004, 14:27	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=81187&postcount=6
<i>Den Effekt dieser Dämpfung kann man auch mit dem Ton-Pot ausprobieren: Im oberen Drittel der Einstellung tritt genau diese Dämpfung auf. Erst danach wird die Grenzfrequenz des Tiefpasses noch unten verschoben und die ganze Sache fängt an dumpf zu werden.</i>		
Datum	Kommentar	

2.2 Unterschied 500kOhm vs 250kOhm beim Volume

Datum	Forum	Link
27.10.2004, 14:55	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=81225&postcount=8
<i>Zitat von StrangeSound</i> <i>SingleCoils brauchen weniger Widerstand, da sie weniger Output besitzen.</i> <i>Meine Frage: Wenn man einen Humbucker nimmt und einmal einen 500er und später 250er verbaut, muesste es doch beim 250er mehr Druck geben oder?</i> <i>Fragen über Fragen...</i> Oh Mann! hier wird aber so einiges mangels technischem Hintergrund durcheinander geworfen. Gut, daß dem so ist, denn sonst würden die Hersteller weniger Austauschtonabnehmer für teures Geld verkaufen Aber zur Sache: Single-Coils haben in der Regel eine ausgeprägtere Resonanz als Humbucker. Da dieses häufig als zu spitz empfunden wird, werden dort gerne Potis mit 250kOhm eingesetzt. Das ganze wird dann ein wenig gefälliger. Wer Fender Noiseless in seine Strat eingebaut hat, der fand in der Verpackung 500k Pots. Diese Humbucker haben nämlich keine so ausgeprägte Resonanz. Die Übertragungscharakteristik eines Fender Strat-PU mit 500k und 250k Poti ist hier:  Rot zeigt den Verlauf mit 250k und Blau... Die Sache mit „weniger Widerstand, da sie weniger Output besitzen“ ist ganz einfach Blödsinn. Der tatsächliche Effekt ist im Bild zu sehen. Ansonsten möchte ich auf mein erstes Posting verweisen (Mann, da hab ich mich ja gut eingeführt)!		
Datum	Kommentar	

2.3 Lastkondensator bestimmen

Datum	Forum	Link
27.10.2004, 18:22	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=81321&postcount=14
<i>Zitat von FarinU</i> <i>Das kannst du nicht pauschal sagen, da die PUs in ihrem Verhalten zu unterschiedlich sind (auch beim gleichen Typ). Die gewünschten Frequenzen musst du vorher festlegen und dann die Kapazität des Kondensators ausrechnen. Deswegen gehen auch viele nach dem Motto: "Versuch macht klug" vor und kaufen einfach ein paar Kondensatoren und löten die halt ein.</i> <i>Danke für die Hilfe!</i> <i>Natürlich kann man den entsprechenden Kondensator nur bestimmen, wenn man die Daten des Tonabnehmers hat (Widerstand, Induktivität, Kapazität). Aber auch die äußere Beschaltung durch Potis, Tone, Kabel und Verstärkereingang spielt eine Rolle.</i> <i>Leider tun sich die Hersteller der PU's sehr schwer mit solchen Daten. Meine diesbezüglichen Anfragen wurden in der Regel mit „Sorry, confidential“ beantwortet. Ist ja auch klar warum, sonst kann ich den Kondensator ja ausrechnen und die Jungs gehen leer aus.</i> <i>Ich habe mittlerweile eine recht umfangreiche Liste mit Daten zusammengestellt. Mit denen kann ich dann meinen Simulator füttern und dann erhalte ich solche Bilder wie in meinem ersten Beitrag. (Wohlgemerkt simuliere ich die gesamte Schaltung!)</i> <i>Man kann dann schnell sehen, was möglich ist und was nicht.</i> <i>Aus einem Standard Gibson HB ($L=3,8H$, $R=7,5k\Omega$ und $C=130pF$) wird mit einem parallelem $680pF$ Kondensator dann der DiMarzio SDHP ($2,8kHz \rightarrow 2 kHz$)</i> <i>Wer diese Möglichkeiten nicht hat, der probiert dann eben, wie Du schon ganz richtig bemerkt hast. Werte zwischen $220pF$ und $4,7nF$ sind da eine gute Wahl.</i> <i>Die Theorie ist zwar ganz schön, aber in der Praxis kommt es darauf an, wie es klingt. Sind die Angaben des Herstellers ungenau oder entspricht mein PU gar nicht dieser Spec, dann hilft die beste Mathematik nichts! Also, ausrechnen ist gut, ein abschließender Hörtest aber unumgänglich.</i> <i>Ach ja, den Kondensator schaltbar zu machen, ist dann noch eine schöne Variante. Dann habe ich den alten, etwas höhenbetonten Sound und den neuen. In meiner Aria ES-700 gibt es dafür gleich einen 6-fach Drehschalter.</i> <i>Klar ist natürlich, daß man auf diesem Wege aus einem SC keinen HB machen kann. Hier spielen noch andere Effekte eine Rolle.</i>		
Datum	Kommentar	

2.4 Herstellerangaben über Tonabnehmer und Simulation

Datum	Forum	Link
27.10.2004, 20:14	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=81383&postcount=16
<i>Zitat von FarinU</i> <i>In manchen Fällen können die Hersteller auch keine Angaben machen z.B. wenn sie die PUs einfach voll wickeln. Dann muss man eben messen und rechnen. Wie genau ist denn deine Simulation? Berechnest du auch noch den Leitungswiderstand mit ein oder lässt du den außen vor? Und mit welchen Prog machst du die Sim? Mit Excel (dein Graph sieht nämlich nach Excel aus).</i> Wenn der Hersteller eines technischen Gerätes keine vernünftigen Angaben zu den technischen Eigenschaften machen kann, dann hat er ein Problem! Wie will er mir, seinem Kunden garantieren, daß die von ihm genannten Eigenschaften auch eingehalten werden können? Das heißt, wenn z.B. die Magnete oder Kerne der Spule innerhalb der Produktion eine andere Permeabilität (schweres Wort) haben, dann ändert sich eben auch die Induktivität und somit auch die Lage der Resonanzfrequenz. Da hilft es wenig, wenn ich immer 7895 Windungen wicke! Also, kann ich jetzt 10 PU's einer Sorte mit den gleichen Eigenschaften kaufen, oder sind die schönen Aussagen aus den Hochglanzprospekten nicht das Papier wert..., weil die PU's ganz gewaltig in ihrer Übertragungscharakteristik streuen? Das Messen stellt für jemanden, der kein Labor zur Verfügung hat, ein großes Problem dar. Die weitverbreitete Ansicht „Ich messe den Gleichstromwiderstand und weiß dann, wie das Teil klingt!“ ist leider irreführend. Viel wichtiger ist die Bestimmung von L und C. Das setzt aber eine nicht ganz einfache Wechselstrom-Meßreihe voraus. Als Test-Ing. bin ich diesbezüglich bestens informiert. Tatsächlich macht bei mir Excel die Simulation. Grundlage ist jedoch die Berechnung der komplexen Übertragungsfunktion. Das schließt dann das Modell des Tonabnehmers, die Gitarrenelektronik, sowie Kabelkapazität und Eingangswiderstand des Verstärkers (oder ersten Bodentreeters) ein. Für die Übertragungsfunktion ist dann der E-Ing. mit viel Mathematik gefragt. Excel ist da eindeutig überfordert! Es dient nur zur Visualisierung verschiedener Schaltungen. Die Leitungswiderstände innerhalb der Gitarre sind sehr gering ($< 1 \text{ Ohm}$), beim Gitarrenkabel (typ. 28 Ohm/m) treten sie auch nicht so störend in Erscheinung. 10m Kabel wären dann 200 bis 300 Ohm. Der sich daraus ergebende Tiefpaß hat mit Sicherheit eine relativ hohe Grenzfrequenz.		
Datum	Kommentar	

2.5 Induktivität aus Gleichstromwiderstand bestimmen

Datum	Forum	Link
28.10.2004, 11:01	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=81510&postcount=19

Zitat von FarinU

Du kannst aber mit dem Gleichstromwiderstand über umwege L bestimmen (das muss ich dir ja nicht sagen) C ist sowieso klar. Das mit den Herstellern ist ja bekanntlich so eine Sache, so lassen sich z.B. bei den Burstbuckern oder Texas Special PUs die Daten nicht einfach bestimmen, da dürften Abweichungen von 5% drinnen sein. Aber ich will mich mit dir nicht anlegen, du bist schließlich E-Ing. und ich nur LKler in E-Technik ...

Leider geht das so nicht, denn die Induktivität einer Spule ist abhängig von

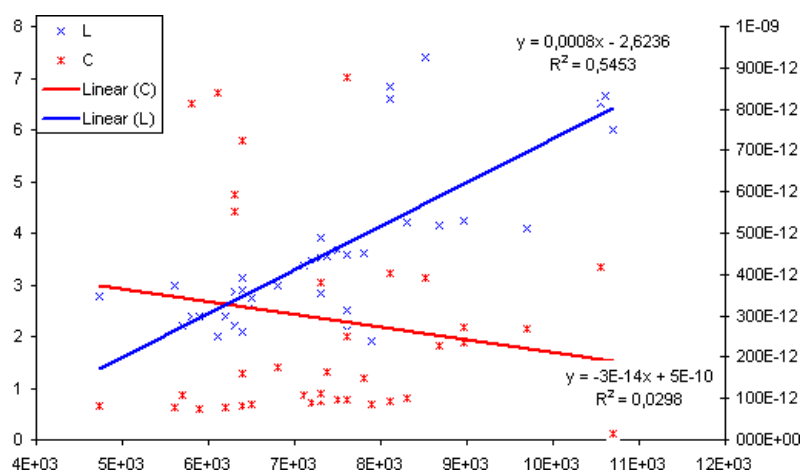
1. Der Fläche, die von der Spule umschlossen wird,
2. der Anzahl der Windungen und
3. von der sogenannten Permeabilität.

Ein Gleichstromwiderstand ist hier nirgends enthalten!

Natürlich kann man, in gewissem Rahmen vom Gleichstromwiderstand auf die Windungen schließen, denn es gilt: Je mehr Windungen, desto größer der Widerstand!

Ein solcher „Vergleich“ ist aber nur haltbar, wenn man Pickups mit gleicher Geometrie und Permeabilität vergleicht. Natürlich muß auch die gleiche Drahtdicke verwendet werden, sonst kommt noch ein unterschiedlicher spezifischer Widerstand des Drahtes ins Spiel.

Ich habe einmal alle mir zur Verfügung stehende Daten der Single-Coils in einem Plot dargestellt und einen linearen Trend für L und C erstellt:



Es ist zu erkennen, daß gilt:

1. Je größer der Widerstand, desto größer die Induktivität.
2. Je größer der Widerstand, desto kleiner die Kapazität.

Aber, schaut man sich mal die Abweichungen an, so ist festzustellen, daß diese sehr groß ausfallen. bei $R^2=0,5$ ist eine lineare Beziehung zwischen R und L zumindest fragwürdig. Mit $R^2=0,03$ ist die lineare Beziehung zwischen R und C unhaltbar!

Diese Streuungen sind auf die unterschiedlichen Bauweisen der einzelnen PU's zurückzuführen.

Quintessenz:

Ein Schluß vom Gleichstromwiderstand eines Tonabnehmers auf seine Induktivität ist nur unter bestimmten Bedingungen möglich und immer nur als Abschätzung aufzufassen.

2.5 Induktivität aus Gleichstromwiderstand bestimmen

Datum	Forum	Link
28.10.2004, 11:01	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=81510&postcount=19
<i>Was dann noch fehlt ist die Bestimmung der Kapazität. Beides aus dem Widerstand abzuleiten führt mit Sicherheit zu falschen Ergebnissen, denn wir suchen ein Wechselstromverhalten.</i> <i>Ich persönlich gehe einen anderen Weg. Wenn ich nur rudimentäre Daten von einem PU habe (z.B. nur R und L von Fender), so kann man mit Hilfe von Statistik eine recht brauchbar Abschätzung für C erhalten. Aber wohlgemerkt, ist das nur eine Abschätzung, die umso ungenauer ist, je weniger Informationen vorliegen.</i> <i>Der häufig zu hörende Zusammenhang zwischen Widerstand und Klang ist schlicht und ergreifen falsch und durch nichts zu belegen. Wer es dennoch versuchen möchte, wird von mir prompt ein Gegenbeispiel erhalten.</i>		
Datum	Kommentar	

2.6 Die Übertragungscharakteristik eines SH-2B

Datum	Forum	Link
01.11.2004, 14:20	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=82898&postcount=2

Zitat von Foxus

Ja ich habe einen Sh2 im Neck.

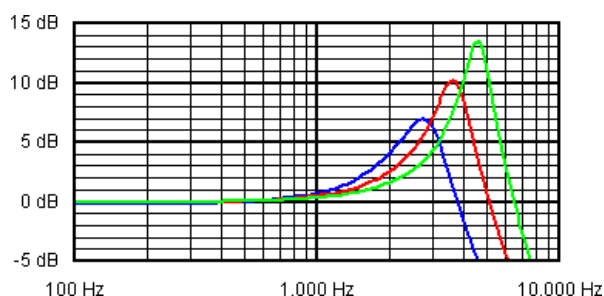
Der Sh 2 ist in meiner Paula und ganz alleine mit nem Volume und Tone Poti beschaltet. Hat direkten ausgang zum Input.

So, nun ist der irgendwie zu hell, das macht sich so bemerkbar, das die hohen Töne schrill werde, ist das normal bei dem Sh-2?, weil ich bekomme das einfach nicht weg.

edit:

Habe grad mal bei Harmony central gestöbert. Scheint normal zu sein. Wenn ich den splitte, dann hört sichs so an wie ne Akkustik.

Das Übertragungsverhalten des SH-2B sieht so aus:



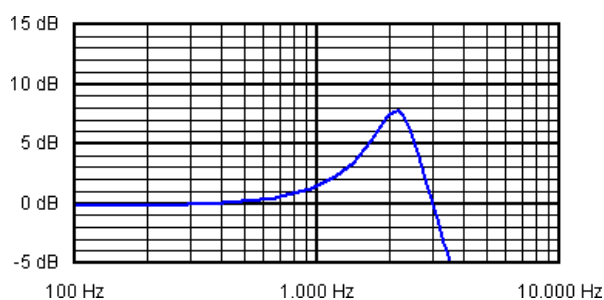
Dabei ist blau der Verlauf als Humbucker in Reihenschaltung ($f_0=2,8\text{kHz}$), Rot als Single-Coil ($f_0=3,8\text{kHz}$) und grün als Humbucker in Parallelschaltung ($f_0=4,7\text{kHz}$).

Die Simulation gilt für ein Kabel mit 700pF, Potis von 500kOhm und einem Eingangswiderstand des Verstärkers von 1MOhm.

Wenn man den SH-2 in der klassischen Art betreibt (seriell), dann ist er ein „brillanter“ Vertreter seiner Art, mit einer auch sehr gut ausgeprägten Spitze.

Als Single-Coil ist er schon sehr gut mit einem Strat-PU zu vergleichen.

Wenn man einen eher warmen und singenden Klang möchte, so muß die Resonanz, wie beim „Gibson 490“ in etwa bei 2,1kHz liegen. Um das zu erreichen, schaltet man parallel zum PU (vor dem Wahlschalter) einen Kondensator von 560pf. Das Ergebnis für die Reihenschaltung sieht dann so aus:



Vermutlich wird man mit 470pF, 560pF oder 680pF das gewünschte Ergebnis in der Praxis erreichen.

Datum	Kommentar

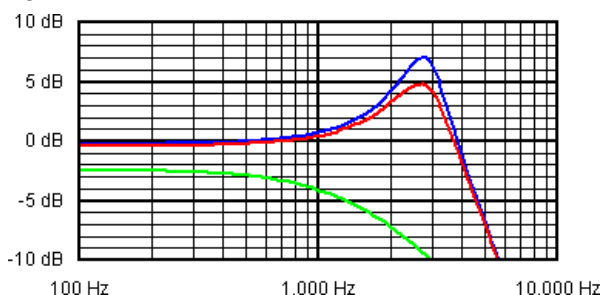
2.7 Volume-Poti und Resonanzfrequenz

Datum	Forum	Link
02.11.2004, 10:38	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=83157&postcount=21

Zitat von 2Bueffelherden

ich meine gerade mit schrecken fest zu stellen, dass ich vor einigen jahren unwissenderweise in eine meiner passiven humbuckergitarren 25k ohm potis von emg eingebaut hab. kann das sein? emg hat ja damals ausschließlich aktive tonabnehmer hergestellt... ist das also möglich? und: was für konsequenzen hätte das? wenn ich das richtig sehe doch ein drastisches schlucken der höhen, oder?

Ob Höhen geschluckt werden oder nicht, hängt davon ab, wo die Resonanzfrequenz Deiner Tonabnehmer liegt. Was jedoch mit der Resonanz bei verschiedenen Werten für das Lautstärke-Poti passiert, zeigt das nächste Bild:



Hier ist das Verhalten eines Gibson Standard Humbucker ($L=3,8H$, $C=130pF$, $R=7.5k\Omega$) mit Volume- und Tone-Poti dargestellt. Der Tone-Kondensator hat $22nF$, spielt bei dieser Betrachtung aber keine Rolle. Als äußere Belastung wurden $700pF$ für das Kabel und $1M\Omega$ für den Verstärkereingang angenommen.

Die blaue Kurve zeigt die Übertragungscharakteristik bei einem Vol-Pot mit $500k\Omega$. Die Spitze ist mit 7dB gut ausgeprägt.

Mit $250k\Omega$ (Rot) bricht die Spitze auf 4,5dB ein. Ein Wert von $25k\Omega$ (Grün) führt quasi zu einer Vernichtung der Resonanz. Das gesamte Signal wird grundsätzlich um 2,5dB gedämpft (es ist also leiser) und die Grenzfrequenz des Tiefpasses liegt bei 1.5kHz.

Der Tonabnehmer mußte dann sehr weich aber etwas farblos klingen, da die Resonanz verschwunden ist. Für verzerrte Sounds mag das noch ganz brauchbar sein.

Mit $500k\Omega$ kann man eine vergleichbare Charakteristik erreichen, wenn der Tone auf 50% eingestellt wird (logarithmisches Poti). Allerdings entfällt die unerwünschte Grunddämpfung von 2,5dB dann. Siehe dazu auch mein Beitrag zum Thema Tone-Kondensator.

Wohlgermerkt tritt dieses Verhalten nur bei der Verwendung von hochomigen Tonabnehmern auf.

Datum	Kommentar

2.8 25kOhm-Potis für aktive EMG-Pickups

Datum	Forum	Link
02.11.2004, 15:22	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=83230&postcount=23
<i>Zitat von 2Bueffelherden</i> <i>ist es denn tatsächlich so, dass emg 25k ohm potis baut oder gaubaut hat, oder hab ich da irgendwas durcheinandergebracht?</i> EMG empfiehlt auf seiner Seite die Verwendung von 25kOhm Potis und das hat einen guten Grund: Wenn das Vol-Pot nicht ganz aufgedreht ist, liegt ein Teilwiderstand im Signalweg und bildet zusammen mit der Kabelkapazität einen Tiefpaß, der die Resonanzfrequenz negativ beeinflusst (Siehe mein anderer Beitrag). Dies gilt auch für aktive Pickups, die die Resonanzfrequenz auf elektronischem Wege erzeugen. Die Grenzfrequenz ist um so tiefer, je größer dieser Teilwiderstand ist. Um den Effekt also zu verringern, sollte das Poti einen möglichst kleinen Wert haben. Bei passiven Tonabnehmern ist das aber, wie schon früher erläutert, schlecht möglich. Eine weitere Begrenzung tritt durch den Innenwiderstand des Tonabnehmers auf: Laut EMG Dokumentation habe die aktiven PU's alle einen Innenwiderstand von 10kOhm. Der bildet mit dem Poti einen Spannungsteiler und verringert so die zur Verfügung stehende Lautstärke (bei 25kOhm sind das gut 3dB Verlust). Das kann man mit einem aktiven System durch größere Verstärkung natürlich leicht ausgleichen. Macht man das Poti noch kleiner, so muß der Verstärker mehr Strom liefern, um seine niederohmige Last zu treiben. Das würde sich dann negativ auf die Lebensdauer der Batterie auswirken. Hier gilt es also einen geeigneten Kompromis zu finden. 25kOhm scheinen da eine gute Wahl zu sein.		
Datum	Kommentar	

2.9 Koaxiale Humbucker im „Strat“-Format

Datum	Forum	Link
22.11.2004, 17:25	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?t=5357

So, jetzt ist es soweit. Ich starte mein erstes eigenes Thema.

Im Thread „[lace sensor pickups & neue Bünde auf ner Strat](#)“ erwähnte Grooveman, daß die Single-Coil-Pickups auf seiner Samick im Vergleich zu anderen Instrumenten sehr leise wären. Nachdem ich ein paar Daten zusammengetragen habe, möchte ich das Ergebnis und meine Schlußfolgerungen hier vorstellen:

Ausgangssituation

Groove hat auf seiner Samick eine HSS-Bestückung. Als Humbucker kommt ein Lace D-100 oder D-150 am Steg zum Einsatz. Die beiden Single-Coils sind DiMarzio YJM DP 217.

Lace liefert auf seiner Internetpräsenz Daten aus denen ich folgende elektrische Kennwerte errechnen konnte:

$L=4.7H$, $C=59pF$, $R=8.5k\Omega$ für D-100

$L=5.9H$, $C=100pF$, $R=10.5k\Omega$ für D-150

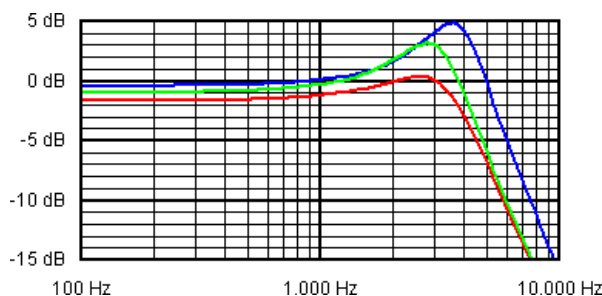
Diese Werte basieren auf der Annahme, daß Lace seine Angaben bei einer typischen Belastung (500k Ω Potis, 22nF Tone-Kondensator, 100pF Kabelkapazität, 1M Ω Verstärkereingangswiderstand) gemacht hat. Leider macht die Firma zu diesem Thema keine Angaben. Ein Vergleich mit anderen Tonabnehmern anderer Hersteller über die gesicherte Daten vorliegen, läßt jedoch vermuten, daß die Ergebnisse recht seriös sind.

Der YJM soll mit dem DiMarzio HS-3 identisch sein. Einziger Unterschied liegt in den Magneten. Sie sind staggered, daß heißt, sie schauen unterschiedlich weit aus dem Tonabnehmer heraus. In der Folge ist die Balance der Lautstärke der einzelnen Saiten des YJM verglichen mit dem HS-3 etwas anders. Elektrische Kennwerte für den HS-3 fanden sich bei Helmuth Lemme: $L=3.6H$, $C=80pF$, $R=24.1k\Omega$. Die Abweichung des Widerstandes im Vergleich zur Werksangabe liegt im Bereich der normalen Streuung.

Der HS-3 ist ein sogenannter „koaxialer“ Humbucker, bei dem unter der eigentlichen Tonabnehmerspule mit den Magneten eine zweite Brummkompensationsspule sitzt. Bedingt durch die Tatsache, daß ein Teil des Magnetfeldes auch in der Kompensationsspule wirksam ist, wird die Ausgangsspannung solcher Tonabnehmer dadurch verringert (typ. 75-85%). DiMarzio versucht das zu kompensieren, indem das Magnetfeld durch Führungsbleche nach oben zu den Saiten geführt wird. Eine 100%-tige Kompensation wird jedoch nicht zu erreichen sein. Ein Vergleich der Ausgangsspannungen von HS-3 (93mV) und „Class of '55“ (110mV) liefert einen Unterschied von 15% (16dB).

Übertragungsverhalten

Im nächsten Bild ist das Übertragungsverhalten des HS-3 im Vergleich zu einem Fender Strat-Tonabnehmer ($L=2.2H$, $C=110pF$, $R=5.7k\Omega$) dargestellt:



Die rote und grüne Kurve repräsentiert den HS-3 bei einer Belastung mit 250k Ω -Potis und 500k Ω Potis. Blau ist der Fender bei 250k Ω .

Es fällt auf, daß der HS-3 bei 250k Ω schon eine Grunddämpfung von gut 1.5dB aufweist. Die Überhöhung der Resonanz ist mit 2 dB recht schwach. Klanglich liegt der HS-3 mit einer

2.9 Koaxiale Humbucker im „Strat“-Format

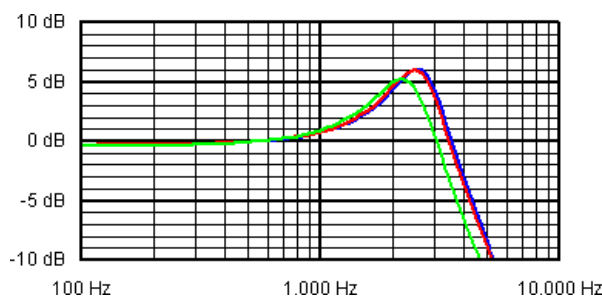
Datum	Forum	Link
22.11.2004, 17:25	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?t=5357

Resonanzfrequenz von rund 2.7kHz eher im oberen Bereich eines PAF's. Eine besondere Betonung dieses Frequenzbandes liegt aufgrund der schwachen Ausprägung von 2dB kaum vor.

Die schwache Resonanzausprägung als auch die recht hohe Grunddämpfung ist eine direkte Folge des sehr hohen Gleichstromwiderstandes. Dieser läßt auf eine große Anzahl von Windungen schließen. Das wurde vermutlich gemacht, um den bauartbedingten Lautstärkeverlust zu kompensieren. Wie schon weiter oben dargelegt, ist der HS-3 aber trotzdem nicht so „laut“ wie ein normaler Strat-Tonabnehmer.

Durch sein Übertragungsverhalten ist der YJM, wie auch der HS-3, gut für übersteuerte Sounds mit einem gewissen Höhenanteil einzusetzen. Das ist letztendlich auch der Sound, den man von Malmsteen gewöhnt ist. Den brillianten Klang einer typischen Strat vermag er jedoch nicht zu liefern. Aufgrund des hohen Gleichstromwiderstandes erscheint die Verwendung von Potis mit 500kOhm oder sogar 1 MOhm günstiger, um eine bessere Ausprägung der Resonanzspitze zu erhalten und damit den Klang etwas charakteristischer zu gestalten. Ein Dämpfung der Spitze ist durch die Benutzung des Tone-Pots immer möglich.

Der Lace D-100 ist vergleichbar mit dem DiMarzio Super 2. Hier die Übertragungsfunktion von D-100, -150 und Super 2 mit 500kOhm Potis:



Grün ist der D-150, Blau der D-100 und Rot der Super 2. Mit einer Resonanzfrequenz von 2.7kHz oder 2,3kHz zielen alle drei Tonabnehmer in Richtung PAF. Die Ausprägung der Resonanz ist mit 5 bis 6 dB im normalen Bereich einer Humbucker-Gitarre.

Bei der Verwendung von 250kOhm-Potis bricht die Spitze jedoch auf 1,5 bis 2dB zusammen. Die Grunddämpfung liegt dann bei 0,7dB.

Unterstellt man, daß durch die in etwa gleich Gleichstromwiderstände der drei PU's auch die gleiche Anzahl von Windungen aufgebracht wurden, so könnte man annehmen, daß die Lace in etwa die gleiche Ausgangsspannung wie der Super 2 liefern. Diese wird von DiMarzio mit 425mV angegeben. In Ermangelung einer Bezugsspannung, kann man damit jedoch nur relative Vergleiche anstellen!

Zusammenschaltung der Tonabnehmer

Lace D-1X0 und DiMarzio YJM (HS-3) passen eigentlich nicht zusammen. Der Lace wird vermutlich um den Faktor 425mV/93mV „lauter“ sein. Das entspricht 13 dB.

Schaltet man Lace und YJM zusammen, wird aufgrund des Mißverhältnisses der Gleichstromwiderstände und der höheren Ausgangsspannung, vermutlich immer der Lace der Klang dominieren.

Schlußfolgerungen

Um den YJM auf ein vergleichbares Lautstärkeniveau zu bringen, ist für diese PU's ein Vorverstärker zu empfehlen. Natürlich kann man auch versuchen, den Lace soweit wie möglich runterzudrehen, um bei einer passiven Lösung zu bleiben.

Der Lace alleine sollte in jedem Fall eine ausreichend große (und damit auch „normale“) Spannung abliefern.

2.9 Koaxiale Humbucker im „Strat“-Format

Datum	Forum	Link
22.11.2004, 17:25	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?t=5357
<i>Für beide Tonabnehmer sollten Potis mit einem Wert von 500kOhm eingesetzt werden. Sollte auch der Lace ungewöhnlich leise sein, so liegt vermutlich ein Fehler in der Schaltung vor. Aber das sollte später diskutiert werden.</i>		
Datum	Kommentar	

2.10 Die Abschirmkappen bei Humbuckern und der Klang

Datum	Forum	Link
06.01.2005, 11:03	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=509152&postcount=9
<i>Zitat von Redti</i> <i>Wo ist der unterscheid (außer in der optik), ob der humbuckerdeckel herunter oder oben ist? Gibt das unterschied im klang, und wenn ja, wie groß ist der?</i> <i>Drei Dinge sind zu berücksichtigen:</i> 1. Ja, es gibt Unterschiede im Klang <i>Die metallische Abdeckkappe verursacht einen magnetischen „Kurzschluß“. In der Kappe werden Wirbelströme induziert, die das Ausgangssignal verringern.</i> <i>Elektrisch kann man sich die Kappe als Widerstand vorstellen, der parallel zum Tonabnehmer liegt. Somit dämpft er die Resonanzspitze des Tonabnehmers. Nimmt man die Kappe ab, wird der Klang ein wenig heller. Wie stark der Effekt ist, hängt vom Material der Kappe ab. Rockinger bietet Kappen aus Neusilber an, in denen angebliche keine Wirbelströme induziert werden. Folglich bleibt die Dämpfung aus.</i> 2. Die Kappe macht den Tonabnehmer anfällig für Mikrofonie <i>Die Kappe kann unter Umständen wie die Membran eines Mikrofons wirken. Wenn da nicht alles fest ist, fängt der Tonabnehmer dann vielleicht an zu pfeifen. Gute Pickups haben dann zusätzlich Schaumstoff zwischen Kappe und Spulen, um die Schwingungen zu dämpfen.</i> <i>Eine andere Möglichkeit besteht im Vergießen des gesamten Tonabnehmers in Wachs oder Kunstharz. Hier gehen die Meinungen jedoch auseinander.</i> <i>Es gibt Aussagen, wonach Tonabnehmern nach dem Vergießen eine gewisse „Sterilität“ nachgesagt wird. Ob es stimmt, kann ich aus eigener Erfahrung nicht beurteilen. Einigen EMG's hängt jedoch auch dieser „Ruf“ an und die sind meiner Meinung nach vergossen.</i> 3. Die Kappen dienen der Abschirmung <i>Das ist der eigentliche Grund, warum die Hersteller früher diese Kappen aufgesetzt hatten. Auf diese Weise werden die Spulen gegen elektrisch (nicht -magnetische) Einstreuungen abgeschirmt.</i> <i>Dieser Effekt geht natürlich verloren, wenn die Kappe abgenommen wird. Ob und wie stark die Störungen dann hörbar werden, hängt von vielen Faktoren ab. Unter anderem kann man sagen, daß hochohmige Tonabnehmer (die ganze HighGain-Abteilung) für solche Störungen generell anfälliger sind.</i> <i>Wer keine Wirbelstromdämpfung und trotzdem die Abschirmung haben möchte, der setzt nach oben offene Kappen ein, die einen brauchbaren Kompromiß darstellen.</i> <i>Die ebenso verfügbaren Kappen aus Kunststoff haben bezüglich der Abschirmung keine Wirkung. Sie dienen nur optischen Zwecken. Wer's mag...</i>		
Datum	Kommentar	

2.11 Es muß nicht immer ein neuer Tonabnehmer sein

Datum	Forum	Link
11.01.2005, 12:05	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=110139&postcount=11
<i>Zitat: Grooveman</i> <i>Und trotzdem versteht nicht jeder was da da steht, und nicht jeder hat überhaupt Lust dazu es verstehen zu wollen.</i> <i>Dann muß man eben sein sauer verdientes Geld für teure Pickups ausgeben!!</i> <i>Helmuth Lemme beschreibt da meiner Meinung nach sehr gut und mit einfachen Worten, worauf es beim Thema Klang und Tonabnehmer ankommt. Man muß nicht zwingend 8 Semester Elektrotechnik studiert haben.</i> <i>Wenn man sich ein wenig Zeit nimmt und bereit ist, mit ein paar Kondensatoren zu experimentieren, dann gehen einem eventuell die Augen auf!</i> <i>Das bißchen Löten ist im Normalfall kein Problem.</i> <i>Gestern hatte ich die PRS von Overdrive in den Händen. Im Gegenzug konnte er sich mit meiner modifizierten 335er Kopie von Aria beschäftigen. Es folgte die mir schon bekannte Reaktion: Ungläubiges Staunen, daß man diese Vielfalt mit den gleichen Serien-PU's für „n Appel und 'n Ei“ erreichen kann.</i> <i>Nun hat seine PRS einen kleineren Kondensator in der Klangeinstellung des Bridge-PU und das Thema „Dumpf“ ist dort erledigt. Wenn er zu Conrad kommt und sein LötKolben funktioniert, wird er wohl das Kondensatorexperiment fortsetzen. Ich bin sehr gespannt...</i> <i>Zitat: Grooveman</i> <i>Tatsache ist auch, das es Pickups gibt die diese und jene Klangcharakteristik haben und es gibt auch welche die sind von mieser Qualität, da zum Bleistift nicht gewachst.</i> <i>Wenn die Resonanzfrequenz eines Tonabnehmers hoch genug liegt, kann ich sie mit einem Kondensator auf einen beliebigen Wert runterholen. Damit kann ich dann jede gewünschte Klangcharakteristik erzeugen. Das Ergebnis ist dann nicht vergleichbar, sondern exakt das Gleiche wie bei einem neuen PU.</i> <i>Bei Bedarf kann ich ja mal einen Strat-Tonabnehmer die Übertragungscharakteristik eines bestimmten Humbuckers verpassen und das ganze hier posten.</i> <i>Die Qualität eines Tonabnehmers mache ich anhand anderer Eigenschaften fest (Mikrofonie, schlechte Abschirmung, Störanfälligkeit, hochohmig...). Da die Klangcharakteristik in weiten Grenzen verändert werden kann und Klang eine subjektives Empfinden ist, so kann der Klang eines PU kein Qualitätsmerkmal sein!</i> <i>Zitat: Grooveman</i> <i>Richtig hingegen ist, daß es auch „Billig“ Pickups gibt die wirklich sehr, sehr ordentlich klingen (ich habe da z.B. einen aus Taiwan), ja sogar mit den „Großen“ mithalten..</i> <i>SD läßt einen Teil seiner PU's in einem OEM-Werk in Asien fertigen. Auch Schaller tritt teilweise als OEM auf. Wer weiß unter welcher Bezeichnung die SD-PU noch verkauft werden (teilweise viel billiger, weil nicht SD draufsteht)?</i>		
Datum	Kommentar	

2.12 Klangveränderungen am Tonabnehmer durch parallelen Kondensator

Datum	Forum	Link
11.01.2005, 18:41	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=110315&postcount=20

Zitat von freak123

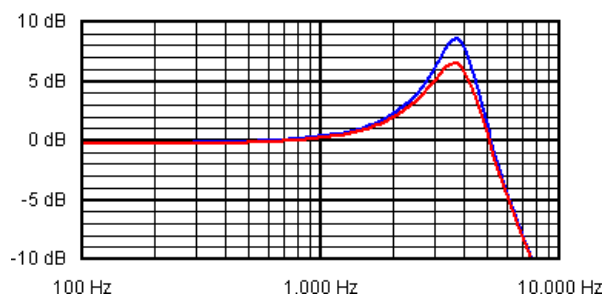
Kann man eigentlich durch Kondensatoren die Gitarre druckvoller klingen lassen oder kann man nur durch Kondensatoren den Klang in die Richtungen heller oder dunkler ändern ?

Zuerst müßtest Du mir einmal sagen, was Du mit „druckvoll“ eigentlich meinst.

Was bei einem Tonabnehmer passiert, ist ja schon bei Lemme nachzulesen. Hier nochmal eine kurze Zusammenfassung:

Neben seiner grundsätzlichen Aufgabe als Wandler von mechanischen in elektrische Schwingungen, wirkt der Tonabnehmer auch als Filter (so ähnlich wie ein EQ).

Die qualitative Übertragung der einzelnen Frequenzen sieht so aus:



Man erkennt, daß ein bestimmter Frequenzbereich besonders gut übertragen wird und daß die „tiefen“ Frequenzen bis 1kHz praktisch unbeeinflusst sind.

Die „Spitze“ des betonten Bereiches liegt bei der sogenannten Resonanzfrequenz f_0 . Wie hoch die Spitze ist, wird durch die sogenannte Güte Q beschrieben. Etwas oberhalb der Resonanzfrequenz fällt die Übertragungskurve stark ab. Diese Frequenzen werden also praktisch nicht mehr übertragen!

Bei normalen E-Gitarren kann man sagen, daß diese Grenze maximal bei 4kHz liegt. Weniger kommt häufig vor, mehr ist sehr ungewöhnlich.

Eine Schaltung mit einer solchen Übertragungscharakteristik nennt man einen Resonanztiefpß 2. Ordnung (da grüßt die Elektrotechnik).

Für den „Klang“ sind einzig und allein die Lage der Spitze (also f_0) und die Güte ausschlaggebend! Je größer f_0 , desto mehr verschiebt sich die Betonung zu hohen Frequenzen, je kleiner, desto... Je größer die Güte ist, desto ausgeprägter ist die Spitze. Eine solche Übertragungscharakteristik kann man natürlich auch mit jedem EQ einstellen. Allerdings kann der nicht mehr vorhandene Frequenzen nicht mehr zurück bringen!

Resonanzfrequenz und Güte werden durch die drei Kenngrößen eines elektromagnetischen Tonabnehmers beschrieben:

1. Die Induktivität L_s ,
2. die Wicklungskapazität C_s der Spule und
3. der Gleichstromwiderstand R

Die Induktivität wird hauptsächlich durch die Anzahl der Windungen und das verwendete Magnetmaterial bestimmt. Dabei gilt: Je mehr Windungen, desto größer das L_s .

Der Gleichstromwiderstand wird nur durch die Anzahl der Windungen bestimmt. Je mehr Windungen, desto größer R .

Die Wicklungskapazität C_s hängt ein wenig von der Bauform des PU ab, aber auch hier kann man sagen, daß PU's mit mehr Windungen eine größere Wicklungskapazität haben.

2.12 Klangveränderungen am Tonabnehmer durch parallelen Kondensator

Datum	Forum	Link
11.01.2005, 18:41	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=110315&postcount=20

Je mehr Windungen ein PU hat, desto größer ist auch die Spannung, die er abliefern kann. Die Werte, die man z.B. bei DiMarzio findet, sind allerdings mit Vorsicht zu genießen. Damit kann man allenfalls die DM-PU's untereinander vergleichen!

Für den PU gelten dann zwei Formeln:

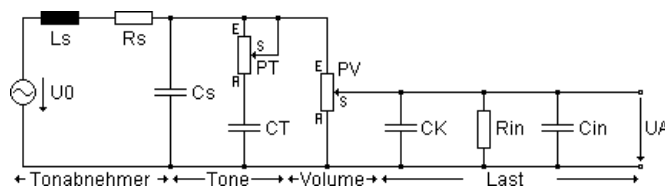
$$f_0 \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{L_s \cdot C_s}} \quad Q = \frac{\sqrt{L_s \cdot C_s}}{R \cdot C_s}$$

Das bedeutet: Je größer das Produkt aus L_s und C_s ist, desto kleiner ist die Resonanzfrequenz und umgekehrt. Die Güte wird im Wesentlichen durch den Widerstand R bestimmt. Je größer er ist, desto „flacher ist der Berg“. Mit diesen beiden Formeln ist der PU charakterisiert.

Nun wird einem auch klar, warum die meisten HighGain-PU so klingen, wie sie klingen: Sie haben einen großen R (heißt viele Windungen, großes L_s) und folglich ein kleines f_0 . Solche PU klingen dann „mittiger“ und lauter (weil in diesem Bereich das menschliche Ohr besonders empfindlich ist). Die fehlenden Höhen sind ein Vorteil, da sie sonst die häufig gewünschte Verzerrung stören würden.

Die drei „Bauelemente“ des PU (L_s , R , C_s) kann man leider nicht verändern. Es sei denn, man tauscht das ganze PU (gegen teuer Geld) aus. Und genau so handelt ein „braver“ Gitarrist!

Wenn man jedoch weiß, daß auch die äußere Belastung des Tonabnehmers einen Einfluß auf den Klang hat, dann scheint schon wieder die Sonne! Sehen wir uns einmal die Schaltung einer Gitarre an:



Unser Instrumentenkabel bildet einen Kondensator C_K . Man kann davon ausgehen, daß pro Meter Kabel 100pF (Pikofarad) zusammenkommen. Dieser Kondensator liegt in seiner Wirksamkeit parallel zum Tonabnehmer. Man kann seinen Wert also zu C_s addieren und... hoppla! Jetzt haben wir eine Möglichkeit gefunden, die Resonanzfrequenz doch noch zu verändern!

Längeres Kabel --> größeres C_K --> größeres " C_s " --> kleineres f_0

Zweite Erkenntnis: Nehme ich ein anderes Kabel, klingt es anders! Ob man das gut oder schlecht findet, ist Geschmackssache. Als Techniker muß man so ein Verhalten ablehnen, da der Klang der Gitarre nicht reproduzierbar ist (nur mit „dem“ einen Kabel).

Natürlich kann man das „alte“ Kabel auch weiter benutzen und einen zusätzlichen Kondensator parallel zu C_s einbauen. Auch der addiert sich dann zu einem gesamten „ C_s “.

Auf diese Weise ist es also möglich, z.B. einem Strat-PU die Charakteristik eines PAF zu verpassen! Allerdings wird damit aus einer Strat längst nicht eine Paula. Da spielen noch andere Einflüsse (Position und Breite der Tonabnehmer) eine Rolle, auf die ich jetzt aber nicht eingehen möchte.

Durch den Eingangswiderstand des Verstärkers und die Potis in der Gitarre wird ein gesamter Widerstand definiert, der ebenfalls parallel zum Tonabnehmer liegt. Je kleiner dieser Wert ist, desto geringer ist die Güte.

Im ersten Bild sind zwei Kurven gezeigt: Die blaue gilt für 500kOhm Potis und die rote für

2.12 Klangveränderungen am Tonabnehmer durch parallelen Kondensator

Datum	Forum	Link
11.01.2005, 18:41	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=110315&postcount=20

250kOhm.

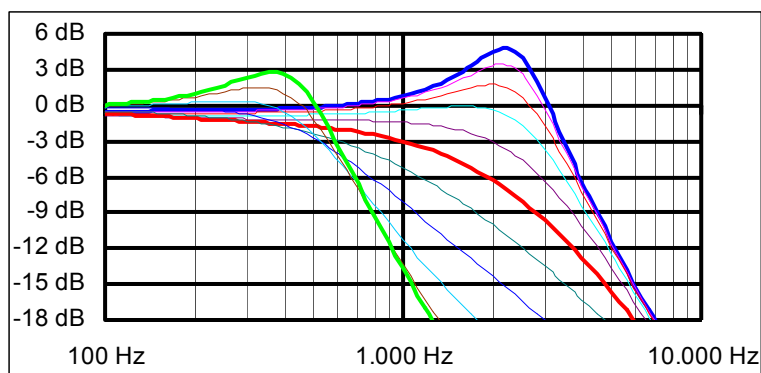
Was haben wir bis jetzt also gelernt:

1. Der "Klang" eines Tonabnehmers wird nur durch die Resonanzfrequenz f_0 und die Güte Q bestimmt.
2. Durch das Parallelschalten eines Kondensators zum Tonabnehmer kann die Resonanzfrequenz verringert werden.
3. Durch das Parallelschalten eines Widerstandes wird die Güte verringert.

Natürlich kann man auch die Induktivität vergrößern, um f_0 zu verringern. Das bedeutet dann aber den Kauf eines neuen Tonabnehmers, was ich ja gerade verhindern möchte.

Aus technischer Sicht sind beide Möglichkeiten in ihrer klanglichen Wirkung absolut identisch! Folglich wähle ich die billigere Lösung oder?

Kommen wir nun zum Thema Klangeinstellung mit dem Tone-Poti. Was geschieht, wenn man an diesem Poti dreht zeigt das nächste Bild:



Es ist deutlich zu erkennen, daß sich in beiden Endstellungen eine Resonanz ausbildet. Allerdings liegt die untere Resonanzfrequenz meist so tief, daß das Ergebnis nur als absolut dumpf und damit unbrauchbar bezeichnet werden muß.

Die Lage der unteren Resonanz wird auch durch den Tone-Kondensator C_T bestimmt. Je größer der ist, desto... Na...?

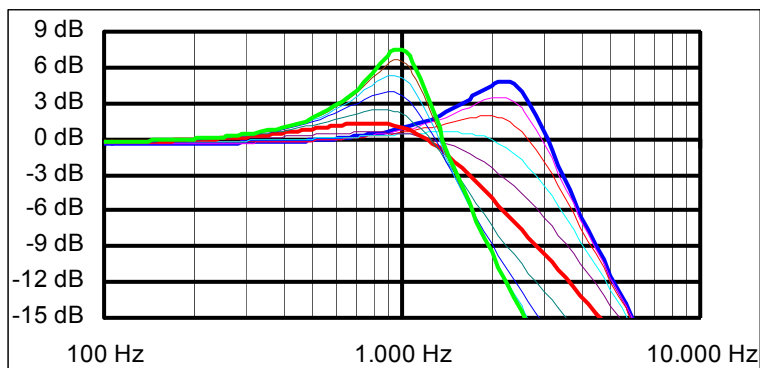
Das das so sein muß, läßt sich auch anschaulich erklären:

Wenn das Tone-Poti ganz „zu“ ist beträgt sein Widerstand 0Ohm. Damit liegt C_T parallel zu C_s . Q.E.D.

Die 22nF, die typischerweise für C_T eingesetzt werden sind in der Regel viel zu groß! Ich habe in meiner Gitarre 3,3nF eingesetzt. Das Ergebnis sieht dann so aus:

2.12 Klangveränderungen am Tonabnehmer durch parallelen Kondensator

Datum	Forum	Link
11.01.2005, 18:41	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=110315&postcount=20



Das klingt dann nicht mehr dumpf sondern sehr weich und ist für diese Gitarre meiner Meinung nach viel brauchbarer!

Wenn man auf diese Weise seine Gitarre verändern möchte, so kauft man sich am besten eine Auswahl geeigneter MKT- und Polypropylen-Kondensatoren zwischen 100pF und 10nF, schnappt sich einen Lötkolbe, Gitarre und Verstärker und probiert einfach aus, bis man seinen persönlichen Favoriten gefunden hat!

Die als „amtlich“ befundene Lösung kann man fest einbauen oder per Schalter verfügbar machen. Dann hat man den alten und den neuen Klang zur Verfügung.

Auch wenn es weiter oben so aussah, als ob man die Induktivität eines Tonabnehmers nicht verändern kann, gibt es doch eine Ausnahme: Der Humbucker!

Wenn man hier einen Split macht (nur eine Spule als Single-Coil) steigt f_0 um den Faktor Wurzel aus 2 und wenn man beide Spule statt in Reihe parallel schaltet wird f_0 sogar doppelt so groß. Auf diese Weise kann man aus einer sehr mittigen Gitarre ungeahnte Höhen zaubern.

So, liebe Gitarristen, Nichtelektrotechniker und Bastler. Vielleicht habt Ihr jetzt ja Blut geleckt und probiert es einfach mal aus! Kaputt machen kann man eigentlich nichts. Man kann nur gewinnen. Erstens Erfahrung und zweitens eine Gitarre, die Euren Soundvorstellungen entspricht, sozusagen Eure private Signature. Na, ist das nichts?

Datum	Kommentar

2.13 Klanglicher Unterschied zwischen Nord- und Südspule

Datum	Forum	Link
29.07.2005, 10:01	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=176515&postcount=22
<i>Hi Onkel,</i> <i>was ist denn der Unterschied zwischen Nord- und Südspule? Klingt das verschieden?</i> <i>Ja, das klingt etwas verschieden. Durch die relative Position des Tonabnehmers wird ein Kammfilter definiert, dessen Kammfrequenzen von der Position abhängen. Generell kann man sagen: Je weiter zum Hals, desto mehr Bässe werden übertragen.</i> <i>Durch die Kammfrequenzen, kommen ggf. aber noch weitere Effekte hinzu. Bei der Strat sitzt der Hals-PU genau bei 1/4 der Mensur. In der Folge fehlen die 4. Harmonische, also der 3. Oberton, und deren Vielfache fast völlig. Nur dadurch kommt der typische Strat-Sound an diesem PU zustande.</i> <i>Schau mal in Guitar-Letter II nach, da gibt es im Kapitel „Tonabnehmerposition und -breite“ ein paar Bilder zu diesem Thema.</i> <i>Generell kann man sagen, daß zwischen den beiden Spulen ein kleiner klanglicher Unterschied besteht, den ich aber als Nuance bezeichnen würde.</i> <i>Wenn man die Umschaltung mit einem Kippschalter macht, bietet es sich jedoch an, beide Spulen verfügbar zu machen, da für den Schalter kein zusätzlicher Aufwand entsteht.</i>		
Datum	Kommentar	
20.05.2006	Die Frage bezog sich auf den Artikel „Humbucker als Pseudo-Single-Coil“	
04.09.2006	Die Frage warum die beiden Spulen eines Humbuckers verschieden klingen, ist für mich zur Zeit noch offen. Vermutlich muß man diese Frage für die verschiedenen Bauformen der parallelen Humbucker getrennt betrachten. Die bis jetzt gültige Erklärung, daß die beiden Spulen die Saitenschwingung an zwei Stellen abnehmen, scheint, zumindest für die Konstruktion von Seth Lover, fragwürdig. Hier ist also noch ein wenig Forschungsarbeit nötig!	

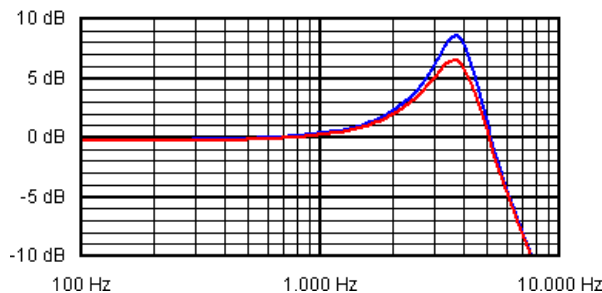
2.14 Resonanzfrequenz und Bass-Cut

Datum	Forum	Link
01.09.2005, 12:33	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=188471&postcount=43

Zitat: grooveman

Vielleicht reicht aber tatsächlich eine ganz leichte Absenkung der Bässe. Ich vermute mal es ist folgendes der Fall. Ein „Hersteller“ wie Career wird sich nicht die Mühe machen, zwei verschiedene Pickups für Bridge und Neck einzubauen. Was also an der Bridge prima klingt (und das tut es!!!) muß zwangsläufig am Hals etwas zu mupfig daherkommen.

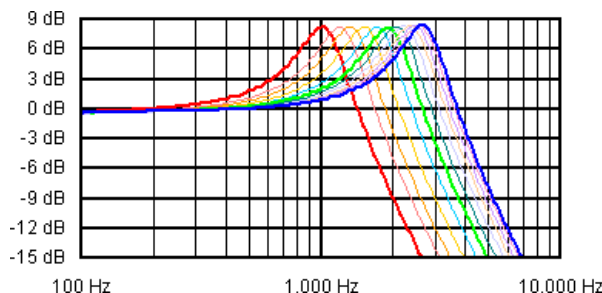
Wie schon mehrfach erwähnt, kann kein elektromagnetischer Tonabnehmer die Wiedergabe der tiefen Frequenzen beeinflussen. Lediglich eine Betonung der „hohen“ Frequenzen durch die Resonanz ist möglich. Hier der Verlauf für ein Strat-PU mit 500kOhm und 250kOhm Potis als Beispiel:



Ein Einfluß auf die tiefen Frequenzen (kleiner als 200Hz) liegt nicht vor! Die Kurve verläuft gerade weiter nach links hin zu tieferen Frequenzen.

Die Tatsache, daß der Tonabnehmer am Hals „bassiger“ klingt, liegt an der Position des Tonabnehmers (zum Vergleich Bild 1-9 und Bild 1-11 in Guitar-Letter II). Für diese klangliche Eigenschaft kann also der Tonabnehmer nichts!

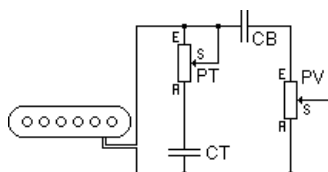
Der parallele Lastkondensator verschiebt die Resonanzfrequenz von einem, durch die elektrischen Daten des Tonabnehmers gegebenen, maximalen Wert nach unten. Im nächsten Bild ist der Humbucker von Pauline gezeigt. Ausgehend von 2,7kHz geht es in 12 Schritten runter nach 1kHz.



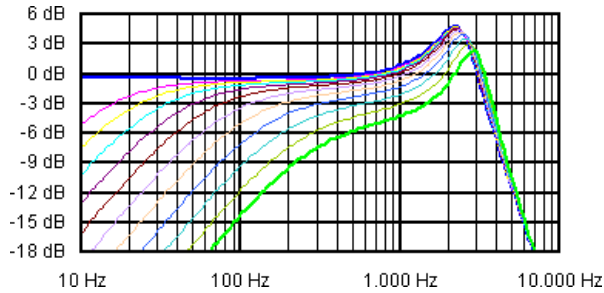
Wieder ist keine Beeinflussung der Bässe im Spiel!

Wenn Dir die Lage der Resonanz in Deinem Fall zusagt, also die „Höhen“, dann ist alles in Ordnung. Möchtest Du mehr „Höhen“, dann hast Du ein Problem, das kann der parallele Kondensator nämlich nicht!

Viele Gitarristen wünschen sich am Neck-PU weniger Bässe (so auch Du). Das läßt sich mit einer Bassabsenkung erreichen. Die Grundschaltung für einen Tonabnehmer, hier ein SC als Beispiel, sieht so aus:



2.14 Resonanzfrequenz und Bass-Cut

Datum	Forum	Link
01.09.2005, 12:33	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=188471&postcount=43
<i>Im Gegensatz zur „normalen“ Schaltung wurde jetzt der Kondensator CB zugefügt. Es ist wichtig, daß er genau an dieser Stelle sitzt, sonst beeinflußt er das Verhalten der Tonblende negativ.</i> <i>Was man damit erreichen kann, zeigt das nächste Bild:</i>  <i>Hier sind die Übertragungscharakteristiken für 12 verschiedene Kondensatoren zwischen 33nF und 1nF dargestellt. Dabei gilt: Je kleiner der Kondensator, desto größer die Absenkung der Bässe.</i> <i>Das man das jedoch auch nicht übertreiben sollte, ist auch deutlich zu sehen. Irgendwann ist die Grenzfrequenz des durch CB und PV gebildeten Hochpasses so groß, daß die Resonanz angegriffen wird (grün).</i> <i>Wenn es Dir also um eine Dämpfung der Bässe geht, dann probiere mal diese Variante.</i>		
Datum	Kommentar	

2.15 Die Übertragungscharakteristik eines Protomatic-V

Datum	Forum	Link
10.11.2005, 17:53	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1055906&postcount=47

Zitat: Hans_3

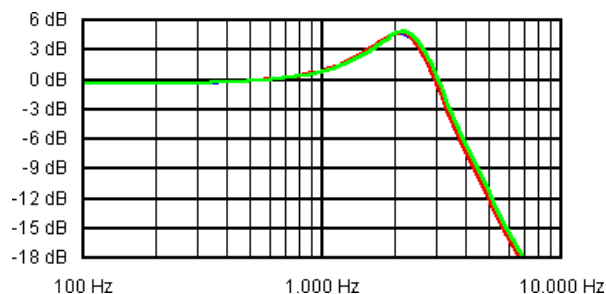
Unausweichliche Frage: Das Resonanzverhalten der CS ist ja schon mal über jeden Zweifel erhaben. Attack und Sustain überall reichlich vorhanden, wie es bei sehr hochwertig gebauten Gitarren sein muss. Aber wie „gut“ (---< blöde Frage) sind eigentlich die Protomatic V ? Sie klingen auf eine bestimmte Resonanzfrequenz sehr stark zugespitzt. Tendenz: Betonung durchsetzungsfähiger Mitten. Das bringt einerseits eine gewisse Charakteristik und Durchsetzungskraft, andererseits: Neugier, wie sich die Git. mit einem Seymour Duncan 56 verhalten würde. Any suggestions?

Einen SD-56 habe ich weder in meiner Datenbank, noch bei SD gefunden. Bin ich blind oder meinst Du einen 59er?

Und jetzt kommen die unausweichlichen Kurven.

Die Übertragungscharakteristik eines Protomatic-V

Hier noch einmal die Übertragungscharakteristik der drei von mir gemessenen Protomatic-V:



Wie ist diese Kurve jetzt zu verstehen?

Dieses Bode-Diagramm wird häufig auch als „Frequenzgang“ bezeichnet. Korrekterweise müsste es allerdings „Amplitudengang“ oder „Amplitudenstatistik“ heißen.

Hier wird dargestellt, wie „gut“ oder „schlecht“ einzelne Frequenzen von einem System übertragen werden. 0 dB bedeutet, daß die Frequenz ungeschwächt übertragen wird. Positive Werte bedeuten eine Verstärkung, negative Werte stehen für eine Dämpfung. Drei Dinge sind jetzt festzustellen:

1. Frequenzen bis 700Hz werden so gut wie gar nicht beeinflusst. Eine Anhebung der Bässe erfolgt nicht!
2. Frequenzen von 1kHz bis 3kHz werden verstärkt. Das Maximum liegt ungefähr bei 2,3kHz. Die Frequenzen in diesem Bereich werden betont. Der „Klang“ der Saitenschwingung wird also in diesem Bereich eingefärbt.
3. Oberhalb von 3kHz setzt eine Dämpfung ein. Man kann sagen, daß Frequenzen oberhalb dieser Frequenz nicht mehr übertragen werden.

Die exakte Lage der Resonanzfrequenz ist allerdings nicht so wichtig. Sie wird sehr stark durch das verwendete Kabel beeinflusst. 700pF entsprechen einer Länge von 6m bis 8m. Macht man das Kabel länger, sinkt die Resonanzfrequenz und die Spitze wandert weiter nach links. Ein kürzeres Kabel verschiebt die Kurve nach rechts.

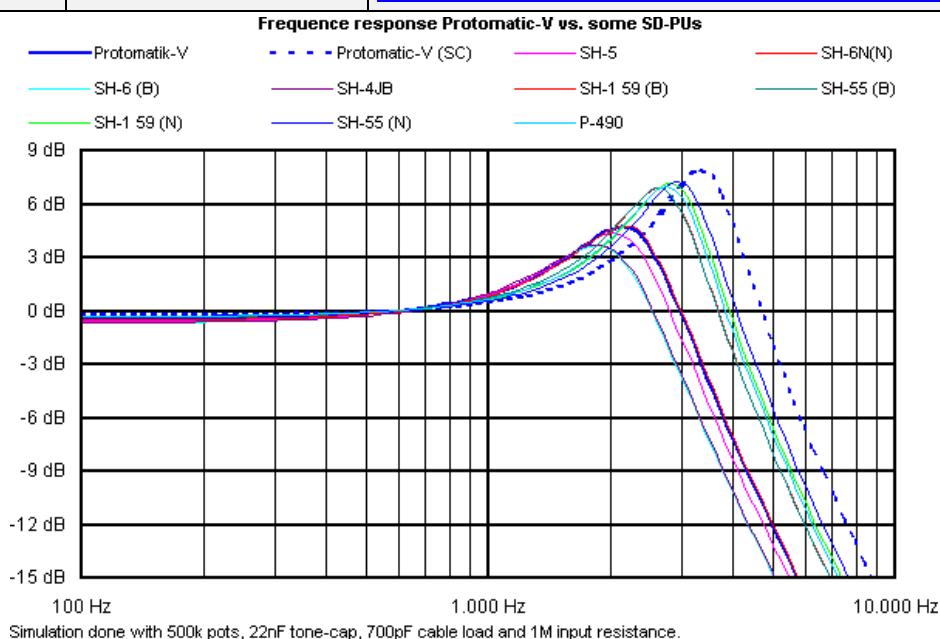
Vergleich mit anderen Tonnehmern

Wie sind die Protomatic-V nun im Vergleich zu anderen Tonabnehmern einzuordnen?

Ich habe einmal verschiedene PUs von SD zusammen mit einem Protomatic-V simuliert. Das Ergebnis sieht man im nächsten Bild. Dabei ist der Protomatic sowohl als Humbucker als auch als Single-Coil dargestellt:

2.15 Die Übertragungscharakteristik eines Protomatic-V

Datum	Forum	Link
10.11.2005, 17:53	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1055906&postcount=47



Allerdings sind diese Kurven mit Vorsicht zu genießen, denn leider sind die Daten bei SD nicht immer vollständig, sodass ich teilweise gewisse Annahmen und statistische Näherungen zur Bestimmung der Daten anwenden muß. Ich habe diese Methode mit mir bekannten PUs validiert und kann das Ergebnis als brauchbar bezeichnen.

Die Protomatic sind in blau dargestellt, wobei die gestrichelte Linie dem Single-Coil-Betrieb entspricht.

Man erkennt nun mehrere Dinge:

1. Der SH-6 in der Neck-Version entspricht ziemlich exakt dem Protomatic-V.
2. Es gibt viele SD-PUs, die sehr ähnlich klingen müssen (hoppla!)
3. Die Resonanzfrequenz der Protomatic-V liegen im mittleren Ende der SD-Frequenzen, aber oberhalb der PAF's (Siehe Guitar-Letter II).

Einen Protomatic-V als sehr „hellen“ PAF zu beschreiben, ist daher gar nicht mal so verkehrt.

Ein Tonabnehmer beeinflusst nicht die Bässe!

Was man noch sehen kann, ist, daß keines der gezeigten PUs die Übertragung der tiefen Frequenzen beeinflusst! Diese oft verbreitete Feststellung ist daher schlicht und ergreifend falsch!

Das ganze ist letztendlich eine Frage der Relativität. Ein Tonabnehmer mit einer sehr ausgeprägten Resonanzspitze wird als „höhenlastig“ empfunden. Betrachtet man diesen Frequenzbereich als Referenz, so sind die Bässe wesentlich leiser. Verringert sich nun die Höhe der Resonanz, so sinkt der „Abstand“ zwischen Höhen und Bässen. Kompensiert man den entstehenden Verlust an Lautstärkeindruck durch eine zusätzliche Verstärkung, so sind die Bässe im Verhältnis zu den Höhen lauter geworden. That's it!

Wer also einen Tonabnehmer mit „weniger“ Bässen braucht, der muß nach einem Sensor mit ausgeprägter Resonanz suchen, oder diese durch schaltungstechnische Maßnahmen (Potis mit größerem Widerstand, Impedanzwandler, State-Variable-Filter) erhöhen.

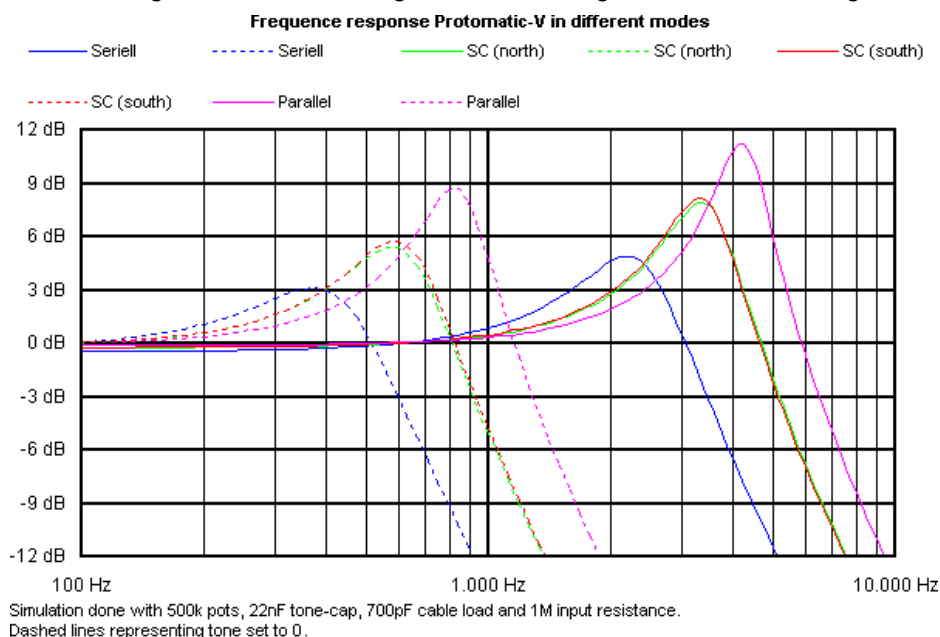
Was der Protomatic alles kann

Betrachten wir nun einmal die „klangliche“ Breite der Protomatic-V. Im nächsten Bild wurden die drei Betriebsarten Humbucker Seriell, Humbucker Parallel und Single-Coil simuliert. Zu-

2.15 Die Übertragungscharakteristik eines Protomatic-V

Datum	Forum	Link
10.11.2005, 17:53	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1055906&postcount=47

sätzlich wurden die gleichen Modi mit zugedrehtem Tone gemacht. Hier das Ergebnis:



Man erkennt, daß im Parallelbetrieb durchaus eine Resonanzfrequenz bis 4,2kHz zu erreichen ist. Damit würde das Ergebnis schon fast als „akkustisch“ bezeichnet werden können. Die Spitze der Resonanz ist mit über 11dB sehr hoch und der Klang wird eventuell schon als „spitz“ empfunden werden.

Als Single-Coil kann man den Protomatic-V sehr gut mit einem typischen Strat-PU vergleichen (Fender Custom '54 strat pickup for bridge position). Lage und Ausprägung der Resonanz sind fast identisch. Das es trotzdem nicht wie Strat klingt, hat andere Ursachen.

Der „Klang“ der Reihenschaltung wurde schon weiter oben beschrieben

Dreht man die Tonblende ganz zu, so ergeben sich neue Resonanzen, die speziell für die Reihenschaltung einfach als dumpf bezeichnet werden können. Benutzt man jedoch einen kleineren Kondensator für die Tonblende (3,3nF) zu ergibt sich für die Reihenschaltung dann eine Resonanz bei 1kHz, was IMHO viel brauchbarer ist!

Die Protomatik-V sind aufgrund ihres Anschlusses leider nicht in der Lage im Parallelbetrieb gefahren zu werden. Man muß sich dann die pinkfarbenden Kurven wegdenken.

Der gleiche Tonabnehmer wurde von Aria allerdings unter der Bezeichnung „Smooth Crash Humbucker“ mit einem Vieraderanschluß versehen und in den Prototypes (PE-Serie) eingesetzt.

Andere Tonabnehmer für die Aria Pro II CS-400

Macht es Sinn, ein anderes PU in der CS-400 einzusetzen?

Diese Frage läßt sich nur eindeutig mit ja beantworten, wenn man noch mehr „Höhen“ haben möchte. Betrachtet man den SH-55, so liefert er mit 2,9kHz Resonanzfrequenz an dieser Stelle ein gutes Maß an mehr. Er klingt also deutlich brillanter, liegt aber immer noch unter dem Protomatic im Single-Coil-Modus.

Aufgrund der Konstruktion der CS-400 (Ahorn-Hals mit Esche-Korpus) kann man mit dem SH-55 der CS sicherlich noch einige „Höhen“ mehr entlocken, vor allen Dingen dann, wenn er auch splitbar ist. Die alte Verhältnisse kann man mit Hilfe eines parallelen Kondensators leicht zusätzlich zur Verfügung stellen. Wie es geht, habe ich sehr genau im Guitar-Letter II beschrieben.

2.15 Die Übertragungscharakteristik eines Protomatic-V

Datum	Forum	Link
10.11.2005, 17:53	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1055906&postcount=47
<i>Ich persönlich sehe keinen Grund einen Protomatic-V zu ersetzen, da sie von Haus aus schon sehr flexibel sind.</i> <i>Aufgrund des verwendeten Keramikmagneten wurde hier ein Tonabnehmer produziert, der ausreichend „Höhen“ anbietet und trotzdem ausreichen Reserven hat, um einen Röhrenverstärker gut zu übersteuern. Eine solche Kombination ist mit AlNiCo viel schwerer zu erreichen.</i> <i>BTW:</i> <i>Hat jemand das Gefühl, die CS-400 auf Hans Aufnahme würde „harsch“ klingen? Ich denke nicht. Diese Klangeigenschaft wird von Gitarristen mit "Scheuklappe" gerne Tonabnehmern mit Ceramics zugeschrieben, die deshalb AlNiCo als das alleinige Heilmittel propagieren. Das es auch anderes geht beweisen die Protomatic-V ganz deutlich!</i>		
Datum	Kommentar	

2.16 Einfluß der Magnete auf den „Klang“

Datum	Forum	Link
25.11.2005, 13:18	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1085598&postcount=13

Kann die verlinkte Seite mal jemand auseinander nehmen und aufzeigen, was offensichtlich falsch ist? Fuer mich klingt das alles sehr plausibel, und ich bin eigentlich geneigt, einem Inschenjoer mehr Glauben zu schenken als der Gibson-Marketingabteilung.

Hast Du in etwa ein Vorstellung darüber, wie lange so etwas dauern könnte und wer es machen sollte?

Nur ein kurzes Beispiel, welches mir auffiel:

Quelle: <http://www.elektronikinfo.de/audio/elektrogitarre.htm> - Tonabnehmer

Zitat:

Und klanglich kann sich kein Magnet auswirken, weil er lediglich ein Magnetfeld erzeugt. Dem Magnetfeld wiederum ist es völlig egal, ob es durch einen relativ teuren Neodymmagneten oder einen billigen Ferritmagneten erzeugt wird. Es gibt nur einen einzigen theoretischen Einflußfaktor: Die Wirbelströme, die im Magneten bei Änderung des magnetischen Flusses, d.h. hier durch Saitenschwingung, entstehen. Aber hier sind gerade die elektrisch kaum leitenden Ferritmagnete (gern auch Keramikmagnet genannt, um das Gefühl einer höheren Wertigkeit zu erzeugen) den teuren, aber elektrisch gut leitenden Kollegen wie z.B. den zu Unrecht mystifizierten AlNiCo-Magneten haushoch überlegen, weil bei Ihnen die Wirbelströme vernachlässigbar gering sind. Die ganze Diskussion um das Magnetmaterial ist daher ganz großer Unsinn und hat nur Geldmacherei zum Ziel. Insbesondere kann kein Magnet dieser Welt „warm“ klingen, denn ein Magnet hat keinen Frequenzgang.

Jeder Magnet verfügt über eine sogenannte relative Permeabilität (μ_r). Ein Elektrotechniker (und erst recht eine E-Ing.) sollte wissen, daß die Permeabilität Einfluß auf die Induktivität einer Spule hat. So gilt für eine Ring oder Zylinderspule:

$$L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot \frac{A}{l}$$

Wer aufmerksam meine Beiträge und /oder den Lemme gelesen hat, der weiß, daß sich die Resonanzfrequenz eines elektromagnetischen Tonabnehmers mit Hilfe der Thomson-Gleichung abschätzen läßt:

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Das weiß zumindest auch Herr Caspari, wie in der Quelle nachzulesen ist. Die Lage der Resonanz ist eine unmittelbare Größe für die durch den Tonabnehmer durchgeführte Klangumformung.

AlNiCo als ferromagnetischer Werkstoff hat eine besondere Eigenschaft: Die relative Permeabilität ist eine Funktion der Stärke des Magneten. Dabei sorgen mittlere Feldstärken für ein großes μ_r , kleine und große Feldstärken sorgen für ein kleines μ_r . Bei Herrn Caspari scheinen diese Grundlagen des Ferromagnetismus zumindest temporär nicht präsent zu sein! (Deshalb ist er wohl auch ein Blumenfreund)

Bei AlNiCo läßt sich also durch die Wahl der Magnetstärke nicht nur die mögliche Ausgangsspannung festlegen, sondern auch der „Klang“. Aus diesem Grund bezeichnet Christoph Kinman AlNiCo auch als „Klangmagnet“. Zu recht, wie ich meine.

Zu behaupten, daß ein Magnet keinen Einfluß auf den „Klang“ hat, ist also schlicht und ergreifend falsch (und ist so auch nicht bei Lemme nachzulesen)!

Das was ich eben beschrieben habe, gilt grundsätzlich für Tonabnehmer bei denen sich die Magnete in den Spulen befinden (z.B. Strat-PU). Bei den Humbuckern nach Seth Lover liegen die Verhältnisse etwas anders, da hier Weicheisenkerne in den Spulen stecken. Aber auch

2.16 Einfluß der Magnete auf den „Klang“

Datum	Forum	Link
25.11.2005, 13:18	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1085598&postcount=13
<i>hier dürfte der Magnet eine Rolle spielen. Dazu ein kurzes Beispiel:</i> <i>Unlängst habe ich im Labor die elektrischen Daten einiger Aria Humbucker gemessen. Bei der Induktivität erhielt ich widersprüchliche Ergebnisse. Die Lösung war dann ganz einfach. Der Tonabnehmer lag mit den Polen auf der Unterlage und das war ein Metallschrank (hat auch μr). Legte man zum Beispiel ein Buch unter das PU, so erhielt man eine wesentlich geringere Induktivität.</i> <i>Diese Erkenntnis läßt nur eine Schlußfolgerung zu: Der Magnet hat immer einen Einfluß auf die Induktivität eines Tonabnehmers und damit auf seine Übertragungscharakteristik („Klang“).</i> <i>Ich möchte jetzt keinesfalls behaupten, daß alles im Bereich Gitarrenelektronik auf CCInfo falsch ist. Im großen und ganzen ist der Inhalt schon in Ordnung. Es fällt jedoch auf, daß in vielen Bereichen nur an der Oberfläche gekratzt wird. Häufig entsteht der Eindruck, daß der Autor mit den besonderen Problemen der Elektrogitarre nicht wirklich vertraut ist, sonst hätte er als Elektronikingenieur andere Lösungen anbieten können.</i> <i>Darüber hinaus entsteht manchmal der Eindruck, als ob die Informationen einfach nur zusammenkopiert worden sind und eine kurze sprachliche Überarbeitung erfahren haben.</i> <i>Wäre CCInfo von Bäckermeister Beyer um die Ecke erstellt worden, der sich nach Feierabend als Hobby mit der E-Gitarre beschäftigt, so hätte ich gesagt: „Respekt!“</i> <i>Da Herrn Caspari sich in seinem Impressum jedoch als „Dipl.-Ing. Elektrotechnik“ outet, hätte ich hier wesentlich mehr Qualität erwartet. Weil diese Seite gerne von Laien angelaufen wird, welche die Inhalte nicht prüfen können, steht er als Ingenieur und Autor in einer ganz besonderen Verantwortung, der er meiner Meinung nach leider nicht in ausreichend Weite gerecht wird! Folglich lautet mein Urteil</i> <i>„4 Minus! Setzen!“</i> <i>Zitat von whir</i> <i>BTW finde ich es schon bemerkenswert, dass Gitarristen auf der einen Seite einen Unterschied durch unterschiedlichen Lack hoeren, auf der anderen Seite aber bedenkenlos Sperrholz-Akustikgitarren mit Cutaway kaufen.</i> <i>Gitarristen sind ein erzkonservativer, marken- und gutgläubiger Schlag Menschen. Wenn ein bekannter Gitarrengott für viel Geld (was wir nicht wissen) eine billige Gitarre in den Arm nimmt und das ganze veröffentlicht wird, müssen wir gleich laufen und kaufen, weil doch...</i> <i>Hand auf's Herz! Wer macht sich heute noch wirklich die Mühe, die Dinge kritisch zu hinterfragen und selber Nachforschungen anzustellen?</i> <i>@ whir:</i> <i>Wie Du siehst, sind meine Kommentare um den Faktor 4 bis 5 länger als das eigentliche Zitat und ich habe noch nicht einmal Gas gegeben. Fang mal an zu rechnen, wie lange das wohl für die gesamte Site dauern würde. Ich schick Dir in der Zwischenzeit schon mal meine KtoNr. per PM.</i> <i>btw: DerOnkel ist auch „Inschenjoer“ und deshalb etwas empfindlich, wenn ein Kollege nicht sauber arbeitet und somit die Reputation dieser Berufsgruppe gefährdet.</i>		
Datum	Kommentar	
25.05.2006	Der wesentliche Teil dieses Beitrages beschäftigt sich mit dem Inhalt einer Webseite von http://www.elektronikinfo.de/ mit Stand vom 25.11.2005. Da sich die Dinge im Internet beinahe täglich ändern, ist es gut möglich, daß die beanstandeten Teile jetzt nicht mehr online sind und dieser Beitrag somit bezüglich seiner Kritik in gewisser Weise geschichtliche Bedeutung erlangt hat.	

2.17 Magnetsorten im Tonabnehmerbau

Datum	Forum	Link
25.11.2005, 23:23	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1086897&postcount=23
<i>Zitat Ray</i> <i>Naja, aber er findet doch deutliche Worte:</i> -----snip----- <i>Viel gemunkelt wird auch über die verschiedenen Magnetmaterialien. In Gebrauch sind Alnico 2, Alnico 5, Keramik (Ferrit), Seltene Erden (rare earth) und noch andere. Laut Angaben der Hersteller sollen die jede ihre eigene Klangcharakteristik haben. Aber bei genaueren Nachforschungen bestätigt sich das nicht. In meinen jahrelangen Experimenten habe ich entdeckt, dass man mit fast allen Magnetmaterialien fast alle Übertragungscharakteristiken erzeugen kann, wenn man es nur richtig anfängt. Wer von der Magnetseite her die Pickup-Geheimnisse lüften will, kommt nie dahinter.</i> -----snap----- <i>Wie soll man das als Laie jetzt verstehen?</i> <i>Tja, wo fange ich an?</i> <i>Tatsache ist:</i> <i>1. Die verschiedenen Magnetsorten haben ein unterschiedliches μ</i> <i>2. Bei AlNiCo (egal welcher Grad) ist μ zusätzlich abhängig von der Magnetisierung.</i> <i>Die Hersteller, die um diese Tatsache wissen, gehen in der Regel wie folgt vor:</i> <i>Ich will ein mittiges kräftiges Pickup. Also erzeuge ich einen starken AlNiCo-Magneten, der ein geringes μ hat. Jetzt kommt noch ein dickes Paket Wicklungen (N) darauf und fertig. Das Resultat ist ein sehr „lautes“ Pickup mit relativ geringer Resonanzfrequenz (da N groß ist). Das brät...</i> <i>Leider muß man mit dieser Konstruktion Abstand halten!</i> <i>Oder ich magnetisiere nur so stark, daß μ sein Maximum erreicht, dann nehme ich mehr Wicklungen und die Resonanzfrequenz wird noch kleiner.</i> <i>Oder, oder, oder...</i> <i>Verwendet man Ferrit-Magnete (Ceramics), so ist das Resultat ein Tonabnehmer mit hoher Resonanzfrequenz, da das μ sehr gering ist. Jetzt kann ich mir ein overwound leisten. Resultat: Keine Stratitis, schönen Höhen und trotzdem laut. Die Protomatic-V in den Cardinals sind ein gutes Beispiel dafür.</i> <i>Man kann also an vielen Schrauben drehen (auch der parallele Kondensator gehört dazu). Der Schlüssel zum gewünschten „Klang“ führt allerdings immer über die Induktivität und die Kapazität. Eine Veränderung der Magnete ist also nur eine von vielen Möglichkeiten!</i> <i>Möchte ich meinen Tonabnehmer mittiger haben, so kann ich einen Magneten mit größerem μ einbauen, andere Weicheisenkerne verwenden, oder den Kondensator zücken. Wenn man weiß, wie es geht, kann man also mit jedem Magneten jede gewünschte Charakteristik erreichen. Das ist es, was Helmuth Lemme meint!</i>		
Datum	Kommentar	
25.05.2006	Natürlich sind auch keramische Magnete ferromagnetisch und folglich ist die Induktivität eines Tonabnehmers mit solchen Magneten ebenfalls von deren Magnetisierung abhängig! Im Unterschied zu AlNiCo leiten keramische Magnete jedoch sehr schlecht. Die auftretenden Wirbelströme sind daher wesentlich geringer, was zu einer erheblich größeren Güte und damit Ausprägung der Resonanz führt. Meine Aussage: „Verwendet man Ferrit-Magnete (Ceramics), so ist das Resultat ein Tonabnehmer mit hoher Resonanzfrequenz, da das μ sehr gering ist.“ ist in dieser Form also nicht richtig gewesen!	

2.18 Einfluß von Volumen-Potis auf den Klang

Datum	Forum	Link
24.01.2006, 15:29	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=230323&postcount=54

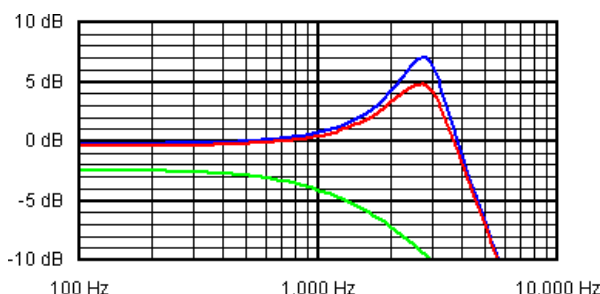
Zitat Tender

In der neuen G&B 02/2006 ist ein interessanter Artikel über den Einfluss von Volumen-Potis auf den Klang.... Ich bin sehr gespannt, was unser Elektronik-Guru dazu sagt.

Leider kenne ich den Artikel nicht, aber generell stimmt die Aussage, daß der Wert der Potentiometer Einfluß auf die Übertragungscharakteristik („Klang“) nimmt. Zwei Dinge sind dabei zu unterscheiden:

1. Einfluß auf die Resonanz

Das Poti mit seinem Widerstand stellt in erster Line eine ohmsche Belastung des Tonabnehmers dar, welche die Güte des Tonabnehmers und damit die Ausprägung der Resonanz dämpft. Hier die Übertragungscharakteristik eines Tonabnehmers mit 3 verschiedenen Poti-Werten:



Übertragungscharakteristik bei Vol-Pot von 500k (blau), 250k (rot) und 25k (grün)

Es gilt also, Je geringer der Wert des Potentiometers, desto schwächer ist die Resonanz, also die Betonung des entsprechenden Frequenzbereiches. Ein in weiten Bereichen gleiches Verhalten kann man erreichen, wenn die Tonblende von 100% bis 50% einstellt. Kuckst Du [hier](#):

Meine persönliche Schlußfolgerung daraus ist einfach: Ich benutze immer Potis mit einem möglichst großen Wert (also 500kOhm oder 1MOhm), damit die Resonanz möglichst ausgeprägt ist. Verringern kann ich sie durch die Tonblende immer, vergrößern jedoch nie! Also...

2. Tiefpaß durch Kabel

Wenn man die Lautstärke an der Gitarre verringert, gehen bei vielen Gitarren die „Höhen“ verloren. Dieses Verhalten ist durch die Kapazität des Gitarrenkabels begründet. Es bildet zusammen mit dem Poti und dem Gleichstromwiderstand des Tonabnehmers ein Tiefpaßfilter.

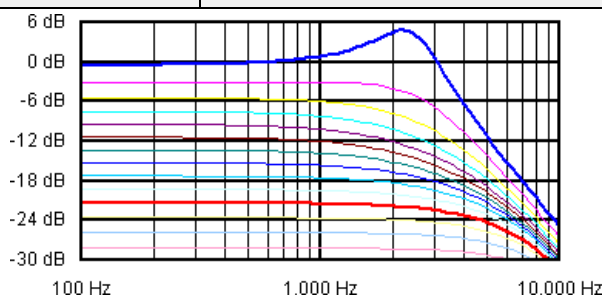
Hier sind zwei Auswirkungen zu verzeichnen:

1. Die Resonanz wird gedämpft.
2. Die Grenzfrequenz des gesamten Systems sinkt, die Dämpfung bei sehr hohen Frequenzen wird stärker (die Bandbreite sinkt).

Der erste Punkt hat mit Sicherheit den größten Einfluß auf den hörbaren Klangunterschied. Die verringerte Bandbreite tritt demgegenüber in den Hintergrund. Hier ein Bild des Aria Pro-tomatic-V-Humbuckers (Wie SD SH-6) mit einem 500k-Poti, daß von 100% bis 35% variiert wird:

2.18 Einfluß von Volumen-Potis auf den Klang

Datum	Forum	Link
24.01.2006, 15:29	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=230323&postcount=54



Dem Verlust der „Höhen“ wird in einigen Instrumenten mit einem Bypass-Kondensator entgegen getreten. [Hier](#) die Wirkung eines einfachen Kondensators am Volumenpoti:

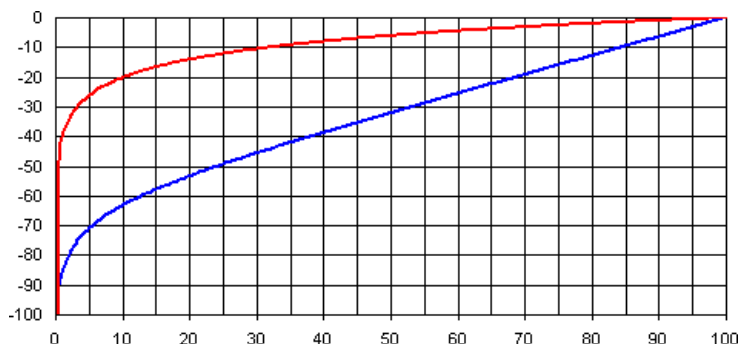
Man muß jedoch betonen, daß dieser Kondensator das ursprüngliche Verhalten nicht wieder herstellen kann (auch nicht mit zusätzliche Widerständen)!

Was fällt Bild im auf?

1. Bei einem Drehwinkel von 95% bis 85% ist die Resonanz fast verschwunden. Sie wird durch die unerwünschte Tiefpaßwirkung unterdrückt. Das ist nach wie vor nicht erwünscht!
2. Bei einem Drehwinkel kleiner als 85% setzt die Kompensation durch den Hochpaß (Kondensator) ein und es bildet sich wieder eine Resonanz aus. Die Ausprägung wird durch das Verhältnis von Volume-Kondensator und Kabelkapazität bestimmt. Je kleiner diese Dämpfung ist, desto größer ist die Ausprägung. Diese Resonanz entsteht jedoch nur, weil das Potentiometer in seiner Wirkung durch den Volume-Kondensator „ausgeschaltet“ wird. Die Ausprägung ist umso größer, je kleiner die eingestellte Lautstärke ist. Das hat zur Folge, daß der Klang bei kleinen Lautstärken als höhenbetont empfunden wird. Möchte man die Ausprägung verringert, so muß das Verhältnis der beiden Kapazität verändert werden. Dadurch verändert sich auch der Bereich der „resonanzfreien“ Zone. Eine geringere Ausprägung sorgt dann für einen vergrößerten Einstellbereich ohne Resonanz. Hier wird man beim Tuning der Schaltung also einen Kompromiß eingehen müssen!
3. Die Lage der Resonanzfrequenz hat sich nach oben verschoben. Auch das ist ein Effekt, der nicht gewünscht ist. Ideal wäre eine etwas tiefere Lage.

Die Potentiometercharakteristik

Das es auch noch verschiedene Charakteristiken bei Potis gibt, hat mit dem klanglichen Einfluß nichts zu tun. Generell sollte man für Volume und Tone jedoch immer logarithmische Potis verwenden. Man sehe sich einmal das folgende Bild an:



Lautstärkeeinstellung mit linearem (rot) und logarithmischem Potentiometer (blau)

Auf der x-Achse ist der Drehwinkel eines Potis aufgetragen. Die y-Achse ist die Dämpfung. Das gesamte Bild zeigt den Verlauf der Dämpfung für ein unbelastetes Potentiometer. Da unser Ohr ein Sensor mit logarithmischer Charakteristik ist, wurde die Dämpfung in Dezibel (dB) aufgetragen.

2.18 Einfluß von Volumen-Potis auf den Klang

Datum	Forum	Link
24.01.2006, 15:29	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=230323&postcount=54
Man erkennt, 1. daß die blaue Linie linearer (gerader) ist und eine größere Steigung aufweist. 2. Beim linearen Poti passiert bis 10% kaum etwas. Die Dämpfung verändert sich von 0 auf 20dB. Danach geht es dann „Ratz Fatz“ nach unten. 3. Das logarithmische Poti hat bis 5% eine konstante Steigung von 6,5dB/10%. Bei 5% erreicht es eine Dämpfung von gut 70dB, was so gut wie „aus“ ist. Die Einstellbarkeit der Lautstärke ist mit einem logarithmischen Potentiometer also nachweislich besser. So, damit erst einmal genug zum Thema Potis in der Elektrogitarre, denn es gibt grundsätzlich nicht viel mehr zu sagen. Wenn im GB Artikel etwas steht, was ich vergessen habe, möge man mir bitte Bescheid geben. Ich sehe mir das dann an. Zum Thema Potis ist übrigens ein Guitar-Letter in der Vorbereitung, aber... Zeit, Zeit, Zeit		
Datum	Kommentar	

2.19 Einflüsse auf den Klang eines Tonabnehmers

Datum	Forum	Link
16.05.2006, 11:11	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1503151&postcount=4

Zitat Lester W. Polfus

Bei rockinger.com kann man ja Pickupbausätze kaufen und nun frage ich mich was für einen Effekt man erzieht, wenn man :

- 1. viele Windungen wickelt*
- 2. wenige Windungen wickelt*
- 3. locker wickelt*
- 4. fest wickelt*

Einen Tonabnehmer selber zu wickeln, kann eine recht nette Erfahrung sein. Allerdings ist das eine aufwendige Sache, zumindest wenn es ein hochohmiges PU sein soll, denn 7000 oder 8000 Windungen Lackdraht mit einer Dicke von 0,06325mm ohne Unfall vernünftig zu wickeln stellt eine echte Herausforderung dar!

Eine niederohmige Variante läßt sich mit Drahtstärken von 0,1mm und 2000 bis 3000 Windungen aufbauen, was eine echte Erleichterung darstellt. Allerdings wird dann noch zusätzlich ein Vorverstärker benötigt, da niederohmige Tonabnehmer eine geringere Ausgangsspannung liefern.

Welchen „Sound“ das selbstgewickelte Pickup dann hat, ist für die meisten „Bastler“ kaum vorherzusagen. Die Anzahl der Windungen ist da nur einer von vielen Parametern. Hier ein Ausschnitt aus Guitar-Letter II zu diesem Thema:

1.5 Übertragungscharakteristik des Tonabnehmers

Neben seiner grundsätzlichen Aufgabe als Wandler von mechanischen in elektrische Schwingungen, wirkt der elektromagnetische Tonabnehmer immer auch als Filter. Die qualitative Übertragung der einzelnen Frequenzen sieht so aus:

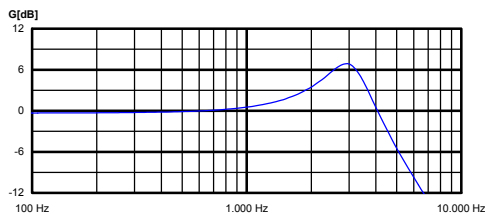


Bild 1-8: Beispiel einer Übertragungscharakteristik eines elektromagnetischen Tonabnehmers

Man erkennt, daß ein bestimmter Frequenzbereich besonders gut übertragen wird und daß tiefe Frequenzen bis 1 kHz praktisch unbeeinflusst bleiben.

Die Spitze des betonten Bereiches liegt bei der sogenannten Resonanzfrequenz f_0 . Wie hoch die Spitze ist, wird durch die sogenannte Güte Q beschrieben. Etwas oberhalb der Resonanzfrequenz fällt die Übertragungskurve stark ab. Diese Frequenzen werden also praktisch nicht mehr übertragen! Bei normalen E-Gitarren kann man sagen, daß diese Grenze maximal bei 4 kHz liegt. Weniger kommt häufig vor, mehr ist sehr ungewöhnlich. Eine Schaltung mit einer solchen Übertragungscharakteristik nennt man einen Resonanztiefpass 2. Ordnung.

Für den „Klang“ eines Tonabnehmers ist einzig und allein die Lage der Spitze (also f_0) und die Güte ausschlaggebend! Je größer die Resonanzfrequenz, desto mehr verschiebt sich die Betonung zu hohen Frequenzen und umgekehrt. Je größer die Güte ist, desto ausgeprägter ist die Spitze und desto mehr werden die Frequenzen um die Resonanzfrequenz herum betont.

Eine solche Übertragungscharakteristik kann man natürlich auch mit jedem Equalizer einstellen. Allerdings kann der nicht mehr im Spektrum vorhandene Frequenzen auch nicht wieder zurück bringen! Wenn der Tonabnehmer das Signal also schon bei 2 kHz bandbegrenzt, kann man gerne mit der Klangeinstellung den Bereich um 3,5 kHz anheben. Wo nichts ist...

Resonanzfrequenz und Güte werden durch die drei Kenngrößen eines elektromagnetischen Tonabnehmers beschrieben:

1. Die Induktivität L ,
2. die Wicklungskapazität C sowie
3. den Gleichstromwiderstand R

Die Induktivität wird hauptsächlich durch die Anzahl der Windungen und das verwendete Magnetmaterial bestimmt. Dabei gilt unter anderem: Je mehr Windungen, desto größer die Induktivität.

Der Gleichstromwiderstand wird durch die Anzahl der Windungen und den Durchmesser des Drahtes bestimmt. Je mehr Windungen, desto größer der Gleichstromwiderstand, je dicker der Draht, desto geringer ist sein Widerstand.

Die Wicklungskapazität C hängt ein wenig von der Bauform des Tonabnehmers ab, aber auch hier kann man generell sagen, daß Tonabnehmer mit mehr Windungen eine größere Wicklungskapazität haben. Von ganz entscheidender Bedeutung ist die Isolation des verwendeten Drahtes. Sie wirkt als Dielektrikum und hat somit großen Einfluß auf die resultierende Wicklungskapazität.

Je mehr Windungen ein Tonabnehmer hat, desto größer ist auch die Spannung, die er liefern kann. Die Werte, die man z.B. auf der Webseite von DiMarzio und Gibson findet, sind allerdings mit Vorsicht zu genießen. Da eine allgemeingültige Referenz fehlt, kann man damit allenfalls die Tonabnehmer dieser Hersteller untereinander vergleichen!

Der Verlauf der gezeigten Übertragungsfunktion läßt sich also charakterisieren durch

- 1. die Resonanzfrequenz f_0 ,*
- 2. die Güte Q und*
- 3. die Grundlautstärke (Übertragungsfaktor bei niedrigen Frequenzen, typ. 1)*

Bei passiven Tonabnehmern sind diese drei Eigenschaften miteinander verkoppelt. Verändert man zum Beispiel die Anzahl der Windungen, so hat das Einfluß auf alle drei Eigenschaften! Mehr Draht heißt in der Regel auch größere Induktivität und damit kleinere Resonanzfrequenz.

Die Art und Weise wie gewickelt wird, ist häufig Gegenstand von Spekulationen. Handgewickelten Tonabnehmern (scattered wound) wird häufig ein besserer Klang nachgesagt. Wie dieser zustandekommen soll, kann jedoch kaum jemand wirklich sauber erklären.

Aus technischer Sicht stellt sich die Sache wie folgt dar:

1. Gleichstromwiderstand

2.19 Einflüsse auf den Klang eines Tonabnehmers

Datum	Forum	Link
16.05.2006, 11:11	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1503151&postcount=4
Eine „wilde“ Wicklung wird eventuell dafür sorgen, daß der resultierende Widerstand ein wenig größer ausfällt. Die Abweichungen sind in der Regel kleiner als 1% Den größten Einfluß übt der Widerstand auf die Güte aus. 2. Induktivität Neben der Spulengeometrie (Querschnitt A und Länge l) geht die Anzahl der Windungen in die Bestimmung der Indutivität ein. Hier ein Beispiel für eine lange Zylinderspule: $L = \mu \cdot N^2 \cdot \frac{A}{l}$ Auch wenn die Windungszahl hier quadratisch eingeht, kann ein Einfluß der Art und Weise wie gewickelt wird, nicht entnommen werden. Also, 5000 Wicklungen sind für die Induktivität 5000 Wicklungen. Hier ist kein Unterschied! 3. Kapazität Die Wicklungskapazität des Tonabnehmers ist eine sehr komplizierte Sache. Wenn man es genau machen will, muß man eigentlich von einer verteilten Kapazität sprechen. Sie ist also das Resultat vieler kleiner Teilkapazitäten, die sich zwischen den einzelnen Windungen ergeben. Das Wickelschema scheint hier also schon einen Einfluß auszuüben. Damit ergibt sich ein Einfluß auf die Lage der Resonanzfrequenz. Letztendlich ist aber nur die Summe aller Kapazitäten für die resultierende Übertragungscharakteristik ausschlaggebend. Etwas wirklich anderes wird durch das „handwickeln“ nicht wirklich erreicht. Wenn ein solches PU eine etwas größere Kapazität aufweist, so kann das auch durch einen zusätzlichen Kondensator erreicht werden! 4. Induktionsspannung Gemäß Formel 1-1 in Guitar-Letter I spielt auch hier die Anzahl der Windungen eine Rolle (je mehr, desto „lauter“). Der Betrag der Induktionsspannung ist jedoch auch nicht vom Wickelschema abhängig! 5. Mikrofonie Ob und wie stark ein Pickup zu Mikrofonie neigt, hängt stark davon ab, wie fest die Wicklung ist. Hier gilt also, je fester, desto besser. Aber: Nach ganz fest, kommt ganz schnell ganz ab! Gute Produkte sind aus diesem Grund mit Wachs oder Kunstharz vergossen. Aber auch diesen Tonabnehmern wird von einigen Musikern (ohne technische Begründung) ein gewisser „steriler“ Klang nachgesagt. How ever... Schlußfolgerung Warum handgewickelte Tonabnehmer besser klingen sollen, läßt sich aus technischer und physikalischer Sicht nicht wirklich nachvollziehen! Das einzige, was man wirklich sagen kann ist, daß die Streuung bei handgewickelten Typen erheblich größer ausfällt. Ob man auf diese Weise eine größere Anzahl von Tonabnehmern mit gleichen Eigenschaften herstellen kann, darf zu Recht bezweifelt werden! Den Klang berechnen Ich habe mir einmal die Mühe gemacht und ein paar Formeln für den elektromagnetischen Tonabnehmer zusammengestellt. Für das klangliche Endergebnis muß immer vom belasteten Fall ausgegangen werden. Hier taucht dann auch der Lastwiderstand RL (ca. 300kOhm in typ. Gitarren) auf. Die Lastkapazität wurde mit der Wicklungskapazität zusammengefaßt und als		

2.19 Einflüsse auf den Klang eines Tonabnehmers

Datum	Forum	Link
16.05.2006, 11:11	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1503151&postcount=4

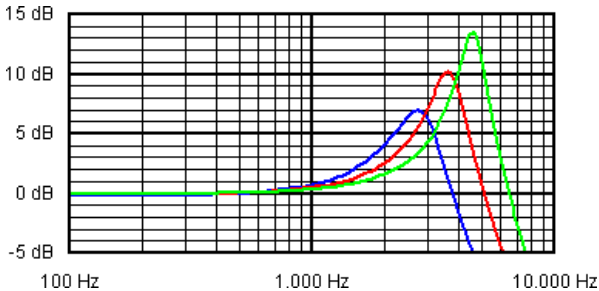
resultierende Kapazität C eingeführt. Wenn also das PU 70pF hat und das Kabel 500pF dann ist $C=70\text{pF}+500\text{pF}=570\text{pF}$.

Kenngröße	Unbelastet	belastet
Proportionalglied	-	$K = \frac{R_L}{R_L + R}$
Kennkreisfrequenz	$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{R_L + R}{R_L \cdot L \cdot C}}$
Dämpfungsgrad	$\vartheta = \frac{R \cdot C}{2\sqrt{L \cdot C}}$	$\vartheta = \frac{\left(R \cdot C + \frac{L}{R_L}\right) \cdot \sqrt{\frac{R_L}{R_L + R}}}{2\sqrt{L \cdot C}}$
Güte	$Q = \frac{\sqrt{L \cdot C}}{R \cdot C}$	$Q = \frac{\sqrt{L \cdot C}}{\left(R \cdot C + \frac{L}{R_L}\right) \cdot \sqrt{\frac{R_L}{R_L + R}}}$
Resonanzkreisfrequenz	$\omega_d = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \cdot \sqrt{1 - \frac{(R \cdot C)^2}{4 \cdot L \cdot C}}$	$\omega_d = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \cdot \sqrt{\frac{R_L}{R_L + R} - \frac{\left(R \cdot C + \frac{L}{R_L}\right)^2}{4 \cdot L \cdot C}}$

Aus diesen Formeln kann man deutliche erkennen, wie die einzelnen Zusammenhänge sind.

Datum	Kommentar

2.20 Lace D-150 und vergleichbare Tonabnehmer

Datum	Forum	Link
17.05.2006, 14:18	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1506081&postcount=535
<i>Zitat Cradi</i> <i>Wollte mal fragen was man den so von den Don Lace PUs hält, im speziellen vom D150 BK Humbucker. Mit welchen kann man die vergleichen???</i> <i>Ich habe mal meine Simulator angeworfen. Hier das Ergebnis:</i> <i>Der Lace D-150 ist bezüglich seines Übertragungsverhaltens („Klang“) unter einer Last von 7m Kabel und der typischen Gitarrenelektronik absolut mit dem Dimarzio Dual-Sound und dem SD SH-6 Neck zu vergleichen.</i> <i>In allen drei Fällen liegt die Resonanzfrequenz bei rund 2,3kHz mit eine Ausprägung von 4,5 bis 5dB.</i> <i>Vergleicht man die Gleichstromwiderstände miteinander, so ist der Lace mit gut 10kOhm am unteren Ende. Vermutlich wird er von allen drei PU's die geringste Ausgangsspannung liefern. Diese Aussage ist jedoch mit Vorsicht zu genießen, da sie davon ausgeht, daß in jedem Fall die gleichen Magnete verwendet werden, was mit Sicherheit nicht der Fall ist. In so fern ist es möglich, daß der Lace, trotz geringem Widerstand lauter ist als die anderen.</i> <i>Verglichen mit den PAF's muß man de D-150 als „sehr hellen“ PAF bezeichnen.</i> <i>@Maverick018:</i> <i>Kein elektromagnetsicher Tonabnehmer beeinflusst die Widergabe der Bässe! Die Übertragungscharakteristik sieht immer so aus:</i>  <i>Das Bild zeigt das Übertragungsverhalten eines SD SH2 Bridge als Humbucker seriell (blau), Single-Coil (rot) und Humbucker parallel(grün).</i> <i>Unterhalb von 500Hz tut sich gar nichts mehr und das gilt im Grunde genommen für jedes Pickup!</i>		
Datum	Kommentar	

2.21 Gesplitteter Humbucker mit fettem SC-Sound

Datum	Forum	Link
31.05.2006, 15:18	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1540828&postcount=12
31.05.2006, 16:30	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?t=16094

Zitat von Hans_3

Ich möchte bei meiner Brian Moore den Hals-SC gegen einen splitbaren HB tauschen. Allerdings will ich zugleich nicht auf einen schlagkräftigen SC-Sound am Hals verzichten:

Problem ist nun, dass die HB-Spulen in der Regel auf HB-Wirkung optimiert sind und der Split nach meiner Erfahrung deshalb nicht mit einem guten SC mithält = dünner klingt und nie wirklich befriedigen kann....

... Wäre da ein HB mit unterschiedlich gewickelten Spulen eine Lösung, von denen eine auf Single-Coil optimiert ist und beide zusammen einen sehr guten HB ergeben?

Kennt ihr solche Lösungen, bzw. Werks-HBs, die diese Ansprüche erfüllen? Oder soll ich lieber gleich bei H. Häussel anrufen?

Das ist mal wieder eine interessante Frage!

Schauen wir uns zunächst die technischen Unterschiede eines Single-Coils und eines gesplitteten Humbuckers an:

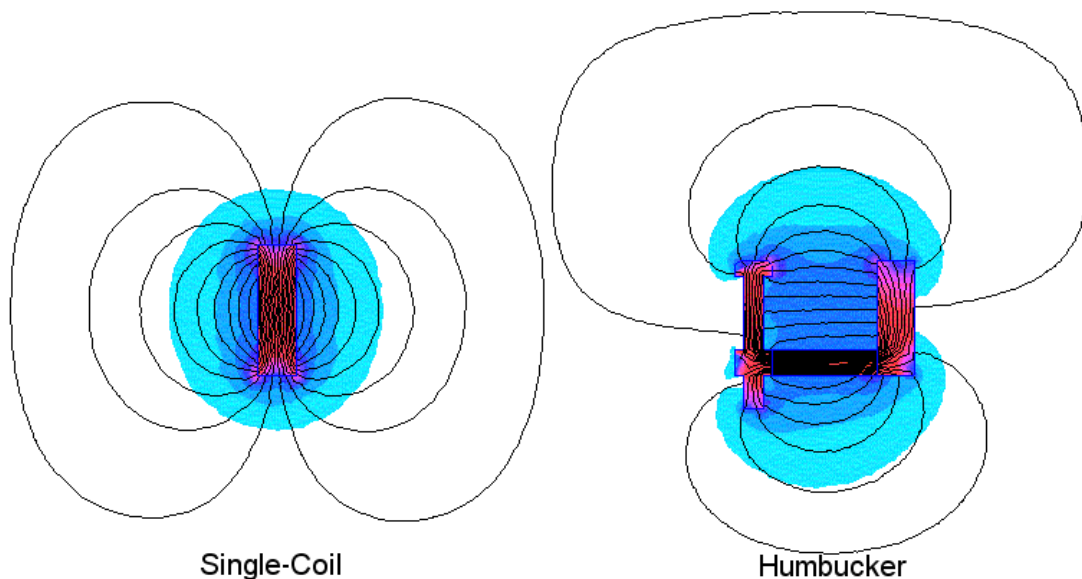
Humbucker vs. Single-Coil: Magnetischer Aufbau

Der Single-Coil hat 6 einzelne Pole, die entweder als Weicheisenkern mit darunterliegendem Balkenmagnet oder als Magnetstift ausgeführt sind (siehe Guitar-Letter I, Bild 1-2 a und b).

Das Feld der Variante b ist deutlich schwächer (ca. 50%), als das des Single-Coils mit Magnetstäben. Bezüglich der magnetischen Breite (Apertur) sind beide Baukonzepte in etwa vergleichbar.

Ein Humbucker nach dem Konzept von Seth Lover besteht aus zwei (idealerweise) identischen Spulen, von denen eine Weicheisenkerne als Pole enthält und die andere Schrauben. Diese sitzen in einem metallischen Polschuh, der sich neben einem Balkenmagneten befindet. Die Weicheisenkerne der erste Spule sind so lang, daß sie bis an den Balkenmagneten hinunter reichen. Aus Sicht der Materialien ergibt sich also eine gewisse Unsymmetrie.

Tatsächlich erzeugen der Single-Coil nach Fender und der Humbucker nach Lover zwei vollkommen unterschiedliche Feldverläufe:



Die Feldlinien verlaufen beim Humbucker ganz anders, der seine Pole eher rechts und links der Spulen hat. Beim Single-Coil sind die Pole oben und unten. Man beachte, daß das Feld

2.21 Gesplitteter Humbucker mit fettem SC-Sound

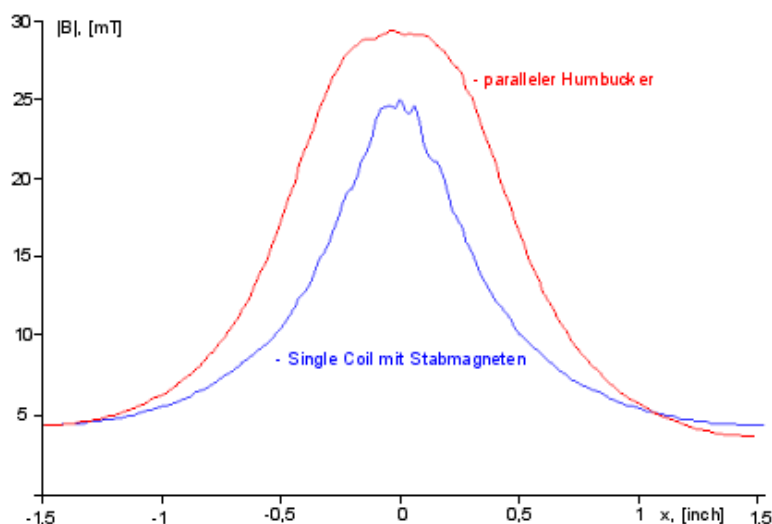
Datum	Forum	Link
31.05.2006, 15:18	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1540828&postcount=12
31.05.2006, 16:30	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?t=16094

des Humbuckers unsymmetrisch ist, was eindeutig auf die Verwendung der Schrauben zurückzuführen ist.

Diese Unterschiede der Feldverläufe darf man nicht vergessen, wenn man einen solchen Humbucker splittet. Man deaktiviert eben nur eine Spule. Die als Apertur bekannte magnetische Breite des Tonabnehmers verändert sich dabei jedoch nicht!

Für die Induktion ist lediglich die Stärke des Feldes, also sein Betrag von Interesse. Dafür benötigen wir jedoch eine andere Sichtweise: Die magnetische Flußdichte B über dem Ort x .

Im nächsten Bild ist die Flußdichte in einem Abstand von 3/8 Zoll (0,95cm) von der Oberkante der Magneten für beide Tonabnehmervarianten dargestellt worden. Dabei bezeichnet $x=0$ die Position in der Mitte des Tonabnehmers.



Man erkennt:

1. Das Feld des Humbuckers ist über der Mitte des Tonabnehmers rund 5mT stärker, als das Feld des Single-Coil.
2. Das Feld des Humbuckers ist insgesamt breiter.

Klangveränderung durch Tonabnehmerbreite

Dieser Unterschied hat natürlich Konsequenzen, denn auch die magnetische Breite eines Tonabnehmers nimmt auf die resultierende Klangumformung einen Einfluß. Ähnlich wie bei der Tonabnehmerposition ergibt sich auch hier wieder ein Kammfiltereffekt. Hier die dazu gehörende Übertragungsfunktion:

$$G'_{BP(f)} = \text{si} \left(\pi \cdot \frac{1}{2} \cdot b' \cdot f' \right)$$

Darin ist $b' = b_p / L_0$ die auf die Mensur L_0 normierte magnetische Breite des Tonabnehmers und $f' = f / f_0$ die auf den Grundton der Saite f_0 normierte Frequenz. Der Vorteil der Verwendung dieser normierten Größen besteht darin, daß man immer eine allgemein gültige Aussage erhält.

Die vielen sicherlich unbekannte SI-Funktion läßt sich wie folgt berechnen:

$$\text{si}(x) = \frac{\sin(x)}{x} \quad \text{si}(0) = 1$$

2.21 Gesplitteter Humbucker mit fettem SC-Sound

Datum	Forum	Link
31.05.2006, 15:18	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1540828&postcount=12
31.05.2006, 16:30	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?t=16094

Die Lage der ersten Kammfrequenz läßt sich mit $1/(2 \cdot b')$ bestimmen. Entnormiert ist das dann

$$fk = f_0 / (2 \cdot b')$$

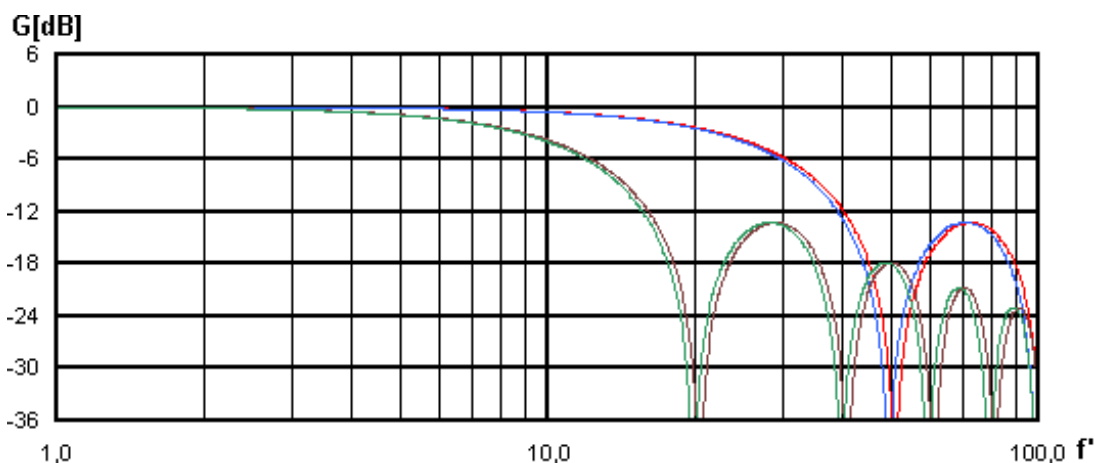
Man erkennt, daß der Wert der Übertragungsfunktion nicht nur von der Apertur b_p sondern auch von der Mensur abhängig ist. Das bedeutet, daß der gleiche Tonabnehmer auf einer Gitarre mit anderer Mensur einen anderen Einfluß auf den Klang nimmt ohne das sich am Tonabnehmer selber irgendetwas verändert hätte! Dabei gilt:

Je größer die Mensur, desto kleiner die normierte magnetische Breite und desto größer die erste Kammfrequenz.

Sehen wir uns einmal an, welche normierten Werte für die beiden Tonabnehmertypen auf den gängigen Mensuren von Les Paul und Stratocaster entstehen:

	Strat-Mensur		LP-Mensur	
	b'	k	b'	k
Single-Coil	3,92%	51	4,03%	49,6
Humbucker	9,80%	20,4	10,01%	19,8

In einem Bode-Diagramm kann man dann den gesamten Verlauf der Übertragungsfunktionen darstellen:



Man erkennt,

1. daß zwischen den beiden Konstruktionen durchaus ein klangbeeinflussender Unterschied besteht.
2. daß der Einfluß der Mensur vergleichsweise gering ist.
3. daß der Humbucker ein Tiefpaßverhalten bis zur 20. Harmonischen hat (~50 beim SC)

Der Humbucker dämpft durch seine Bauform die Übertragung der hohen Frequenzen mehr als der Single-Coil. Es stellt sich jetzt nur die Frage, ob dieser erkennbare Unterschied auch tatsächlich hörbar ist?

Die Antwort erhält man, wenn man sich das Spektrum der Saitenschwingung einmal ansieht. Bild 1-6 in Guitar-Letter II zeigt dazu ein Beispiel. Tatsächlich können, neue und gute Saiten vorausgesetzt, durchaus noch Anteile bis zur 40. Harmonischen im Spektrum enthalten sein. Im Normalfall dürfte jedoch schon bei der 20. oder 30. Harmonischen Schluß sein.

Für die tiefe E-Saite bedeutet die 40. Harmonische eine Frequenz von 3,296kHz was durchaus noch im hörbaren Bereich ist. Die hohe E-Saite würde in diesem Fall eine Frequenz von

2.21 Gesplitteter Humbucker mit fettem SC-Sound

Datum	Forum	Link
31.05.2006, 15:18	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1540828&postcount=12
31.05.2006, 16:30	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?t=16094

13,2kHz abgeben. Da die meisten Tonabnehmer das Signal elektrisch spätestens bei 4kHz abschneiden (ein PAF schon bei 2kHz), kann der Einfluß hier wohl eher vernachlässigt werden. Die Schlußfolgerung daraus lautet:

Der klangliche Einfluß der Tonabnehmerbreite wird in der Regel nur bei den tiefen Saiten wahrzunehmen sein. Der Effekt wird um so schwächer, je tiefer die Resonanzfrequenz des Tonabnehmers ist.

Der gesplittete Humbucker

Was geschieht nun aus klanglicher Sicht, wenn eine Spule eines Humbucker deaktiviert wird?

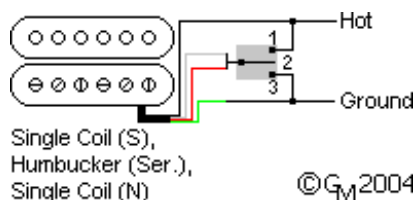
1. Die Resonanzfrequenz des Tonabnehmers erhöht sich in etwa um den Faktor 1,4 (Wurzel aus 2). Der Klang wird etwas heller.
2. Die Apertur verändert sich nicht! Im Vergleich zum „normalen“ Single-Coil haben wir jetzt also einen „breiten“ Single-Coil mit dem gleichen Kammfilterverhalten, wie beim Humbucker.

Im Normalfall wird der Split so ausgeführt, daß eine der beiden Spulen kurzgeschlossen wird. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, eine Spule komplett aus der Schaltung zu entfernen. Das Resultat ist tatsächlich ein klanglicher Unterschied, denn der Humbucker nach Lover koppelt beide Spulen induktiv. Im Grund genommen handelt es sich um einen Transformator. Die kurzgeschlossene Spule wirkt mit ihrem Gleichstromwiderstand als Last und dämpft die Spitze der Resonanzfrequenz um gut 3 dB, was durchaus schon als Verlust von Höhen wahrgenommen werden kann.

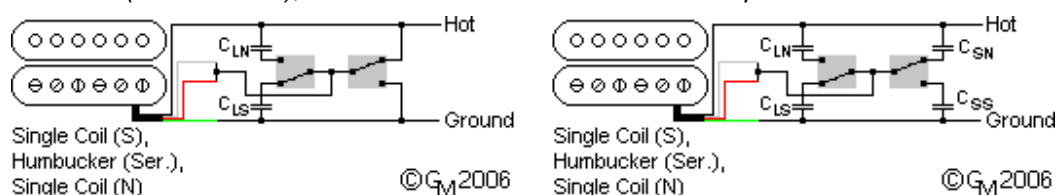
Verglichen mit einem „echten“ Single-Coil haben die einzelnen Spulen eines normalen Humbuckers eine höhere Resonanzfrequenz. Es klingt dann häufig etwas „dünn“. Es gibt jedoch auch Humbucker, bei denen das nicht so ist. Die Protomatic-V sind im Split-Mode aus elektrischer Sicht durchaus mit dem „Fender Custom '54 Strat for Bridge“ zu vergleichen. Siehe dazu mein Beitrag [hier](#).

Was also tun, wenn der Humbucker-Sound in Ordnung ist, der Split jedoch zu dünn?

Antwort: Man zückt wieder den berühmten Kondensator des Onkels aus der Tasche, denn der kann ja die Resonanzfrequenz nach unten verschieben und schaut sich die Schaltung für den sogenannten Coil-Split an. Hier eine Variante, die eine Wahl beider Spulen ermöglicht:



Wenn eine Spule kurzgeschlossen ist, muß die aktive Spule einen parallelen Lastkondensator erhalten, der die Resonanz ein wenig nach unten verschiebt. Wenn man einen zweipoligen Schalter hat (ON-OFF-ON), dann kann man das auch für beide Spulen machen.



Im rechten Bild ist die Nordspule kurzgeschlossen und damit inaktiv und die Südspule hat einen parallelen Kondensator C_{LS}. In der Mittelstellung arbeitet der Tonabnehmer ganz normal als Humbucker in Reihenschaltung und was in der letzten Stellung passiert, kann sich jeder

2.21 Gesplitteter Humbucker mit fettem SC-Sound

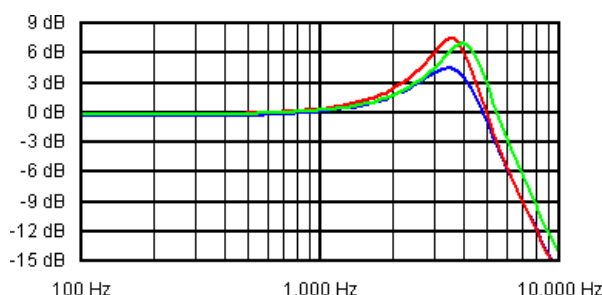
Datum	Forum	Link
31.05.2006, 15:18	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1540828&postcount=12
31.05.2006, 16:30	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?t=16094

selber ausmalen.

Die rechte Schaltung zeigte die Varianten des „Pseudo-Single-Coil“, wie ich ihn schon in diesem [Beitrag](#) beschrieben habe. Hier wurden lediglich der zusätzliche Schalter und die Lastkondensatoren zugefügt.

Wenn man mit Push-Potis arbeitet, kann man die gezeigte Schaltung leicht abstrippen, indem man je zwei korrespondierende Kondensatoren wegläßt.

Kommen wir nun zu den notwendigen Werten für den Lastkondensator. Ich habe einmal ein paar Simulationen gemacht:



Die blaue Kurve zeigt einen „Custom '54 Strat Pickup (Mid, Neck)“ mit 250kOhm-Potis und einer typischen Last von 1MOhm und einem Kabel von 700pF (7m) als Referenz. Die Resonanz liegt bei gut 3,55kHz mit 4,5dB Ausprägung.

Die grüne Kurve ist ein gesplitteter „Dimarzio-PAF“ mit 500kOhm-Potis. Die Resonanz liegt bei 3,98kHz mit 7dB Ausprägung. Es klingt also deutlich „heller“!

Jetzt nehmen wir einen Kondensator von 220pF und schalten ihn parallel zur aktiven Spule. Das Ergebnis ist die rote Kurve. Die Resonanz liegt nun bei 3,55kHz mit 7,5dB Ausprägung. Um die blau Kurve komplett zu erreichen, kann man jetzt noch einen Widerstand von 220kOhm parallel zum Kondensator schalten und man ist am Ziel! Das ist natürlich nicht unbedingt erforderlich, denn eine Absenkung der Resonanz ist ja auch mit dem Tone möglich.

Für andere Humbucker muß man diese Werte natürlich etwas anpassen, aber grundsätzlich ist es immer möglich, solange die Resonanzfrequenz der Einzelspule nach unten verschoben werden soll!

Schlußfolgerung

Mit etwas Experimentierwut und ein paar Kondensatoren, Widerständen und Schaltern kann man im Normalfall gegebenenfalls eine Menge erreichen, auch ohne bei Harry anzurufen zu müssen! ;) Wenn das Ergebnis nicht überzeugt, kann man daß später immer noch machen. Dann sollte man jedoch über so eine Konstruktion wie beim EMG-89 nachdenken.

Wenn man natürlich einen Tonabnehmer mit einer Resonanz im Bereich der PAFs hat (1,6kHz – 2kHz), dann wird man mit dem Split natürlich nie den Bereich der „Strat“ erreichen! Da wird auch der Kondensator nicht weiterhelfen.

Zitat von Hans_3

... Wäre da ein HB mit unterschiedlich gewickelten Spulen eine Lösung, von denen eine auf Single-Coil optimiert ist und beide zusammen einen sehr guten HB ergeben?

Humbucker mit unterschiedlichen Spulen erzeugen den gleichen Effekt, wie der Kondensator, allerdings verschlechtert sich dadurch auch immer die brummunterdrückende Wirkung.

Eine auf Single-Coil optimierte Humbuckerspule hat natürlich immer einen Einfluß auf den Klang des Humbuckers. Im Endeffekt ergibt sich bei einer unsymmetrischen Konstruktion so etwas wie ein Burstbucker.

2.21 Gesplitteter Humbucker mit fettem SC-Sound

Datum	Forum	Link
31.05.2006, 15:18	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1540828&postcount=12
31.05.2006, 16:30	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?t=16094
<i>Die von Ray vorgeschlagene Lösung mit zwei dedizierten Single-Coils verhindert zwar zuverlässig den von mir beschriebenen Trafoeffekt, da die Spulen nicht induktiv gekoppelt sind, ansonsten ist es das gleiche wie bei einem unsymmetrischen Humbucker. Die von mir vorgestellte Lösung ist meiner Meinung nach die einzige, die den Spagat zwischen Single-Coil- und Humbucker-Sound überhaupt machen kann.</i>		
Datum	Kommentar	

2.22 Reihenschaltung kontra Parallelschaltung beim Pickup

Datum	Forum	Link
08.06.2006, 17:58	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1560519&postcount=27

Zitat von donrock

Also klingt ein Humbucker anders wenn die einzelnen spulen entweder parallel oder in reihe geschaltet sind? Wie kommts denn dazu?

Jede der beiden Spulen hat eine Induktivität L , Kapazität C und einen Gleichstromwiderstand R . Es gilt:

Reihenschaltung:

$$R_{ges} = R_1 + R_2$$

$$L_{ges} = L_1 + L_2$$

$$C_{ges} = C_1 * C_2 / (C_1 + C_2)$$

Parallelschaltung:

$$R_{ges} = R_1 * R_2 / (R_1 + R_2)$$

$$L_{ges} = L_1 * L_2 / (L_1 + L_2)$$

$$C_{ges} = C_1 + C_2$$

Unter der Annahme, daß beide Spulen identisch sind, was in der Regel angenommen werden kann, folgt dann:

Reihenschaltung:

$$R_{ges} = 2R$$

$$L_{ges} = 2L$$

$$C_{ges} = 0,5C$$

Parallelschaltung:

$$R_{ges} = 0,5R$$

$$L_{ges} = 0,5L$$

$$C_{ges} = 2C$$

Es ist zu erkennen, daß die Induktivität bei Reihenschaltung 4 mal so groß ist, wie bei Parallelschaltung.

Für die Kapazität gilt ähnliches. Sie beträgt bei Reihenschaltung nur ein Viertel der Parallelschaltung.

Die Resonanzfrequenz eines Tonabnehmers läßt sich nach Thomson abschätzen:

$$f_0 = 1 / (2 * \pi * \sqrt{L * C})$$

Wer jetzt hier die Werte für L und C einsetzt, der wird für beiden Fälle folgendes finden:

Reihenschaltung:

$$f_0 = 1 / (2 * \pi * \sqrt{2L * 0,5C}) = 1 / (2 * \pi * \sqrt{L * C})$$

Für die Parallelschaltung:

$$f_0 = 1 / (2 * \pi * \sqrt{0,5L * 2C}) = 1 / (2 * \pi * \sqrt{L * C})$$

Es hat sich also gar nichts geändert! Warum klingt es dann unterschiedlich, was man ja hören kann???

Antwort: Wir haben die kapazitive Belastung des Tonabnehmers durch das Gitarrenkabel vergessen! Diese Kapazität ist in der Regel so groß, daß man die Kapazität des Tonabnehmers dagegen vernachlässigen kann. Also:

2.22 Reihenschaltung kontra Parallelschaltung beim Pickup

Datum	Forum	Link
08.06.2006, 17:58	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1560519&postcount=27

Reihenschaltung:

$$f_0 = 1 / (2 \cdot \pi \cdot \sqrt{2L \cdot C_k}) = 0,7 \cdot 1 / (2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C_k})$$

Parallelschaltung:

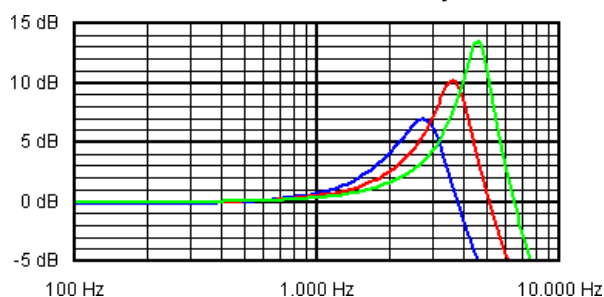
$$f_0 = 1 / (2 \cdot \pi \cdot \sqrt{0,5L \cdot C_k}) = 1,4 \cdot 1 / (2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C_k})$$

Das heißt, die Resonanzfrequenz der Parallelschaltung ist ungefähr um den Faktor 1,4 höher als die der einzelnen Spule und die Resonanzfrequenz der Reihenschaltung ist um den Faktor 0,7 kleiner als die der einzelnen Spule.

Insgesamt ergibt sich ein Faktor von 2 der sich zwischen Reihen- und Parallelschaltung befindet.

Alles klar?

Hier die Übertragungscharakteristiken eines SH2 B von Seymour Duncan:



Diese Kurven sind das Ergebnis einer Simulation mit Potis und einem Kabel von 700pF. Welche Kurve zu welchem Mode gehört, sollte jetzt jeder selber sagen können. Also...

Nun los, ich warte auf die Antworten! :D So schwer ist das doch nicht! ;)

Zitat von donrock

Aber jetzt frag ich mich ob es vielleicht falsch war die hb-spulen in reihe zulöten und nicht parallel?

Ob man den Humbucker in Reihe oder Parallel fährt, ist letztendlich Geschmackssache. Die Reihenschaltung ist der Standard und liefert den bekannten mittigen Sound.

Die Parallelschaltung liefert mehr Höhen und ist etwas leiser. Der bekannte Split ist irgendwo dazwischen inklusive Brummen.

Datum	Kommentar

2.23 Das „Matschen“ - Ursache und Wirkung

Datum	Forum	Link
01.08.2006, 19:01	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/technik/147437-matschen-ursache-wirkung.html

Unlängst bekam ich eine PM, die das sogenannte „Matschen“ zum Gegenstand hatte.

Zitat von JPage

... Woher kommt das Matschen überhaupt?

Da es auch in diesem [Thread](#) diskutiert wird, folgen jetzt ein paar generelle Gedanken:

Das sogenannte „Matschen“ wird in der Regel im Zusammenhang mit einem verzerrten Klang beschrieben. Es ist also eine Folge der durch den Verzerrer (egal ob Röhre oder Halbleiter) verursachten nichtlinearen Verzerrungen.

1. Das Spektrum der Saitenschwingung

Die Saitenschwingung ist im Normalfall ein Frequenzgemisch, welches aus dem Grundton f_0 und diversen Obertönen (Harmonische) $f_1, f_2, \dots$ besteht, die alle ganzzahlige Vielfache des Grundtones sind ($f_n = n \cdot f_0$). Aufgrund dieser Gesetzmäßigkeit empfinden wird das resultierende Schallereignis als harmonisch und wohlklingend und sprechen dann gerne von einem „Klang“. Steuern wir ein System (Verstärker,...) so aus, spricht man auch von einer harmonischen Aussteuerung.

2. Der Verzerrer und seine Folgen

Durch eine nichtlineare Verzerrung werden grundsätzlich neue Frequenzen dem Frequenzgemisch der Saitenschwingung hinzugefügt. Welche das sind, hängt vom Frequenzgemisch und der nichtlinearen Kennlinie ab:

2.1 Ein Ton ist Theorie

Bei einer Eintonaussteuerung (nur eine Frequenz) entstehen im allgemeinen nur Vielfache dieser Frequenz, $f_0, 2 \cdot f_0, 3 \cdot f_0, \dots$

2.2 Der Klang ist die Praxis

Die Eintonaussteuerung ist nur eine theoretische Betrachtung, denn in der Praxis liegt immer eine Mehrtonaussteuerung vor. Dazu ein Beispiel:

Am Eingang haben wir f_{e0}, f_{e1} und f_{e2} als Frequenzen. Dann ergeben sich am Ausgang:

1. Vielfache der Eingangsfrequenzen: $n \cdot f_{e0}, n \cdot f_{e1}$ und $n \cdot f_{e2}$
2. Summenfrequenzen: $f_{e0} + f_{e1}, f_{e0} + f_{e2}, f_{e1} + f_{e2}$
3. Differenzfrequenzen: $f_{e0} - f_{e1}, f_{e0} - f_{e2}$, aber auch: $f_{e1} - f_{e0}, f_{e1} - f_{e2}$, und $f_{e2} - f_{e0}, f_{e2} - f_{e1}$

Aus den ursprünglich drei Frequenzen sind jetzt also glücklich 12 geworden (wenn ich keine vergessen habe). Wenn man das ganze etwas sortiert und eine harmonische Aussteuerung voraussetzt, ergeben sich insgesamt 5 Frequenzen am Ausgang: $f_{e0}, 2 \cdot f_{e0}, 3 \cdot f_{e0}, 4 \cdot f_{e0}, 5 \cdot f_{e0}$. Das Ergebnis ist also wieder harmonisch.

2.3 Vom Klang zum Geräusch

Anders sieht es jedoch aus, wenn zwei Saiten erklingen. Dann lautet die Ansteuerung: f_{e0}, f_{e1}, f_{e2} und f_{a0}, f_{a1}, f_{a2} (für E- und A-Saite zum Beispiel). Da die beiden Grundtöne f_{e0} und f_{a0} nicht ganzzahlige Vielfache sind, sind auch die resultierenden Summen und Differenzen sozusagen „klangfremd“. Sortiert man jetzt alle entstehenden Frequenzen, so sind vier Typen zu finden:

1. Vielfache von f_{e0}
2. Vielfache von f_{a0}
3. Summen und Vielfache ($n \cdot f_{e0} + m \cdot f_{a0}$)
4. Differenzen und Vielfache ($n \cdot f_{e0} - m \cdot f_{a0}$ und $n \cdot f_{a0} - m \cdot f_{e0}$)

2.23 Das „Matschen“ - Ursache und Wirkung

Datum	Forum	Link
01.08.2006, 19:01	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/technik/147437-matschen-ursache-wirkung.html
Die beiden letzten Typen sorgen dafür, daß unser „Klang“ zu einem sogenannten „Geräusch“ mutiert, welches wir als unsauber empfinden. Sie gehören klanglich weder zu f_{e0} noch zu f_{a0} und genau das ist das Problem! Die Summenfrequenzen sind in aller Regel hochfrequenter Art. Damit zeigt sich, daß nach einem Verzerrer durchaus ein höhenlastiges Signal existieren kann. Die Differenzfrequenzen erzeugen auch tiefe Frequenzen, die im Bereich der Grundtöne liegen können. Wenn man sich einmal vergegenwärtigt, daß eine Saitenschwingung durchaus bis zu 10 oder gar 20 wirksame Harmonische haben kann, so kann man sich vorstellen, wie viele neue und klangfremde spektrale Anteile erzeugt werden. Nun denken wir noch an einen Powerchord (3 „Töne“ und deren Harmonische) und machen ein bedenkliches Gesicht. Zu guter letzt fällt uns ein, daß ja nicht nur eine Stufe die Verzerrung macht, sondern vielleicht zwei oder gar drei. Die zweite Stufe erhält dann das Ausgangssignal der ersten Stufen mit allen Frequenzen als Aussteuerung und macht wieder Vielfache, Summen und Differenzen. Und die dritte Stufe... Vielleicht findet sich ja jemand, der alle spektralen Anteile nach einer dritten Verzerrerstufe mal aufschreibt. Ich komme dann in einem Jahr zur Kontrolle vorbei. 2.4 Die Amplituden des Spektrums Wir haben uns bisher nur damit beschäftigt, welche Frequenzen als Folge einer Aussteuerung einer nichtlinearen Kennlinie entstehen können. Wie groß die Amplitude (also die „Lautstärke“) der einzelnen Bestandteile ist, hängt nun entscheidend von den Kennlinien ab. Eine Beurteilung kann nur dann erfolgen, wenn das ganze theoretisch berechnet wurde (viel Spaß) oder wenn man das Signal mit einem Spektrumanalysator (teuer) mißt. Die Größe der einzelnen Amplituden ist für den entstehenden Klangeindruck zuständig. Eine bestimmte Differenzfrequenz mag im Signal noch so scheußlich klingen, wenn sie nur eine sehr geringe Amplitude aufweist, stellt sie kein (so großes) Problem dar. Wird sie jedoch besonders stark betont, so ist das Kind in den Brunnen gefallen! 3. Dat matscht so schön... Summen- und Differenzfrequenzen sind die Ursache dafür, daß unser harmonischer Klangeindruck gestört wird. Je nachdem, wie stark die Amplituden dieser Anteile sind, wird unser „Eingangsklang“ nachhaltig verdeckt. Er geht quasi im Geräusch unter; dem Klangeindruck geht die „Transparenz“ verloren. Der Effekt des „Matschens“ dürfte im Wesentlichen den Differenzfrequenzen im tiefen Frequenzbereich zuzuschreiben sein. Mangelnde Transparenz oder Klarheit ist auch eine Folge der Summenfrequenzen. Erste Konsequenz Nachdem was ich bisher ausgeführt habe, ist „Matschen“ und fehlende „Transparenz“ ein Effekt, der nicht primär dem Tonabnehmer angelastet werden darf, sondern der durch eine nichtlineare Verzerrung entsteht. Merke: Wer nicht verzerrt, matscht auch nicht! 4. Antimatsch „Matschen“ und fehlende „Transparenz“ sind also das Ergebnis einer nichtlinearen Verzerrung durch ein Eingangssignal, welches eine bestimmte klangliche Ausgewogenheit vermissen läßt (was auch immer das im Einzelfall bedeutet). Es kommt folglich darauf an, das Ausgangssignal der Gitarre vor der Verzerrung in geeigneter Weise klanglich umzuformen, bevor der Verzerrer zum Einsatz kommt. Generell sind zu starke Bässe kontraproduktiv. Sie sorgen für sehr starke Amplituden bei den		

2.23 Das „Matschen“ - Ursache und Wirkung

Datum	Forum	Link
01.08.2006, 19:01	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/technik/147437-matschen-ursache-wirkung.html
tiefen Differenzfrequenzen. -> Matschen Beim Halstonabnehmer ist dieser Effekt besonders gut zu beobachten, da er aufgrund seiner Position besonders starke Bässe liefert. Eine leichte Absenkung der Frequenzen bis 200Hz kann da so manches Wunder vollbringen. Viele Gitarristen verwenden einen Treble-Booster. Der Effekt ist ähnlich. Die hohen Frequenzen werden verstärkt, die tiefen nicht. In beiden Fällen verschiebt sich das Verhältnis von hohen und tiefen Frequenzen zu Lasten der Bässe. Folge: Es matsch weniger und klingt insgesamt klarer und transparenter. Allerdings ist das Signal aus dem Treble-Booster grundsätzlich größer, sodass eine Röhre auch noch leichter übersteuert werden kann, was vielen als Vorteil erscheinen mag. Was kann man also gegen Matsch und für Transparenz machen? Hier eine kurze Liste: 1. Anhebung der Höhen (Treble-Booster) 2. Absenkung der Bässe (Equalizer, Basskondensator in der Gitarre) 3. Neuer Tonabnehmer mit höherer Resonanzspitze (ja ja, das geht auch) Ob es „matscht“ oder nicht, ist also ganz einfach eine Frage, wie man vor dem Verzerrer mit der Klangeinstellung umgeht! Wer hier Mist macht, darf sich dann über einen „mistigen“ Klang auch nicht wundern! Natürlich können sich auch die Summenfrequenz im Treble-Bereich störend bemerkbar machen, was aber durch eine Absenkung der Höhen nach dem Verzerrer ein wenig abgemildert werden kann. Fazit 1 Die Frage, ob es matscht oder nicht, ist also einfach eine Frage der Klangeinstellung. Wenn es mit den Bordmitteln der Gitarre (Tonabnehmer, Tonblende und Kabel) nicht geht, ist ein Equalizer eine gute Möglichkeit. 6. Was matscht denn noch? Eigentlich sollte jetzt alles klar sein und wir wissen nun, daß der Tonabnehmer unschuldig ist! Der Begriff „Eigentlich“ impliziert jedoch, daß da noch was ist und in der Tat... ...gibt es noch weitere nichtlineare Quellen, die deutlich vor der Elektronik angesiedelt sind. 6.1 Das Magnetfeld... ... hat leider im Schwingungsbereich der Seite keinen konstanten Wert, sondern sein Betrag nimmt mit der Entfernung ab. Es liegt in gewisser Weise ein reziprokes Verhalten vor, was zu einer nichtlinearen Umsetzung von Flußdichteänderung nach Induktionsspannung führt. Hier liegt im Grunde genommen wieder die Aussteuerung einer nichtlinearen Kennlinie vor. Dieser Effekt ist um so stärker, je dichter sich der Tonabnehmer unter den Saiten befindet. Auch hier entstehen wieder... na? Richtig! Summen und Differenzen, was dazu führen kann, daß der Klang auch ohne Verzerrer schon unrein ist (Stichwort: Stratitis). Dieses Verhalten ist allerdings keine Folge der Spuleneigenschaften! -> Der Tonabnehmer ist unschuldig! 6.2 Die gebogene Saite Schlägt man eine Saite an, so bilden sich auf ihr auch die Oberschwingungen aus. Da die Saite jedoch eine gewisse Biegesteifigkeit aufweist, sind die Perioden der Harmonischen meistens ein wenig kleiner als sie in der Theorie sein sollten. Die Folge ist ein unreiner Klang, der umso stärker wahrgenommen wird, je dicker und je kürzer die Saite ist. Man höre sich dazu mal den Klang der 6. Saite am 15. Bund an. Ist das noch ganz sauber?		

2.23 Das „Matschen“ - Ursache und Wirkung

Datum	Forum	Link
01.08.2006, 19:01	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/technik/147437-matschen-ursache-wirkung.html
<i>Glücklicherweise ist an diesem Verhalten die Saite schuld! -> Der Tonabnehmer ist unschuldig!</i> Fazit 2 <i>Das Auftreten nichtlinearer Verzerrungen durch die Biegesteifigkeit und den Abstand des Tonabnehmers von den Saiten sollte man nach Möglichkeit durch geeignete Maßnahmen verhindern, da sonst generell kein „sauberer“ Klang entstehen kann.</i> <i>Geht man mit einem solcherart verschmutzten Signal auf einen Verzerrer, ist der Brei, Mulm, Matsch,... komplett! Wer's mag...</i>		
Datum	Kommentar	
10.08.2006	Dieser Beitrag brachte mir innerhalb von nur einem Tag 10 Bewertungen mit insgesamt über 100 Punkten ein. Ein deutlicher Hinweis, daß hier wirklich eine „Marktlücke“ getroffen wurde. Vom Mitglied „the flix“ gab es eine sehr gute Zusammenfassung: „Es gibt also nicht PUs, die mehr oder weniger matschen, sondern nur welche, die auf Grund ihrer Übertragungscharakteristik mehr oder weniger stark die Frequenzen übertragen, die das Matschen verursachen“	

2.24 Das „Matschen“ - Ursache und Wirkung II

Datum	Forum	Link
25.08.2006, 19:01	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/1728379-post23.html http://www.musiker-board.de/vb/1728757-post25.html

Ein Beitrag, wie der über das sogenannte „Matschen“ zieht immer eine Diskussion nach sich. Hier ein paar Ausschnitte:

Zitat von Nat!

Ich denke in unserem Fall reicht es sich eine Saite zu denken, die einen Grundton und Obertöne erzeugt. Mehr vernebelt nur die Sicht.

Grundsätzlich hast Du natürlich recht, nur tritt dieser „undifferenzierte“ Klang, beim Anschlag nur einer Saite in der Regel nicht in Erscheinung, da hier ja nur Vielfache der Grundfrequenz entstehen (Siehe 2.2 in meinem ersten Beitrag). Die Summen und Differenzen sind also alle dem Grundton zugehörig und somit nicht „klangfremd“ im Sinne des Begriffes.

Erst wenn man mit zwei unterschiedlich gestimmten Saiten spielt, treten diese „klangfremden“ Summen und Differenzen auf! In so fern vernebelt dieser Ansatz nicht die Sicht, sondern ermöglicht uns erst zu verstehen, was da eigentlich passiert!

Zitat von Nat!

Wessen Verzerrungen meinst du denn jetzt ? Ich vermute mal aus Sicht des Threadverlaufs doch die durch 6.1 erzeugten ? Durch die Magneten des Tonabnehmers.

Das ist noch einmal eine allgemeine Aussage zu den Folgen einer nichtlinearen Aussteuerung, die sowohl durch die nichtlinearen Kennlinien in einem Verstärker oder Effektgerät, aber auch durch den sich abschwächenden Betrag des Magnetfeldes in Abhängigkeit vom Abstand und auch - man höre und staune - durch die Verwendung von keramischen Kondensatoren entstehen kann.

Zitat von Nat!

Wieso folglich ? Direkt zum Tonabnehmer hast du doch gar nichts gesagt ?

Unter der Annahme, daß der Tonabnehmer einen vernünftigen Abstand zu den Saiten hat, kann man das Feld an der Saite als konstant annehmen. Das bedeutet natürlich nicht, daß diese Nichtlinearität dann verschwunden ist, sondern lediglich, daß wir die klangliche Auswirkung nicht mehr wahrnehmen (Merke: Klirrfaktoren unter 1% werden von uns in der Regel nicht mehr wahrgenommen).

Der Tonabnehmer selber stellt ein lineares System dar, dessen Wirkung als Filter mit einer bestimmten Übertragungscharakteristik beschrieben werden kann. Die Spule ist dabei nur ein Bestandteil.

Wenn man das notwendige statische Magnetfeld „extern“ erzeugt, also durch eine Magnetquelle außerhalb der Spule, dann ist Feldquelle (Magnet) und Sensor (Spule) getrennt. Für die Spule bleibt dann das lineare Verhalten. Die Feldquelle ist grundsätzlich auch linear, da sie ja ein statisches Feld erzeugt. Das in 6.1 angesprochene nichtlineare Verhalten ist also unmittelbar eine Folge des Feldverlaufes. Dieser läßt sich nur durch eine andere Anordnung der Feldquelle(n) sowie durch stärkere (oder schwächere) Quellen verändern.

Tauscht man jetzt in einem Tonabnehmer die Magnete gegen zum Beispiel stärkere Magnete aus, so sind zwei Effekte zu bemerken:

1. Der Verlauf des Feldes verändert sich quantitativ. Wenn es vorher rein klang, kann es jetzt vielleicht nicht mehr der Fall sein, sodass man den Tonabnehmer eigentlich weiter nach unten drehen muß.
2. Es verändert sich die Induktivität des Tonabnehmers. Ob sie größer oder kleiner wird, hängt vom Material und der Magnetisierung ab. In der Folge verschiebt sich die Resonanzfrequenz und ihre Ausprägung (Güte).

Durch diese Aktion haben wir also die nichtlinearen Übertragungseigenschaften des gesamten

2.24 Das „Matschen“ - Ursache und Wirkung II

Datum	Forum	Link
25.08.2006, 19:01	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/1728379-post23.html http://www.musiker-board.de/vb/1728757-post25.html

System verändert und die linearen Übertragungseigenschaften des Filters.

Zitat von Nat!

Aus diesem Satz entnehme ich, daß du den Einfluss der Spule lediglich als EQ siehst. Kann gut sein - keine Ahnung - bin ich Physiker?

Die Wicklung erzeugt nur ein lineares Verhalten. In so fern: Ja!

Zitat von Nat!

Ich denke du reduzierst im Kopf den Tonabnehmer auf die Spule, was aber wie vorher schon ausgeführt, in meinen Augen nur verwirrend und auch falsch ist.

Ich reduziere den Tonabnehmer nicht, sondern ich zerteile das gesamte System, welches in der Tat sehr komplex ist (wer malt mal die Übertragungskette von der Urschwingung der Saite bis zum Lautsprecher auf und vergißt dabei auch dem Raum nicht?), in sinnvolle Untersysteme, die eine Erklärung unserer Wahrnehmungen ermöglichen. Die Spule als Sensor und die gesamten elektrischen Eigenschaften als Filter sind da nur ein Bestandteil von vielen!

Zitat von Nat!

Andere Tonabnehmer mit anderen Magneten sollten IMO zu anderen Verzerrungen führen.

Ja! Siehe etwas weiter oben.

@Ray:

Leider liege mir über die von Dir angesprochenen Tonabnehmern keine Daten vor. Wie die einzelnen Übertragungscharakteristiken tatsächlich aussehen, ist als in gewisserweise ungewiß.

Nach meinen jetzigen Erkenntnissen scheinen Tonabnehmer mit etwas ausgeprägterer Resonanz generell anfälliger zu sein. Es kommt jedoch immer auf die Eigenschaften des gesamten Systems an. Eine geringfügige Verschiebung der Resonanzfrequenz kann da ggf. eine krasse Veränderung zur Folge haben!

Gerade bei hohen Frequenzen können Differenzfrequenzen im Baßbereich entstehen, die schnell störend sein können. Dazu ein Beispiel:

A-Saite (110Hz) und D-Saite 2. Bund (e, 164,81Hz) werden zusammen angespielt. Neben den Vielfachen der beiden Grundtöne entstehen auch folgende Differenzen:

1. $329,62 - 440 = 110,37\text{Hz}$
2. $659,26 - 770 = 110,74\text{Hz}$
3. $988,88 - 1100 = 111,12\text{Hz}$
4. $1318,51 - 1430 = 111,49\text{Hz}$
5. $1648,14 - 1760 = 111,86\text{Hz}$

Wie man sieht, hat das Ergebnis nicht viel mit dem Grundton der A-Saite zu tun. Vom Stimmen der Gitarre kennen wir den Effekt der Schwebung, den wir zum Frequenzabgleich verwenden. Bei diesem Beispiel dürften gleich mehrere Schwebungen auftreten.

Mit eine Tabellekalkulation und etwas Geduld, kann man für alle Harmonischen von A und e Differenzen finden, die leicht neben den Harmonischen liegen. Jetzt stellt sich nur die Frage, wie stark die Amplituden der einzelnen Differenzen sind?

Single-Coils mit eingesetzten magnetischen Rundstäben erzeugen an den Saiten generell ein stärkeres Feld und müssen folglich etwas tiefer sein.

Selbst wenn wir die Folgen der Nichtlinearitäten aus Feldverlauf und Biegesteifigkeit der Sai-

2.24 Das „Matschen“ - Ursache und Wirkung II

Datum	Forum	Link
25.08.2006, 19:01	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/1728379-post23.html http://www.musiker-board.de/vb/1728757-post25.html

ten bei eine unverzerrten Einstellung nicht wahrnehmen, kann bei einer weiteren Verzerrung durchaus ein negativer Effekt entstehen.

Zitat von Ray

Dann frag ich mal ganz provokant: wenn zwei Tonabnehmer die gleiche Resonanzfrequenz haben...kann dann trotzdem einer mehr matschen als der andere? (bei ansonstem identischen Setup)

Ja,

- 1. da die Ausprägung der Resonanz (die Höhe des Berges) unterschiedlich sein kann und*
- 2. da die Stärke des Magnetfeldes unterschiedlich sein kann (wenn das PU dann zu dicht an den Saiten ist...)*

Datum	Kommentar

2.25 Alterungseinflüsse bei Tonabnehmern

Datum	Forum	Link
29.08.2006, 19:01	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/technik/152894-alterungseinfluesse-bei-tonabnehmern.html#post1747028

Sehr häufig kann man Spekulationen über die Alterung von Tonabnehmern verfolgen. Deshalb möchte ich an dieser Stelle eine kurze Übersicht geben:

In der Theorie gibt es verschiedene Alterungsprozesse, die sich, neben der eigentlichen Funktion des elektromagnetischen Tonabnehmers, auch auf seinen „Klang“ - also seine Übertragungscharakteristik - auswirken können.

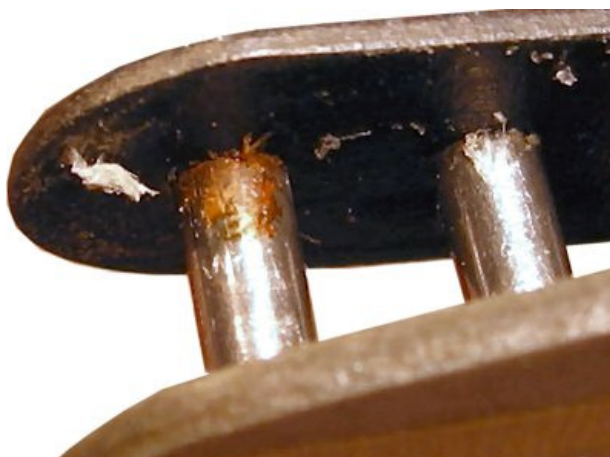
1. Der Magnet verliert an Kraft

Das war bei den frühen Tonabnehmern mit Kobaltmagneten manchmal der Fall. In der Folge wurden sie „leiser“ und es kam auch zu einer Veränderung der Induktivität, was sich auf die Lage der Resonanzfrequenz und die Güte und somit auf den „Klang“ auswirkt.

Moderne Magnetmaterialien wie AlNiCo oder Keramik haben dieses Problem nicht. Ein merkliche Schwächung des Feldes tritt, je nach Material, erst nach mehr als hundert Jahren auf. Lagert man einen Tonabnehmer jedoch in der Nähe anderer Magnetfelder von ausreichender Stärke, so können zumindest AlNiCo-Magnete ihr Feld verlieren. Diese können zwar ein starkes Feld aufnehmen, verankern es jedoch nur schwach im Kern.

2. Korrosion

Durch Rost an den Magneten und andere chemische Reaktionen entstanden bei alten Fender-Tonabnehmern häufig Unterbrechungen der Wicklung, da diese direkt auf die Magnete gelegt wurde. Hier ein Beispiel für einen solchen Fall:



Seit Fender (und andere Hersteller von fenderartigen Single-Coils) Magnete und Wicklung voneinander isoliert, ist dieses jedoch kein Problem mehr.

Unter extremen Bedingungen könnte auch eine Korrosion des Drahtes direkt erfolgen, der dann irgendwann durchgerostet ist.

3. Temperatur und mechanische Belastung.

Durch Temperatureinflüsse und Bewegung (besonders bei locker gewickelten Tonabnehmern) kann die Lackschicht des Drahtes leiden und gegebenenfalls „undicht“ werden. Die Folge sind Windungskurzschlüsse, welche den Klang und die maximale Ausgangsspannung des Tonabnehmers verändern. Richtig „tot“ ist ein solcher Tonabnehmer allerdings selten.

Der berühmte „Schlag mit dem Hammer“ kann einem Magneten sehr schnell den Garaus machen. Da aber wohl die wenigsten Gitarristen auf diese Weise ihr Instrument spielen, sollte dieser Effekt wohl ausgeschlossen werden können.

Wer sich einen alten Tonabnehmer kauft, sollte sich darüber im klaren sein, daß nach 50 Jahren so mancher Lack einfach porös wird. Ob man dann den Sound von damals hat oder irgendwas anderes, ist zumindest fraglich!

2.25 Alterungseinflüsse bei Tonabnehmern

Datum	Forum	Link
29.08.2006, 19:01	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/technik/152894-alterungseinfluesse-bei-tonabnehmern.html#post1747028
<i>Häufig werden die Tonabnehmer schon vom Hersteller mit Wachs vergossen, um die Anfälligkeit für Mikrofonie zu senken. Der relativ geringe Schmelzpunkt der verschiedenen Wachsarten (Paraffin: 56°C, Stearin: 52-60°C, Bienenwachs: 65°C) kann unter unglücklichen Umständen schon zum Störfall werden. Wer im Sommer seine Gitarre zum Beispiel im Auto der direkten Sonnenstrahlung aussetzt, der riskiert ein Schmelzen des Wachses. Je nach Umfang des entstandenen Schadens und der Festigkeit der Wicklung kann der Tonabnehmer nach so einem Unfall stark mikrofonisch sein.</i> <i>Auf den „Klang“ des Tonabnehmers wirkt sich ein solcher Unfall allerdings kaum aus, sondern es verändert sich nur die Störanfälligkeit.</i> Fazit <i>Von alle drei Effekten stellt der poröse Lackdraht das größte Problem dar, daß jedoch auch erst nach einer Zeit von mehr als 30 oder 40 Jahren auftreten dürfte. Wer sein Instrument häufig starken Temperaturschwankungen aussetzt, so wie Brian May seine Red Special, der muß da schon mit höherem Verschleiß rechnen. Allerdings verwendet Brian immer noch seine ersten TriSonics, die er 1962 selber gewickelt hat.</i> <i>Alle weiteren Effekte sind eher schöne Theorie und können in der Regel als Ursache einer Klangveränderung ausgeschlossen werden!</i>		
Datum	Kommentar	
04.09.2006	Auf Vorschlag des Users BF79 wurde unter Punkt 3 ein paar Bemerkungen zu gewachsenen Tonabnehmern eingefügt.	

3 Schaltungstechnik

3.1 Fender S1-Switching für die Strat

Datum	Forum	Link
23.05.2005, 11:21	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=745775&postcount=1
23.05.2005, 11:18	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=153571&postcount=6

Zitat: Wurti

Kann jemand was zur S-1 Schaltung sagen, die in den teureren Fender American eingebaut ist (Deluxe und 50th Anniversary)?

Ich hab irgendwie mal aufgeschnappt, daß man dadurch net mehr unbedingt einen Humbucker für die härteren Sachen braucht... kann mir das mal einer erklären?

Für die „Fender American Deluxe Strat“ gibt es zwei leicht verschiedene S1-Verdrahtungen:

Folgende Bezeichnungen seien gültig:

A: Neck-PU

B: Middle-PU

C: Bridge-PU

SC: Kondensator

||: Parallelschaltung

+: Reihenschaltung

Position 1 bis 5 sind die Schaltstellungen von Neck-PU zum Bridge-PU.

Hier die erste Variante mit S1-Switch up:

1: A

2: A||B

3: B

4: B||C

5: C

Hier haben wir also die klassische Schaltung einer Stratocaster vorliegen.

Nun mit S1-Switch down:

1: A+B

2: (A||SC)+B

3: (A||C)+B

4: B+(C||SC)

5: B+C

Hier wird also grundsätzlich das Middle-PU in Reihe mit einem oder gar zwei weiteren PUs geschaltet.

Da das Middle-PU ein RW/RP-Typ ist, sind diese Positionen in der Regel brummunterdrückt. Am vollständigsten funktioniert das bei den Positionen 1, 2, 4 und 5.

Ein paar Bemerkungen:

1. Die klassische Humbucker-Verdrahtung. Durch die Reihenschaltung verdoppelt sich die Induktivität. Dadurch sinkt die Resonanzfrequenz um den Faktor 1,41. Der Klang wird also „weicher“. Die maximal mögliche Ausgangsspannung ist doppelt so groß. Die Gitarre ist also lauter. Gleiches gilt für Position 5.

3.1 Fender S1-Switching für die Strat

Datum	Forum	Link
23.05.2005, 11:21	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=745775&postcount=1
23.05.2005, 11:18	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=153571&postcount=6

2. Hier wird dem Neck-PU ein Kondensator parallelgeschaltet (da is er wieder), der die Resonanzfrequenz verringert. Zusammen mit der Reihenschaltung sollte der Klang noch „weicher“ sein als bei Position 1. Bei geeigneter Dimensionierung sind theoretsich auch zwei Resonanzen denkbar. Gleiches gilt für Position 4.

Nun zur zweiten Variante mit S1-Switch up:

1: A
 2: A||B
 3: B
 4: B||C
 5: C

Hier haben wir also wieder die klassische Schaltung einer Stratocaster vorliegen.

Nun mit S1-Switch down:

1: A+B
 2: (A||SC)+B
 3: B+SC
 4: B+(C||SC)
 5: B+C

Kein so großer Unterschied zur ersten Variante. Bemerkenswert ist lediglich die Position 3. Hier wird das Middle-PU in Serie mit dem Kondensator geschaltet. Je nach Kondensator werden daurch die tiefen Frequenzen abgesenkt.

Zusammenfassung

Wer dieses „neue“ S1-Switching haben möchte, muß nicht zwingend zu Fender laufen. Der Erwerb eines PP-Potis und ggf. eines Mega-Switch + Kondensator wird wohl ausreichend sein und damit auch deutlich billiger.

Wie die ganze Sache letztendlich verdrahtet wird, habe ich noch nicht ausgetüffelt. Vielleicht findet sich ja bei Fender was.

Über Sinn oder Unsinn dieser zusätzlichen Möglichkeiten kann man mit Sicherheit wieder trefflich streiten. Ich denke jedoch, daß sie grundsätzlich als Bereicherung aufzufassen sind.

Die Positionen 1 und 5 mit S1 down emulieren ein wenig den Humbucker-Sound einer typischen HH-Gitarre, wobei man jedoch nicht vergessen darf, daß die Positionen der Spulen einer Strat stark von den Positionen einer LP abweichen.

Auch hier gilt also, daß man damit aus einer Strat keine LP macht! Der nachträgliche Einbau eines parallelen Humbuckers zur Unterstützung von verzerrten Sounds kann jetzt aber ggf. entfallen. Ist halt wie immer eine Geschmackssache.

Datum	Kommentar
19.05.2006	Im gleichen Zusammenhang gab es am 23.05.2005 einen weiteren Betrag, der nachfolgend gezeigt wird.

3.2 Fender S1-Switching für die Strat (Nachschlag)

Datum	Forum	Link
23.05.2005, 11:18	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=745854&postcount=3
23.05.2005, 11:18	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=153593&postcount=11

Was ich vorhin vergaß...

Für die „Fender American Serie Strat HSS“ gibt es auch eine S1-Verdrahtungen:

Folgende Bezeichnungen seien wieder gültig:

A: Neck-PU
 B: Middle-PU
 C: Bridge-PU
 sc: single-coil
 hb: humbucker
 ||: Parallelschaltung
 +: Reihenschaltung

Position 1 bis 5 sind die Schaltstellungen von Neck-PU zum Bridge-PU.

Hier mit S1-Switch up:

1: A
 2: A||B
 3: B
 4: B||C[sc]
 5: C[hb]

Bis auf Position 5 haben wir wieder die klassische Schaltung einer Stratocaster vorliegen.

Nun mit S1-Switch down:

1: A+B
 2: (A+C[sc])||B
 3: (A+B)||C[hb]
 4: B||C[hb]
 5: C[hb]

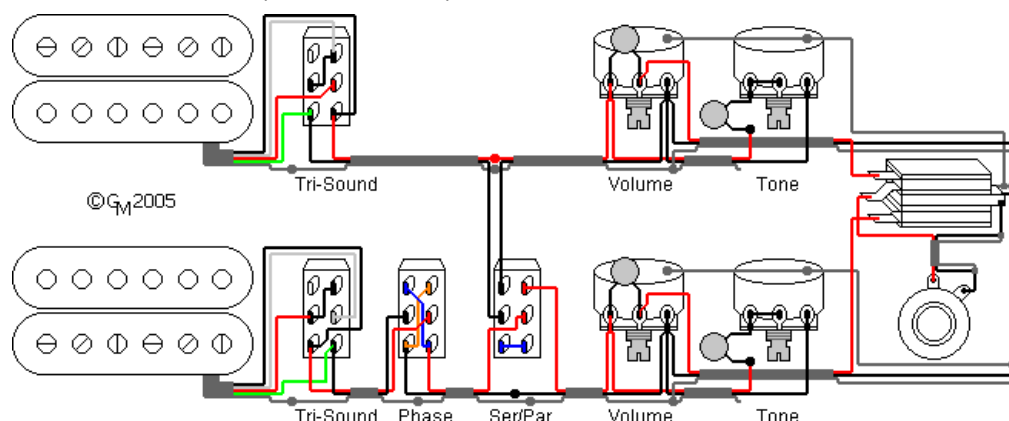
Datum	Kommentar
21.05.2006	Mittlerweile haben sich ein paar weiteren Informationen zum Thema S1-Switch bei mir angesammelt. Generell scheint es sich um einen 4-poligen Umschalter (ON/ON) zu handeln, der an eine Push/Push-Mechanik gekoppelt wurde.

3.3 HH-Gitarre mit bis zu 42 Kombinationen

Datum	Forum	Link
08.07.2005, 14:07	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showthread.php?t=72668
08.07.2005, 14:41	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?t=10525

Da sich Paulines neue Schaltung zur Zeit in der Simulationsphase befindet, kann ich schon einmal ein „Abfallprodukt“ veröffentlichen. Es handelt sich um eine Modifikation der klassischen HH-Schaltung, wie sie in der LP, SG und anderen Gitarren dieses Typus eingesetzt wird:

Für jeden Tonabnehmer gibt es einen „Mode“-Schalter mit dem zwischen Seriell, Single-Coil und Parallel (Tri-Sound) umgeschaltet werden kann. Hierfür ist ein (teurer) ON-ON-ON-Schalter erforderlich. Leistet man sich nur einen wesentlich billigeren ON-ON, so hat man immerhin noch Dual-Sound (Seriell, Parallel).



In der Mittelstellung des Wahlschalters können beide Tonabnehmer in Reihe oder Parallel kombiniert werden. Ein Phasenumkehrschalter sorgt dann für weitere ungewöhnliche Sounds. Beide Schalter müssen vom Typ ON-ON sein.

Bei der Reihenschaltung gibt es etwas zu beachten: Ist dieser Schalter aktiviert, so ist für den Wahlschalter auf „Both“ oder „Neck“ immer die Reihenschaltung aktiv. In Stellung „Bridge“ sollte kein Signal kommen (geht nicht anders). In der Praxis ist doch ein leises Signal zu hören. Also bitte nicht wundern, das ist in Ordnung so.

Setzt man für diesen Schalter einen ON-OFF-ON ein, so hat man in der Mittelstellung beide PU's getrennt. Die Gitarre ist also aus, egal in welcher Position sich der Wahlschalter befindet.

Wer keine Minischalter haben möchte, kann auch vier Push-Pull-Potis zum Einsatz bringen. Dann ist aber nur Dual-Sound für die PU's möglich, was aber immerhin noch 20 verschiedenen Kombinationen entspricht.

Auf die Verdrahtung von Masse und Abschirmung wurde besonderen Wert gelegt. Diese Schaltung kann also auch so in eine ES-335 o. ä. eingebaut werden. Einfach mal in Ruhe anschauen und darüber nachdenken. Zu dem Thema habe ich schon häufig was geschrieben.

Diese Schaltungsvariante finde ich persönlich sehr angenehm, da sie sozusagen „Setups“ ermöglicht. Ich spiele häufig den Neck als Single-Coil (clean) und die Soli mit dem Bridge Humbucker. Das kann ich so einstellen und dann schnell mit dem PU-Wahlschalter wechseln.

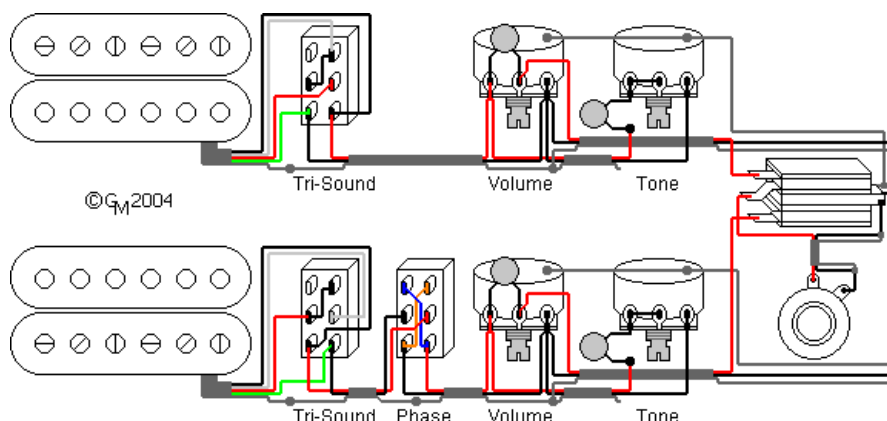
Mir ist klar, daß ich jetzt anfangs mit Lobo in Konkurrenz zu treten. Allerdings repräsentiere ich nicht die „5-Way-Switch“-Fraktion.

Datum	Kommentar

3.4 Abschirmung in der Elektrogitarre

Datum	Forum	Link
03.11.2005, 16:27	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1041776&postcount=1
04.11.2005, 01:02	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=206272&postcount=1

Zum Thema Abschirmung und Masseführung habe ich mir mal etwas tiefere Gedanken gemacht, als ich meine ES-700 umgebaut habe. Hier erst einmal das Resultat als WiDi:



Man erkennt, daß ich die Abschirmung und die Signalmasse konsequent getrennt habe. Auch die Signalmasse ist abgeschirmt.

Folgende Überlegungen habe ich angestellt:

1. Die Abschirmung ist eine Antenne für elektrische Störungen, deren Strom nach Erde fließen will.
2. Signalführende Leitungen - auch der Rückweg (Signalmasse) - sind störfähig.
3. Wird Signalmasse und Schirmung zusammengelegt, können an den Leitungs- und Übergangswiderständen auch Spannungsabfälle der Störung auftreten. Das führt dann zu einer Potentialverschiebung am Verstärkereingang, der dann auch die Störungen hörbar macht.
4. Der Strom möchte immer den „kürzesten“ Weg nehmen. Das gilt natürlich auch für unser Nutzsignal.
5. Durch Leitungen gebildete Ringe stellen ein gute Antenne dar, die sowohl für elektrische Störungen (kapazitiv) als auch für magnetische Störungen (induktiv) empfänglich sein können.

Die Konsequenzen sind:

1. Ich bietet dem Störstrom einen möglichst niederohmigen Weg nach Erde (hier Masse). Alle Potigehäuse sind auf den Schirm gelegt. Die Potis selber befinden sich in einem kleinen Gehäuse (dust-proof shielded case). Eine sternförmige Leitungsführung des Schirmes ist IMHO nicht erforderlich, da es sich um ein Störsignal handelt, welches (zunächst) keine direkte Verbindung mit der Signalmasse hat (nicht vergessen, daß jede Leitung einen, wenn auch kleinen, Widerstand darstellt).
2. Einflüsse der Störgröße auf das Massepotential werden durch Trennung von Schirm und Signalmasse so weit wie möglich reduziert. Konsequenterweise müßte diese Trennung bis zum Verstärker existieren. Aus Gründen der Kompatibilität habe ich darauf jedoch verzichtet. Schirmung und Signalmasse werden schon am Schalter verbunden.
3. Auch die Signalmasse wird abgeschirmt.
4. Der Stromkreis des PU wird erstmalig am Volumen-Poti geschlossen. Die Tonblende wird durch eine erweiterte Masche kontaktiert, die am Volumen-Poti beginnt. Der erstmalige Bezug zur Schaltungsmasse erfolgt jeweils am Volumen-Poti.
5. Das Volumen-Poti kann als Ausgang einer Ersatzschaltung (PU, Tonblende, Volume) be-

3.4 Abschirmung in der Elektrogitarre

Datum	Forum	Link
03.11.2005, 16:27	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1041776&postcount=1
04.11.2005, 01:02	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=206272&postcount=1
<i>trachtet werden. Von beiden Potis führt je eine Masseverbindung zum Schalter. Damit „sieht“ der Verstärker immer die Potentialdifferenz zwischen Potischleifer und Signalmasse am Poti Eine vollständige sternförmige Verbindung für die Signalmasse halte ich daher nicht für erforderlich!</i> <i>6. Ringförmige Masseverbindungen, wie in vielen Paulas zu sehen, sind nicht gestattet!</i> <i>Was im Bild nicht gezeigt ist, ist der Anschluß der Schaltergehäuse auf den Schirm.</i> <i>Das Resultat ist recht gut. Meine ES-700 zählt nun zu den „ruhigen“ Vertretern ihrer Art. Meine generelle Schlußfolgerung lautet also:</i> <i>Abgeschirmte Signalmasse und Schirmung so lange wie möglich getrennt halten!</i>		
Datum	Kommentar	

3.5 Die Schaltung der „Red Special“

Datum	Forum	Link
07.06.2006, 17:53	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1557816&postcount=19
07.06.2006, 17:58	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?p=269683#post269683

Die „Red Special“ von Brian May ist sicherlich eine der wenigen wirklich besonderen Elektrogitarren.

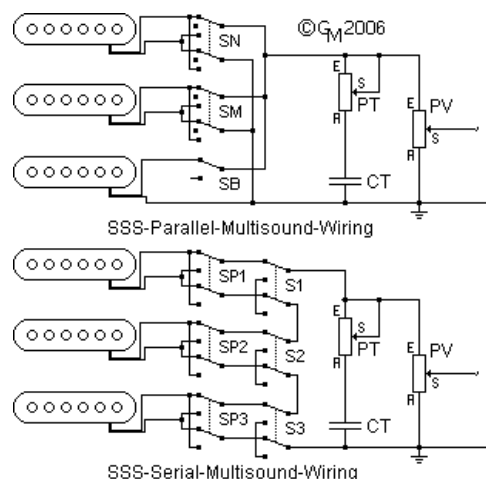


Ein wesentlicher Grund dafür ist der Aufbau ihrer elektronischen Schaltung, auf den ich an dieser Stelle kurz eingehen möchte:

Die Schaltung der „Red Special“

Der junge Brian May hatte sein Auge ursprünglich auf eine Fender Stratocaster geworfen, was Anfang und Mitte der 60er Jahre nicht ungewöhnlich war. Nur leider fehlte ihm das nötige Kleingeld, was auch heute noch für viele junge Gitarristen nicht ungewöhnlich ist.

Als er dann zusammen mit seinem Vater daran ging, sich selber eine Gitarre zu bauen, lieferte die Stratocaster die Begründung für drei Tonabnehmer. Da er jedoch auch den „fetten“ Klang der Les Paul haben wollte, wick er von dem quasi als Standard anzusehenden Konzept der Parallelschaltung ab und ordnete die drei Tonabnehmer elektrisch in Reihe an. Weitere Klangvariationen wurden durch Phasenumkehrschalter für jeden Tonabnehmer möglich. Hier beide Schaltungskonzepte zum Vergleich:



In beiden Fällen ergeben sich 13 unterschiedliche Kombinationen. Durch die Reihenschaltung

3.5 Die Schaltung der „Red Special“

Datum	Forum	Link
07.06.2006, 17:53	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1557816&postcount=19
07.06.2006, 17:58	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?p=269683#post269683

der Tonabnehmer wird die Gitarre doppelt so laut und bietet so mehr Reserven, um einen Röhrenverstärker zu übersteuern. Daß sich bei dieser Schaltungsvariante die Resonanzfrequenz um den Faktor 1,4 verringert, ist aus klanglicher Sicht zusätzlich als Vorteil zu werten. Das ganze klingt dann wesentlich mittiger, eher wie ein Humbucker und keinesfalls mit den bekannten Tonabnehmerkombinationen der Stratocaster zu vergleichen. Erst das [S1-Switching](#) von Fender brachte hier eine Annäherung.

Die Tonabnehmer

Als Tonabnehmer setzte Brian May zuerst auf eine eigene Single-Coil-Entwicklung deren Magnete jeweils eine entgegengesetzte Polarität hatten (N-S-N-S-N-S). Er hoffte, auf diese Weise einen Humbucker-Effekt zu erreichen, was aber in dieser Form nicht funktionierte. Statt dessen wurde der Tonabnehmer zwischen den Polen unempfindlich, was sich besonders bei Bendings störend bemerkbar machte.

Die finale Lösung ergab sich dann mit drei Tri-Sonic-Tonabnehmern von Burns, die Brian allerdings neu wickelte. Der mittlere Tonabnehmer wurde dabei ein RW/RP, um in der Kombination mit einem weiteren Pickup eine Humbuckerwirkung zu erreichen.

Die von Brian May entwickelte Schaltung ist aus damaliger Sicht als revolutionär zu bezeichnen. Auch heute noch ist sie sehr ungewöhnlich und - selbst in Teilen – kaum in Serieninstrumenten zu finden. Eine Ausnahme stellt nur die „Brian May Signature“ dar, die als aktuellen Versuch eines Replikates für den Massenmarkt gewertet werden muß. Hier eine kurze Beschreibung der wichtigsten Kombinationen:

#	Kombination	Beschreibung
1	B+M	Diese Kombination verwendet Brian May in 85% aller Fälle. Am besten hörbar sind diese Einstellungen auf „Hammer to Fall“ und „Tie Your Mother Down“. Diese Einstellung wird ebenfalls im Intro zu „Brighton Rock“ verwendet.
2	M+N	Diese Einstellung gibt einen Violin ähnlichen Ton. Brian benutzt diese Einstellung für die Solos auf „You Take My Breath Away“ und „Leavin' Home Ain't Easy“. Für diese weichen Sounds benutzt Brian meistens seine Finger anstelle des üblichen Sixpence Stücks
3	B+N	Ein schneidender aber süßlich, fetter Sound.
4	B-N	Diese Out-of-Phase-Kombination erzeugt einen starken, höhenreicher Klang den Brian für Songs wie „Liar“ und die Gitarrenriffs auf „Stone Cold Crazy“ verwendete.
5	M-N	Ein beißender Leadton speziell in Verbindung mit High Gain Einstellungen. Brian benutzt diesen Klang in „Bohemian Rhapsody“, „Somebody to Love“ und „The March of the Black Queen“.
6	B+M-N	Alle drei Pickups angewählt erzeugt einen Rickenbacker ähnlichen Ton, der eine etwas härtere Version der Kombination 1 sein könnte
7	-B+M+N	Ein sehr warmer Sound bei hohen Lautstärken, der ein wenig an eine Violine erinnern kann.
8	B-M+N	Brian nennt diesen Sound seinen "Bread and butter". Dieses Sound klingt etwas seltsam und hohl, speziell bei High Gain Settings.

Wenn man sich einmal vergegenwärtigt, daß die wichtigsten Solos alle mit Out-of-Phase-Kombinationen gespielt worden sind, wird klar, wie groß der Einfluß der „Red Special“ auf den sogenannten Queen-Sound eigentlich ist.

Replikate

Die „Red Special“ ist mit Sicherheit eine der am meisten von Laien kopierten Gitarren, was schlicht und ergreifend daran liegt, daß sie bisher kaum industriell produziert wurde. Die meisten Versuche waren kaum zufriedenstellend und die Produktion wurden nach kurzer Zeit wieder eingestellt.

Es gab Kopien von Greco (Japan), John Birch, Guild (USA), Kids of Japan (Japan), Watson

3.5 Die Schaltung der „Red Special“

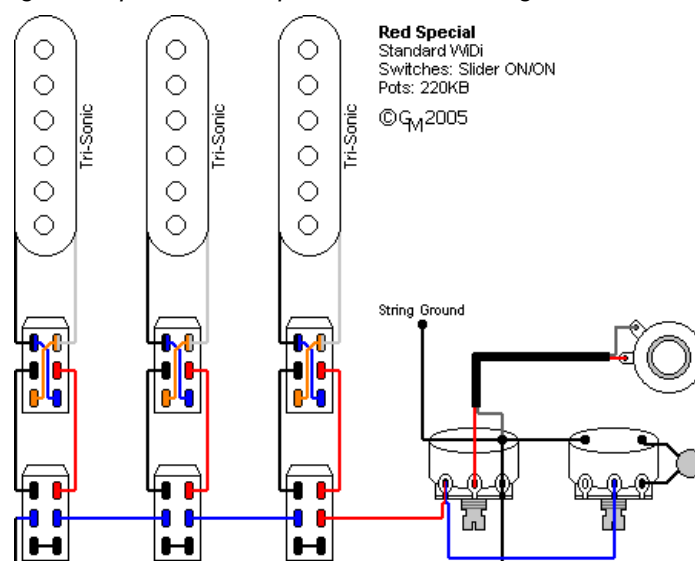
Datum	Forum	Link
07.06.2006, 17:53	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1557816&postcount=19
07.06.2006, 17:58	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?p=269683#post269683

Guitars, Red Rome Guitars (Italien) und dem Australier Greg Fryer, der auch die Restauration der originalen Red Special durchführte.

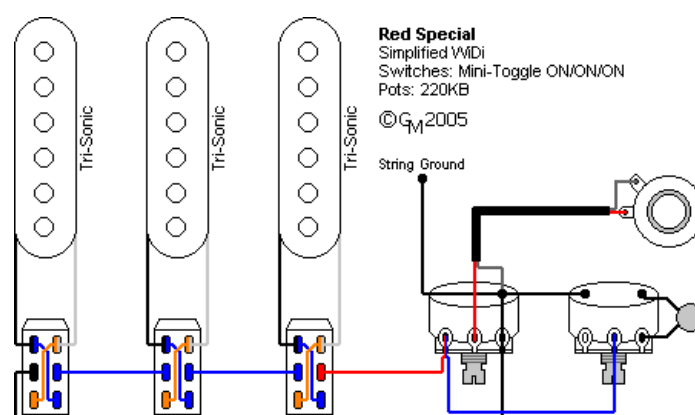
Heute sind kommerzielle Kopien von K'z Guitar Works (Japan), RS Guitars (USA), Seiji Matsumura (Japan), Dillion (Korea), Jim Reed (Italien), Legg Guitars (Italien), Guyton Guitars (Großbritannien) und natürlich von Burns / Brian May Guitars am Markt verfügbar.

„Red-Special-Light“

Wer Besitzer einer Stratocaster ist und gleichzeitig über etwas Experimentierwut verfügt, der kann das Schaltungskonzept der „Red Special“ leicht übertragen. Hier der Verdrahtungsplan:



Die originalen Slider lassen sich leicht durch 6 Mikroschalter vom Typ ON/OFF ersetzen. Problematisch ist nur die Unterbringung der 6 Schalter. Am Ende der Prozedur hat man eben 6 Löcher im Pickguard der armen Strat. Aber auch hier findet sich mit ein wenig Überlegung eine Lösung:



Man verwendet einfach 3 Schalter vom Typ ON/OFF/OFF. In der Mittelstellung ist der betreffende Tonabnehmer deaktiviert. Die beiden Endstellungen liefern dann In-Phase oder Out-of-Phase, wenn weitere Tonabnehmer aktiviert sind. Für sich alleine ist der Tonabnehmer dann einfach nur aktiv.

Das man bei dieser Lösung 3 Schalter spart, ist zwar ganz angenehm, fängt aber leider nicht den wesentlich höheren Preis der ON/OFF/OFF-Schalter auf.

3.5 Die Schaltung der „Red Special“

Datum	Forum	Link
07.06.2006, 17:53	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1557816&postcount=19
07.06.2006, 17:58	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?p=269683#post269683
Datum	Kommentar	

4 Verstärker

4.1 Warum Röhren einen guten „Klang“ haben

Datum	Forum	Link
23.11.2005, 02:54	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1080741&postcount=36

Zitat whir

Ich habe drei einfache Fragen gestellt und nicht gebeten, dass mir einer die Röhrentechnik erklärt.

Na, dann werde ich mal mein Glück versuchen.

Ausgehend von Deiner Frage geht es nicht darum, wie eine Röhre grundsätzlich funktioniert. Das kann man in verschiedenen Quellen nachlesen und das ist zumindest zum Teil auch schon in diesem Thread angerissen worden.

Du möchtest wissen, warum Röhren einen guten „Klang“ haben? So denn...

1. Der ideale Verstärker...

existiert in der Realität leider nicht. Seine Übertragungskennlinie, also das Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsspannung ist konstant und kann durch eine lineare Gleichung beschrieben werden. Malt man das Ganze auf, so erhält man eine Gerade.

2. Der reale Verstärker

Von diesem Ideal weichen die existierenden aktiven Bauteile (Röhren, Transistoren) leider stark ab, da Ihre Kennlinien in weiten Bereichen nichtlinear sind.

So wird die Eingangskennlinie eines bipolaren Transistors (NPN oder PNP) durch eine Exponentialgleichung beschrieben, die in der Theorie dann gerne durch eine Knickkennlinie ersetzt wird.

Die Kennlinien von FETs oder Röhren sind mit guter Näherung quadratisch oder kubisch.

Durch geeignete Schaltungsmaßnahmen (Gegenkopplung) kann man diese gekrümmten Kennlinien ein wenig linearisieren, um dem Original näher zu kommen. Um die Abweichungen möglichst gering zu halten, betreibt man die aktiven Bauelemente an einem festgelegten Arbeitspunkt und verwendet eine möglichst geringe Aussteuerung. Ein gewisser Restfehler bleibt jedoch immer zurück.

3. Nichtlineare Verzerrungen

Steuert man eine nichtlineare Kennlinie mit einem Sinussignal aus, so wird die Signalform mehr oder weniger stark verzerrt. Wird die Eingangskennlinie übersteuert, entsteht in der Regel eine unsymmetrische Verzerrung.

Symmetrische Verzerrungen entstehen meistens, wenn das aktive Bauelement in die Sättigung (negativ oder positiv) getrieben wird. Das heißt, der Transistor muß bei einer Verstärkung von 50 und einer Eingangsspannung von 200mV am Ausgang eine Spannung von $200\text{mV} \cdot 50 = 10000\text{mV} = 10\text{V}$ liefern können. Beträgt die Versorgungsspannung allerdings nur 5 Volt, gibt es ein Problem und das Signal wird ab 5 Volt abgeschnitten. Auf diese Weise kann aus einem sinusförmigen Signal leicht ein Rechteck werden.

4. Klirrfaktor und Fourier

Immer dann, wenn sich eine Signalform verändert, ändert sich das Verhältnis der im Signal enthaltenen Frequenzen. Ein Rechtecksignal besteht zum Beispiel aus dem Grundton (das war der Sinus) und ungeradzahligem Vielfachen des Grundtones (also f_0 , $3 \cdot f_0$, $5 \cdot f_0$, ...). Die Größe der einzelnen Amplituden soll jetzt nicht diskutiert werden. Die einzelnen Vielfachen werden auch als Obertöne (1. Oberton = $2 \cdot f_0$) oder Harmonische (2. Harmonische = 1. Oberton) bezeichnet.

Unterwirft man ein verzerrtes Signal einer Fourierreihenentwicklung, so erhält man genau diese Liste der Frequenzen für ein Rechteck. Die Eintonaussteuerung einer nichtlinearen

4.1 Warum Röhren einen guten „Klang“ haben

Datum	Forum	Link
23.11.2005, 02:54	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1080741&postcount=36

Kennlinie erzeugt also neue zusätzliche Frequenzen, die vorher nicht im Signal enthalten waren. Man kann in diesem Zusammenhang auch über eine Klangerweiterung sprechen. Aus dem Ton wird ein Multiton.

Messen kann man das ganze mit einem Klirrfaktormeßgerät. Der Klirrfaktor selbst ist das Verhältnis der Amplituden der unerwünschten Harmonischen zur Amplitude aller Harmonischen. Gibt es keine zusätzlichen Frequenzen, so ist der Klirrfaktor 0!

5. Mehrtonaussteuerung

In der Praxis kommt jedoch kaum vor, daß ein Verstärker mit nur einer Frequenz angesteuert wird. Bei der üblichen Mehrtonaussteuerung entstehen zu den Harmonischen jetzt zusätzlich Summen- und Differenzfrequenz aller beteiligten Eingangsfrequenzen. Damit wird es schon recht eng im Spektrum.

6. Klirrfaktor und „Klang“

Ein Schallereignis wird von uns als „klingend“ empfunden, wenn alle beteiligten Frequenzen ein Vielfaches eines gemeinsamen Grundtones sind. Liegt diese mathematische Beziehung nicht vor, so spricht der Techniker von einem Geräusch.

Auch wenn wir mit der Gitarre eine Mehrtonaussteuerung vornehmen, ist das Resultat immer ein Folge von ganzzahligen Vielfachen des Grundtones. Der hörbare Unterschied manifestiert sich in der Intensität (Lautstärke) der erzeugten Obertöne.

7. Röhre kontra bipolarer Transistor

Diese beiden Bauelemente verhalten sich bei einer Übersteuerung sehr unterschiedlich. Bei bipolaren Transistoren gibt es eine scharfe Grenze, ab der die Verzerrung einsetzt. Aus dem ursprünglichen Sinus wird dann leicht eine Signalform mit Rechteckcharakter. Das dabei entstehende Spektrum reicht weit über den Hörbereich hinaus. Ein ursprünglich weicher Ton wird dann rau und kratzend.

Bei einem Röhrenverstärker setzen die Verzerrungen langsam ein und werden dann immer stärker. Hier ist die Intensität der erzeugten Obertöne wesentlich geringer, sodaß mehr vom Originalklang erhalten bleibt. Es werden hauptsächlich die 2. und 3. Harmonische erzeugt. Aus diesem Grunde sagt man auch, ein Röhrenverstärker würde „klingen“.

FETs haben übrigens Kennlinien, die denen der Röhre recht ähnlich sind.

Zusammenfassung

Verglichen mit einem idealen Verstärker sind beide Konzepte nicht optimal, denn ein Verstärker soll nicht „klingen“, das heißt neue Frequenzen dazu erfinden!

Aus Sicht der Übertragungstechnik bringt die Verwendung von Röhren keinen wirklichen Vorteil. Bipolare Halbleiter sind eindeutig besser, billiger und zuverlässiger! Aufgrund der erzeugten Obertöne sorgt die Röhre im Übersteuerungsfall jedoch dafür, daß das Signal am Ausgang ein wenig voller klingt, was mit bipolaren Transistoren so nicht möglich ist.

Für den Einsatz in der Audiotechnik sind Röhren also wirklich überholt. Halbleiterschaltungen liefern hier eindeutig die besseren Ergebnisse. Der entstehende Klirrfaktor ist leicht unter 0,5% oder weniger zu halten.

Für den Gitarristen haben Röhrenverstärker dennoch eine gewisse Bedeutung behalten, da diese Verstärker in irgendwie auch die Aufgabe eines Effektgerätes wahrnehmen. Die nichtlinearen Verzerrungen sind jedenfalls eindeutig in den Bereich der Effekte einzuordnen!

Alle existierenden Klischees zum Thema Röhre vs. Transistor sind in diesem Übersteuerungsverhalten begründet.

Auch das Märchen, daß Röhrenverstärker lauter sind, ist nur etwas für Nichttechniker. Tatsa-

4.1 Warum Röhren einen guten „Klang“ haben

Datum	Forum	Link
23.11.2005, 02:54	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1080741&postcount=36
<i>che ist, wenn man beide Verstärkertypen bei gleicher Aussteuerung mit gleichem Klirrfaktor betreibt, so liefern beide die gleiche Leistung und im Betrieb an einem identischen Lautsprecher entsteht dann der gleiche Lautstärkeindruck.</i> <i>Das sich diese Aussage trotzdem so hartnäckig hält liegt einfach daran, daß man einen Röhrenverstärker leicht übersteuern kann, so mehr Leistung am Ausgang erhält und es trotzdem nicht schlecht klingt. Dieser Betriebsfall läßt sich jedoch nicht mit einem normalen Transistorverstärker vergleichen!</i>		
Datum	Kommentar	

4.2 „Harmonische“ und „nichtharmonische“ Oberschwingungen

Datum	Forum	Link
23.11.2005, 11:23	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1080984&postcount=38
<i>Zitat: whir</i> <i>Was sind „harmonische“ Oberschwingungen, was unterscheidet sie von „nichtharmonischen“ Oberschwingungen?</i> <i>Harmonische Oberschwingungen sind ganzzahlige Vielfache eines gemeinsamen Grundtones. Damit ist auch der Unterschied erklärt. Ersteres empfinden wir als Klang, letzteres als Geräusch.</i> <i>Zitat: whir</i> <i>Warum treten die ausgerechnet im linearen Bereich auf, und warum passiert das nur bei Röhren und nicht bei Transistoren?</i> <i>Sie treten nur im nichtlinearen Bereich auf und das bei beiden Verstärkertypen (schnell nochmal oben lesen).</i> <i>Zitat: whir</i> <i>Übrigens, doch eine Frage zu dem, was du geschrieben hast: Gibt es FET-Verstärker? Falls ja, wie schlagen die sich in diesem Vergleich?</i> <i>Natürlich gibt es FET-Verstärker. Ein schönes Beispiel für den Einsatz von FETs ist der BOSS OD-2 (Turbo-Overdrive). Hier werden ausschließlich FETs verwendet und das Resultat ist für meine Ansprüche mehr als Ok!</i> <i>Allerdings sollte man sich nichts vormachen. Um einem Transistorverstärker ein Röhrenverhalten zu verpassen, muß man manchmal tief in die Kiste greifen.</i> <i>Hör Dir das hier mal an oder das. Dann kannst ja mal sagen, welches eine Röhre ist und welches ein Transistor.</i> <i>Das ein Transistorverstärker schlecht klingt, beginnt manchmal schon im Kopf des Gitarristen!</i>		
Datum	Kommentar	

5 Emulation und Modellierung

5.1 Emulation einer Elektrogitarre

Datum	Forum	Link
12.04.2005, 11:35	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=670314&postcount=1
08.04.2005, 12:24	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=139448&postcount=83

Im Zuge meiner Arbeiten zum Thema Elektrogitarre, kam ich irgendwann zwangsläufig zu der Frage, ob man das ganze nicht auch technisch nachbilden kann. Eine Emulation der Elektrogitarre sozusagen. Ich habe vor kurzem an anderer Stelle meine Erkenntnisse zu diesem Thema zusammengefaßt:

Die Emulation einer E-Gitarre durch eine andere ist IMHO spätestens seit der Variax salonfähig geworden. Dabei sind viele Dinge zu berücksichtigen, die weit über die von mir vertretene Tonabnehmerdoktrin hinausgehen. Ich zähle einmal auf:

1. Tonabnehmer

Wenn man einen Tonabnehmer mit ausreichend hoher und ausgeprägter Resonanz hat, der keinen allzugroßen Gleichstromwiderstand aufweist, kann man mit Hilfe von passiver Elektronik die Übertragungskurve in weiten Grenzen festlegen. Ich habe zu dem Thema bereits sehr viel geschrieben und stehe damit auf dem gleichen Standpunkt wie Helmuth Lemme.

Natürlich kann man die gewünschte Übertragungskurve auch mit aktiver Elektronik erzeugen. Hier ist man dann noch wesentlich flexibler.

Schlußfolgerung

Die Übertragungscharakteristik eines beliebigen Tonabnehmers elektronisch nachzubilden stellt kein großes technische Problem dar. Der Aufwand ist vergleichsweise gering.

2. Tonabnehmerposition und -breite

Die relative Position und Breite des Tonabnehmers haben teilweisen einen massiven Einfluß auf den Klang einer Elektrogitarre, der vollkommen unabhängig von den elektrischen Eigenschaften des Tonabnehmers ist.

Beide bilden ein Kammfilter, dessen Kammfrequenzen eine Funktion der Position/Breite ist. Ein Tonabnehmer bei 25% der Mensur führt dann dazu, daß die 4. Harmonische und ihre Vielfachen einfach nicht übertragen werden (siehe Bild 1-9 und 1-10 in Guitar-Letters II).

Die Breite verursacht vom Prinzip her ein ähnliches Verhalten, nur ist der Einfluß wesentlich geringer.

Von diesen „Filtern“ enthält eine normale E-Gitarre je 6. Also für jede Saite eins für die Breite und eins für die Position.

Will man hier eine Emulation bauen, muß man also für jede Saite einen eigenen Sensor (ich sage jetzt bewußt nicht Tonabnehmer) haben, der nach Möglichkeit die originale Schwingung abnimmt. Da das aber grundsätzlich nicht möglich ist. Sind noch zusätzlich 6 Formfilter zur Korrektur erforderlich.

Eine technische Realisierung ist nicht ganz einfach. Man muß das oder besser gesagt die Signale getrennt digitalisieren und dann den Kammfiltern zuführen. Roland hat etwas vergleichbares in seinem VG-8 System gemacht. Es gibt dazu das US Patent [5,367,120](#) vom 22. November 1994.

Die Variax muß sich ebenfalls dieser Prinzipien bedienen, da sie sich zwingend aus den physikalischen Verhältnissen der schwingenden Saite ergeben.

Schlußfolgerung

Die Übertragungscharakteristik der durch Breite und Position definierten Kammfilter läßt sich technisch vollständig nachbilden. Der zu treibende Aufwand ist jedoch nicht unerheblich. Ein

5.1 Emulation einer Elektrogitarre

Datum	Forum	Link
12.04.2005, 11:35	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=670314&postcount=1
08.04.2005, 12:24	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=139448&postcount=83

Kernproblem besteht im Erhalt der originalen unverfälschten Saitenschwingung als Eingangsgröße für die Filter.

3. Hals und Korpus

Auch hier existieren ganz unzweifelhaft Resonanzen und Antiresonanzen, die zu einer Dämpfung oder Verstärkung der Saitenschwingung führen. Entsprechende Untersuchungen wurden von [Dr. Dan Russel](#) und [Prof. Helmut Fleischer](#) durchgeführt. Die Wissenschaft steckt hier aber noch ganz am Anfang.

Um das akustische Verhalten einer Gitarre nachzubilden, bleibt zur Zeit IMHO nur eine Möglichkeit: Es muß das Resonanzverhalten (also quasi die Übertragungscharakteristik beider Instrumente (Vorbild und Fake) gemessen werden. Die resultierenden Unterschiede stellen dann die Übertragungsfunktion eines zu implementierenden Filters dar, der dann aus dem Resonanzverhalten der Emulatoregitarre das Verhalten des Vorbildes formt.

Schlußfolgerung

Den Einfluß von Hals und Korpus nachzubilden, stellt die wohl größte Herausforderung dar. In der Theorie ist sie denkbar, in der Praxis wird die Realisierung mit großem Aufwand verbunden sein und muß für jedes Instrument gesondert betrieben werden.

4. Saiten

Auch die Saiten üben einen Einfluß aus, den jeder schon mal bemerkt hat.

Aufbau, Materialauswahl und Saitenzug sind Parameter, die sich auf die Übertragungseigenschaften der Saite auswirken. Verschmutzungen jede Art wirken sich als zusätzliches Filter mit zumindest einer Tiefpaßcharakteristik aus. Das daraus resultierende Saitenfilter ist nur von theoretische Bedeutung, denn die Saite selber stellt ja auch unsere Schwingungsquelle dar. Sie ist also in Original und Fake (hoffentlich) enthalten.

Schlußfolgerung

Für die Nachbildung eines Saitenfilters gelten ähnliche Überlegungen, wie für den Einfluß von Hals und Korpus.

5. Anschlag der Saiten

Abhängig von der relativen Position des Anschlages ergibt sich wieder ein Kammfilter. Bezüglich der Realisierung gilt das gleiche wie unter 2.

Darüberhinaus läßt sich durch die Art und Weise wie und mit welchem Material der Anschlag vollzogen wird, die Verteilung der Harmonischen beeinflussen (da spielt doch auch einer mit einer Six-Pence-Münze), was wiederum ein (wohl sehr komplexer Filter darstellt.

Schlußfolgerung

Glücklicherweise braucht man sich um den Einfluß des Saitenanschlages bei einer Emulation keine großen Gedanken machen, solange das Instrument sich noch der Saiten bedient.

Soll jedoch eine andere Quelle (Synthesizer) eingesetzt werden, warten hier noch weitere Filter von denen zumindest das Kammfilter mit vertretbarem Aufwand realisierbar sein dürfte.

Zusammenfassung

Eine vollständige Emulation einer Elektrogitarre wird es auch in absehbarer Zeit nicht geben!

Bestehende Versuche auf diesem Gebiet beschränken sich auf den Einfluß des Tonabnehmers aus elektrischer Sicht und den Einfluß seiner Position und seiner Breite.

In wie fern die Variac auch Rücksicht auf die Korpusseigenschaften nimmt, ist mir im Moment

5.1 Emulation einer Elektrogitarre

Datum	Forum	Link
12.04.2005, 11:35	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=670314&postcount=1
08.04.2005, 12:24	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=139448&postcount=83
<i>nicht klar. Eine wie auch immer aussehende diesbezügliche Emulation macht IMHO nur Sinn, wenn das Ergebnis auch bei allen Instrumenten gleich ist.</i> <i>Da es bei den verschiedenen Variax aufgrund des Materials (ist halt mechanisch eine klassische E-Gitarre) mit Sicherheit zu Unterschieden kommt, müßte die Emulation für jedes Instrument explizit dimensioniert werden.</i> <i>Bei dem derzeitigen Preis für eine Variax scheint mir der erforderliche Aufwand aus Kostengründen nicht realisierbar zu sein. Jede Variax wäre damit ein Unikat und somit sicherlich in der preislichen Oberliga einer „Customized Guitar“ anzusiedeln.</i> <i>Wenn man sich alle diese Einflüsse in ihrer Gesamtheit mal durch den Kopf gehen läßt, wird klar, daß die simple Elektrogitarre, bestehend aus einer handvoll Bauelementen, in Wirklichkeit ein hochkomplexes Gebilde darstellt.</i> <i>Das mag auch der Grund dafür sein, daß es bis heute keine Synthesizer gibt, die eine Gitarre wirklich ersetzen können. Ein Glück für uns, was?</i>		
Datum	Kommentar	

5.2 Wie funktioniert ein „Modeler“?

Datum	Forum	Link
16.11.2005, 18:41	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1067717&postcount=10

Zitat am_i_jesus?

Ich habe mir in letzter Zeit ein paar Dinge überlegt, wie sich prinzipiell der ideale Amp-Modeler konstruieren lassen müsste...

Grundsätzlich ist Dein Denkansatz nicht falsch, allerdings ist er auch nicht vollständig. Hier ein paar grundsätzliche Überlegungen zu dem Thema:

1. Modeler vs. Analog

Bis vor kurzem wurden Übertragungssysteme ausschließlich als analoge Lösung realisiert. Als Grundbestandteile wurden Spulen, Kondensatoren, Widerstände, Dioden und Transistoren verwendet. Das man die damit realisierten Funktionen auch in zeit- und wertdiskreter Form realisieren konnte, hatte lange Zeit nur theoretische Bedeutung, da Speicher und schnelle Signalprozessoren (DSP) sehr teuer und/oder nicht verfügbar waren.

Bei diesem Verfahren wurden die analogen Komponenten durch Verzögerungsglieder, Addierer und Multiplizierer ersetzt. Dabei lassen sich Verzögerungsglieder durch Speicher realisieren und die Rechenoperationen sind eine typische Domäne eines Mikroprozessors.

Man benötigt also Speicher, DSP und die beiden Wandler (Analog zu Digital und Digital zu Analog) und natürlich ein Programm, den sogenannten Algorithmus.

2. Eigenschaften eines Übertragungssystems (Verstärker)

Ein Übertragungssystem ist in der Lage folgende Veränderungen an einem am Eingang angelegten Signal vorzunehmen:

1. Lineare Verstärkung
2. Lineare Verzerrung
3. Nichtlineare Verzerrung

Theoretisch gibt es natürlich auch noch die Variante, daß nichts verändert wird, was aus Sicht der Übertragung aber keinen Sinn macht und deshalb im weiteren Verlauf vernachlässigt wird. Ein Beispiel für so ein System wäre ein idealer Impedanzwandler.

2.1 Lineare Verstärkung

Eine angelegte Signalgröße wird um einen konstanten Faktor vergrößert (Verstärkung) oder verringert (Dämpfung). Es ist dabei unerheblich, ob es sich Gleichspannung oder Wechselspannung handelt. Alle Frequenzen (auch $f=0\text{Hz}$) werden um diesen Faktor verändert.

Beispiel:

$$U_a = a \cdot U_e \quad a < 1: \text{Dämpfung} \quad a > 1: \text{Verstärkung}$$

Besteht das Eingangssignal also aus einem Frequenzgemisch, so wird dieses Gemisch insgesamt verändert. Eine Änderung der Signalinformation wird dabei nicht erzeugt!

Diese Veränderung wird in der Praxis durch einen Verstärker oder einen Spannungsteiler realisiert, die für unser Verständnis jedoch als ideal aufzufassen sind!

2.2 Lineare Verzerrung

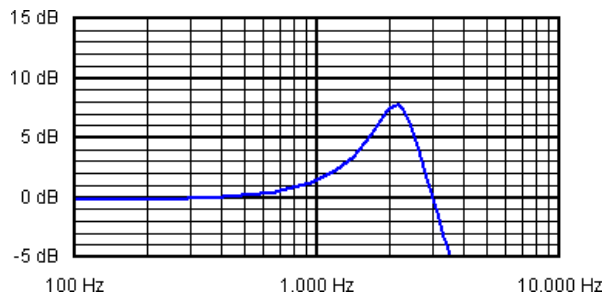
Regt man ein System mit einem Dirac-Puls an, so entspricht die Systemantwort im Frequenzbereich exakt der Übertragungsfunktion. Der in der Regelungstechnik übliche Weg über die Sprungantwort basiert auf praktischen Überlegungen, führt letztendlich aber zum gleichen Ziel.

Bei der linearen Verzerrung handelt es sich wiederum um eine Verstärkung. Allerdings ist diese frequenzabhängig. Die Übertragungsfunktion eines elektromagnetischen Tonabnehmers ist

5.2 Wie funktioniert ein „Modeler“?

Datum	Forum	Link
16.11.2005, 18:41	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1067717&postcount=10

ein gutes Beispiel dafür:



Hier ist zu erkennen, daß Frequenzen unter 1 kHz nicht verstärkt werden (~0dB), der Bereich zwischen 1 und 3 kHz verstärkt wird und ab 3kHz eine Dämpfung eintritt.

Im Gegensatz zur linearen Verstärkung wird hier also das Verhältnis der Amplituden der einzelnen Frequenzen verändert. Im akustischen Verständnis könnte man sagen, daß eine „Klangumformung“ oder „Verfärbung“ stattfindet.

Mathematisch muß dieses Verhalten durch komplexe Gleichung beschrieben werden. Eingebürgert hat sich die Darstellung im Frequenzbereich, die durch die sogenannte Fouriertransformation mit dem Zeitbereich verbunden ist.

$$U_{a(j\omega)} = G_{(j\omega)} \cdot U_{e(j\omega)}$$

(darin ist $G(j\omega)$ die Übertragungsfunktion)

Lineare Verzerrungen werden in der Praxis durch sogenannte Filter realisiert. Ein Equalizer ist ein gutes Beispiel für einen solchen linearen Verzerrer.

2.3 Nichtlineare Verzerrung

Wir betreten jetzt einen Bereich, der für die reine Übertragungstechnik eigentlich unerwünscht ist. Für Modulation und Demodulation ist er jedoch notwendig und auch die Gitarristen mögen gerne nichtlineare Verzerrungen.

Diese Art von Verzerrung entsteht durch die Aussteuerung einer nichtlinearen Kennlinie, wie sie bei Röhren und Halbleitern Gang und Gebe ist.

Man kann vereinfacht sagen, daß die Verstärkung des Systems eine von der Eingangsspannung abhängige Größe ist.

$$U_a = a_{(U_e)} \cdot U_e$$

Das bedeutet, daß unabhängig von der Frequenz die Ausgangsspannung nur von der Eingangsamplitude beeinflusst wird.

In der Praxis werden die nichtlinearen Kennlinien gerne durch ein Knickkennlinie oder eine quadratische Funktion angenähert.

$$U_a = a \cdot U_e^2$$

Das sich dadurch die Signalform am Ausgang verändert, ist leicht einsehbar. Bei einer Aus-

5.2 Wie funktioniert ein „Modeler“?

Datum	Forum	Link
16.11.2005, 18:41	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1067717&postcount=10
steuerung mit einem Sinus kann die Signalform am Ausgang von einem ein- oder beidseitig abgeplatteten Sinus bis zu einem Rechteck variieren. Auch wenn man es optisch auf einem Oszilloskop nicht mehr sehen kann, ist das Ergebnis einer solchen Verzerrung „hörbar“. Unterwirft man das Ausgangssignal einer Fourieranalyse, so stellt man fest, daß zusätzliche Frequenzen im Spektrum auftauchen, die im Eingangssignal nicht enthalten waren. Je nachdem, ob es sich um Vielfache der Eingangsfrequenz handelt oder nicht, empfinden wir das Resultat als "klingend" oder als Geräusch. Analog zur linearen Verzerrung muß man bei der nichtlinearen Verzerrung von einer „Klang-erweiterung“ sprechen. Da zusätzliche Frequenzen entstehen, ändert sich auch die Information des Signales. Wir hören jetzt ja ein anderes Klangereignis! 3. Der Verstärker 3.1 Die analoge Welt Bevor man sich mit der digitalen Nachbildung eines Verstärkers befaßt, sollte man die analoge Realisierung genau analysieren. Betrachten wir einmal die bekannte Verstärkerschaltung. Dabei spielt es erst einmal keine Rolle, ob ein Transistor oder eine Röhre verwendet wird. 1. Durch die Beschaltung mit Widerständen macht die Schaltung eine lineare Verstärkung. Das ist genau das, was sie ja auch tun soll. Aber 2. durch die Kapazitäten (Trennkondensatoren zur Arbeitspunktabstimmung,...) und die Widerstände entsteht jedoch auch ein frequenzabhängiges Verhalten. Es ergeben sich dadurch in erster Linie drei Hochpässe. Da das Verstärkerelement (Transistor, Röhre) auch über parasitäre Kapazitäten verfügt, entstehen noch weitere Filter, die in aller Regel ein Tiefpaßverhalten zur Folge haben. Über alles entsteht dann meist ein sogenannter Bandpaß. Wir haben also jede Menge linearer Verzerrer im Spiel. 3. Die Kennlinien des aktiven Elementes sind nur innerhalb eines gewissen Aussteuerbereiches annähernd linear. Durch gezielte Gegenkopplung wird versucht, diesen Bereich zu vergrößern. Wird das System übersteuert, so entstehen nichtlineare Verzerrungen. 3.2 Verstärker goes digital... Möchte man das eben beschriebene Verhalten digital nachbilden, so sind mehrere Dinge notwendig. 1. Nachbildung der linearen Verstärkung Das ist relativ einfach. Das digitalisierte Signal wird einfach mit einer konstanten Größe multipliziert. 2. Nachbildung der linearen Verzerrung Hier müssen mehrere analoge Filter digital nachgebildet werden. Dazu ist es unbedingt notwendig, die entsprechenden Übertragungsfunktionen zu kennen. Sie werden dann mathematisch abgetastet. Dabei kommt dann die sogenannte Z-Transformation zum Einsatz. $G_{(j\omega)} \rightarrow H_{(z)}$ Am Ende der Prozedur steht dann ein Algorithmus, der aus Verzögerungen, Addieren und Multiplizieren besteht. Die Koeffizienten für die Multiplizierer ergeben sich dann aus der Übertragungsfunktion $H(z)$.		

5.2 Wie funktioniert ein „Modeler“?

Datum	Forum	Link
16.11.2005, 18:41	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1067717&postcount=10

Die Realisierung solcher Filter mit Hilfe eines DSP stellt heute kein großes Problem mehr dar.

3. Nachbildung der nichtlinearen Verzerrung

Hier wird es schon etwas schwieriger. Grundsätzlich muß man die nichtlineare Kennlinie digital nachbilden. Da sich eine geschlossene mathematische Beschreibung in der Regel als schwierig und daher ungenau erweist, wird das ganze häufig durch eine Tabelle gelöst.

In ihr wird jedem möglichen Wert der Eingangsspannung der entsprechende Wert der Ausgangsspannung zugeordnet. Da bei einem digitalen Signal die Wertemenge der Amplitude begrenzt ist, kann man den Eingangswert hervorragend als Index benutzen, um so aus einem mit Werten belegten Array den Ausgangswert auszulesen.

Auch die nichtlineare Verzerrung läßt sich also gut mit den Mitteln der digitalen Signalverarbeitung nachbilden.

3.3 Der Teufel steckt im Detail

Da wir jetzt wissen, welche digitalen System wir benötigen, kann man das ganze ja mal schnell zusammenprogrammieren. Aber so einfach ist das leider nicht, denn es kann von entscheidender Bedeutung sein, an welcher Stelle der Kette die Nachbildung der Verzerrung erfolgt. Wer schon einmal mit einem Equalizer vor und nach einem Verzerrer experimentiert hat, weiß, daß bezüglich der Wirksamkeit und des Effektes große Unterschiede bestehen.

Es gibt viele kleine Dinge, die das Resultat nicht zu 100 Prozent vergleichbar machen können:

1. Die Reihenfolge von Verstärker, Filter(n) und Verzerrer(n)
2. Die Auflösung der Lockup-Table für den Verzerrer
3. Die Realisierung der Filter
4. Übertragungsfehler durch ADC und DAC.

Wie bei jeder digitalen Signalverarbeitung eines analogen Signals muß man natürlich sicherstellen, daß der ADC in keinem Fall übersteuert wird! Entweder wird der Aussteuerbereich ausreichend groß gewählt, oder es muß bei Bedarf eine Begrenzung der Signalamplitude vorgenommen werden. In diesem Zusammenhang fällt auch häufig der Begriff „Headroom“.

In der Praxis wird man sicherlich eine Kombination beider Methoden wählen.

3.4 Das Modell eines Instrumentenverstärkers

Das, was für eine Verstärkerstufe gilt, muß natürlich auch für einen gesamten Verstärker gelten. Es macht jedoch keinen Sinn, das gesamte Gerät als Box mit einem Eingang und Ausgang zu verstehen und die Meßergebnisse in eine digitale Lösung umzusetzen. Dabei bleiben zu viele Details auf der Strecke. Der bessere Weg ist dieser:

1. Zerlegung des analogen Verstärkers in einzelne Stufen.
2. Analoge Modellierung der einzelnen Stufen.
3. Digitalisierung der analogen Modelle (Algorithmen).
4. Verkettung der einzelnen Algorithmen zu einer Gesamtlösung.

Das, was hier mal schnell in 4 Schritten dargestellt wurde, ist allerdings eine sehr umfangreiche Aufgabe. Gerade die beiden ersten Punkte bedürfen großer Aufmerksamkeit, denn jeder Fehler in den analogen Modellen ist dann später auch in der digitalen Lösung enthalten. Wer hier also an Aufwand spart, wird nie zu einem akzeptablen Ergebnis gelangen!

4. Ein Modeler klingt schlecht!

Das muß allerdings nicht so sein. Der zu treibende Entwicklungsaufwand ist jedoch nicht unerheblich und kann in der Regel nur von Elektroingenieuren geleistet werden. Dementsprechend entstehen hier hohe Kosten. Damit dürfte auch klar geworden sein, warum

5.2 Wie funktioniert ein „Modeler“?

Datum	Forum	Link
16.11.2005, 18:41	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1067717&postcount=10
<i>die billigen Modeler tatsächlich schlecht klingen. Man hat aus Zeit- und Kostengründen einfach nicht sorgfältig genug gearbeitet und quasi die Hälfte vergessen!</i> Zusammenfassung <i>Mit Hilfe der Methoden der digitalen Signalverarbeitung läßt sich ein analoger Verstärker vollständig nachbilden (Gleiches gilt übrigens auch für die Modellierung von Effekten).</i> <i>Die Qualität und damit das klangliche Ergebnis steht und fällt mit der Qualität der verwendeten analogen Modelle des zu modellierende Verstärkers.</i>		
Datum	Kommentar	

6 Einstellarbeiten

6.1 Bundreinheit

Datum	Forum	Link
31.08.2005, 12:11	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=934172&postcount=2

Neben den mechanischen Tätigkeiten, die ein gewisses handwerkliches Geschick voraussetzen, ist das größte Problem die richtige Positionierung der Bünde. Hier ein kleiner Ausschnitt aus einer meiner vielen Dokumentationen:

Temperatur – Mein Gott, ist mir heiß!

Für das instrumentale Musizieren ist es notwendig, die Tonabstände genau festzulegen und zu fixieren. Die Erkenntnis, daß den verschiedenen Intervalle bestimmte, einfache Zahlenverhältnisse zugrunde liegen, wird dem griechischen Mathematiker und Philosophen Pythagoras zugeschrieben. Es gibt verschiedene Theorien, nach denen die exakten Frequenzverhältnisse der Töne einer Tonleiter ausgerechnet werden können. Diese nennt man Temperaturen oder Stimmungen. Hier sollen nur zwei kurz vorgestellt werden:

1. Die reine Stimmung

Grundlage des abendländischen Tonsystems ist der Tonvorrat, der sich aus Grundton und Obertönen eines unterschiedlich angeblasenen Rohres oder durch Teilung einer gespannten Saite in simple Verhältnisse ergibt. Verwendet man die reinen Intervalle dieser Naturtonreihe, so erhält man die „reine Stimmung“. Das Instrument klingt dadurch absolut sauber. Dieses gilt aber nur für exakt eine Tonart. Andere Tonarten sind folglich nicht mehr spielbar!

Schwierigkeiten ergaben sich jedoch aus den verschiedenen Frequenzverhältnissen des Ganztones (8:9 c - d und 9:10 d - e). Solange man nur in einer Tonart musizierte, störte dieses Mißverhältnis nicht. Doch die zunehmenden Tonartenwechsel und die Einbeziehung von Tonarten mit immer mehr Vorzeichen gaben den Anstoß zu einer Lösung, welche diese Differenzen beseitigte.

2. Die gleichtemperierte Stimmung

Bei der gleichtemperierten Stimmung ist die Oktave in 12 mathematisch exakt gleiche Halbtöne unterteilt. Das Frequenzverhältnis beträgt dann zwölfte Wurzel von 2 : 1. Die entstehende Stimmung enthält kein einziges ideales, das heißt rein gestimmtes Intervall mehr, die Abweichungen sind jedoch für sämtliche Tontarten kaum noch hörbar und werden nicht als störend empfunden.

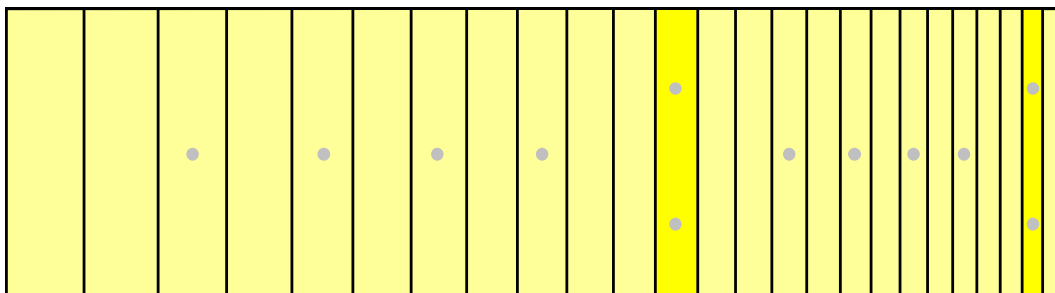
Aufgrund der Unreinheit der Intervalle entstehen Schwebungen, die besonders bei den Quinten hörbar werden. Diese Art der Stimmung wird deshalb auch als „gleichschwebend“ bezeichnet. J.S. Bach nützte die Vorteile dieser neuen Stimmung, um sein „Wohltemperiertes Klavier“, eine Sammlung von Präludien und Fugen in allen Dur- und Molltonarten, zu schreiben.

Bundreinheit - Die Einteilung des Griffbrettes

Auch die Gitarre zählt zu den Instrumenten mit gleichtemperierter Stimmung. Der Abstand der Bünde auf dem Griffbrett ist keineswegs willkürlich gewählt, sondern folgt der Gesetzmäßigkeit dieser Temperatur.

6.1 Bundreinheit

Datum	Forum	Link
31.08.2005, 12:11	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=934172&postcount=2



Ausgehend von der Mensur der Gitarre (das ist die Länge der schwingenden Saiten oder der Abstand von Steg zum Sattel) kann der notwendige Abstand eines Bundes vom Sattel nach der folgenden Formel bestimmt werden:

$$x = \text{Mensur} \cdot \left(1 - 2^{-\frac{\text{Bund}}{12}} \right)$$

Dabei setzt man für den ersten Bund 1, für den zweiten 2, usw.

Die Mensur der Gitarre läßt sich ganz einfach bestimmen: Man mißt den Abstand Sattel – zwölfter Bund und verdoppelt das Ergebnis. An dieser Position sollte sich dann ungefähr der, hoffentlich einstellbare, Steg befinden.

Mit dieser Erkenntnis können wir schnell prüfen, ob die Verteilung der Bünde auf dem Hals unserer Gitarre richtig ist. Manchmal erlebt man da eine Überraschung. Stimmt diese Einteilung nicht, kann das Instrument grundsätzlich nicht bundrein sein! Ein eindeutiger Mangel, der die Gitarre unspielbar macht. Gleich wieder zurück zum Verkäufer damit!! Ach ja, Geld zurück nicht vergessen und den Laden in der Zukunft meiden!

Entgegen einer weit verbreiteten Meinung kann man die Bundreinheit des Halses, oder besser gesagt, des Griffbrettes, nicht einstellen! Sie wird vom Hersteller bei der Produktion durch die Positionierung der Bünde festgelegt.

Die Verteilung der Bünde ist in der Praxis leider nur von theoretischem Wert. Teilt man die Saiten an diesen Positionen, so ist alles in Ordnung. Tatsächlich drücken wir die Saite jedoch auf den Bund runter. Dadurch wird die Spannung der Saite erhöht und der Ton wird geringfügig höher. Dieser Fehler wird umso kleiner, je geringer der Abstand der Saiten vom Griffbrett ist. Daraus folgt also die Anforderung, die Saitenlage so tief wie möglich einzustellen.

Eine entsprechende Korrektur durch die Lage der Bünde vorzunehmen ist theoretisch denkbar, scheitert in der Praxis aber an den unterschiedlichen Seitendicken, Saitenlagen und der Krümmung des Halses. Hier besteht also schon die Notwendigkeit, einen Kompromiß einzugehen.

Soviel zu diesem Thema. Ich hoffe, es hilft.

Datum	Kommentar

7 Vintage

7.1 Preisanstieg bei alten japanischen Gitarren

Datum	Forum	Link
11.11.2005, 11:53	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1057071&postcount=1
11.11.2005, 13:05	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showpost.php?p=208538&postcount=1
<i>Auf dem sogenannten „Vintage-Markt“ wird es eng! Die alten Instrumente amerikanischer Herkunft sind im Grunde genommen alle unter „Dach und Fach“. Wer hier ein Instrument erwerben möchte, muß in der Regel einen großen Zuschlag zahlen, der in keinem Verhältnis zum Gebrauchswert steht. Auf dem Sammlermarkt gelten eben andere Verhältnisse!</i> <i>Es scheint sich jedoch allmählich rumzusprechen, daß auch andere Hersteller gute Instrumente bauen konnten. Dieses gilt besonders für japanische Produkte aus der sogenannten „Post-Lawsuit“-Ära von 1976 bis Mitte der 80er Jahre. Es wurde nicht mehr stumpf kopiert, sondern gezielt verbessert und das auch noch zu sehr geringen Preisen.</i> <i>Es ist daher nicht verwunderlich, daß sich das allgemeine Interesse jetzt diesen Instrumenten zuwendet. Da sie in der Regel zwischen 25 und 30 Jahre alt sind, kann man sie mit ruhigem Gewissen ebenfalls als „vintage“ bezeichnen, auch wenn ich diesen Begriff irreführend finde und nicht mag.</i> <i>Dementsprechend kann man seit einiger Zeit weltweit einen leichten Preisanstieg zum Beispiel bei Ebay für diese Instrumente beobachten. Ich vermute, daß das erst der Anfang ist. Ein gutes Beispiel ist das folgende aus Ebay:</i> <i>Für eine 5522G von Aria aus der Pre-Matsumoku-Zeit mußte man 1975 rund 300 US-\$ bezahlen. Inflationsbereinigt wären heute für das gleiche Instrument gut 700 Euro fällig. Der geforderte Preis von 680 Euro liegt mindestens 200 Euro über dem Gebrauchswert einer solchen Gitarre. Auf dem deutschen Markt würde man heute vermutlich kaum mehr als 250 Euro erlösen.</i> <i>Die Preisdifferenz muß man eindeutig dem Hoffen des Verkäufers auf einen bestimmten Sammlerwert zuschreiben.</i> <i>Es wird sehr interessant sein, die weitere Entwicklung in diesem Marktsegment zu beobachten. Wie weit die Preise tatsächlich steigen werden, läßt sich kaum vorhersagen.</i> <i>Wer in diesem Bereich nach einer Gitarre sucht, sollte sehr vorsichtig sein. Da nur wenige der „guten“ japanischen Hersteller heute wirklich noch bekannt sind, bietet sich Trittbrettfahrern eine gute Gelegenheit schnell Geld zu verdienen.</i> <i>Auch für japanische Gitarren gilt:</i> <i>1. Alles, was alt ist mag „vintage“ sein, aber</i> <i>2. nicht alles, was „vintage“ ist, ist auch gut!</i> <i>Auch bekannte Namen haben klein angefangen. Die frühen Produkte aus den 60er und frühen 70er Jahren waren in der Regel sehr schlecht. Bevor man einen Kauf tätigt, sollte man sich daher sehr gut über das Instrument informieren, erst recht, wenn der Preis schon hoch ist!</i>		
Datum	Kommentar	

7.2 Der Neuwert einer Vintage-Gitarre

Datum	Forum	Link
12.12.2005, 18:35	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1119809&postcount=1
„Alte Gitarre sind modern!“ Diese Aussage hat sich in den Köpfen vieler Gitarristen eingebrannt. Ob das in der Praxis auch in jedem Fall stimmt, ist hingegen gar nicht mal so sicher. In jedem Fall sagt man diesen alten Instrumenten einen besseren Klang nach und wir legendenliebenden Gitarristen sind gerne bereit, für ein solches Instrument einen (fast) beliebigen Preis zu zahlen. Aber welcher Preis ist denn gerechtfertigt? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir mit verschiedenen „Preisen“ hantieren: 1. Der Neupreis, 2. der Neuwert, 3. der Gebrauchtwert, 4. der Marktwert und 5. der Sammlerwert. 1. Der Neupreis Den Neupreis zu bestimmen, ist ganz einfach (oder auch nicht): Man benötigt eine Rechnung, einen alten Katalog oder eine alte Preisliste. Häufig ist es gar nicht so leicht, diesen Preis zu ermitteln. Entsprechende Informationen sind nur sehr rar im Internet zu finden. Das ist um so bedauerlicher, als der Neupreis die Grundlage für eine seriöse Bestimmung der weiteren Preise darstellt. 2. Der Neuwert „Was würde ein ‚altes‘ Instrument kosten, wenn es heute gebaut würde?“ Das ist die Frage, die es zu beantworten gilt, wenn man den Gebrauchtpreis und den Marktwert bestimmen möchte. Der Weg führt in diesem Fall über die sogenannte Inflationsrate. Sie beschreibt die durchschnittliche Preissteigerung eines definierten Warenkorbes auf Jahresbasis. Da die Preise in der Regel mit jedem Jahr steigen (schade eigentlich!), liegt es auf der Hand, daß ein „altes“ Instrument heute einen Neuwert besitzt, der über dem seinerzeitigen Neupreis liegt. 3. Der Gebrauchtwert Eine alte Faustregel besagt: „Gebraucht=halber Neuwert“ Das ist allerdings nur die halbe Wahrheit, denn der Zustand des Produktes spielt hier auch noch eine Rolle. Läßt man eine Streuung von 50% des halben Neuwertes zu, so wird sich der Gebrauchtwert zwischen 25% und 75% des Neuwertes bewegen, was in aller Regel zu realistischen Annahmen führt. Wo der Gebrauchtwert sich letztendlich einpegelt, hängt von verschiedenen Faktoren ab (Zustand, potentielle Reparaturen,...). Hier besteht also gewissermaßen eine Art „Verhandlungsspielraum“. 4. Der Marktwert Hier betreten wir den Bereich der freien Marktwirtschaft und es gelten die Gesetze von Angebot und Nachfrage. Es hilft kein noch so hoher Gebrauchtwert, wenn keine oder nur eine geringe Nachfrage besteht. Der mögliche erzielbare Preis auf dem Markt, kann dann also deutlich geringer ausfallen. Anders herum geht das Spiel natürlich auch: Ist ausreichend Nachfrage da, wird man auch den Gebrauchtwert am Markt durchsetzen können.		

7.2 Der Neuwert einer Vintage-Gitarre

Datum	Forum	Link
12.12.2005, 18:35	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1119809&postcount=1

Liegt der erzielbare Preis über dem Gebrauchtwert, haben wir eine Grenze überschritten.

5. Der Sammlerwert

Jeder Preis, der über dem Gebrauchtwert einer Ware liegt, ist in irgendeiner Weise durch andere Dinge motiviert, die mit dem Wert des Gebrauchs nicht mehr viel zu tun haben.

Der Sammlerwert ist eine sehr diffizile Sache. Hier spielen, neben anderen Dingen, hauptsächlich Angebot, Nachfrage, Originalität und Seltenheit eine Rolle. Im Extremfall kann sich da ein Marktwert ergeben, der weit über dem eigentlichen Gebrauchswert liegt. Die PAF's sind ein gutes Beispiel dafür.

Bestimmung des Neuwertes

Von allen eben genannten Preisen und Werten, läßt sich der Neuwert noch am einfachsten ermitteln.

Da der Warenkorb für den Preisindex wohl kaum Rücksicht auf die besonderen Belange der Gitarrenproduktion nimmt, wurde zusätzlich eine Preissteigerung von 1% pro Jahr angenommen.

Ausgehend vom Neupreis wird für jedes Jahr die aktuelle Inflationsrate und die zusätzliche Preissteigerung berücksichtigt. Letztendlich ist das eine einfache Prozentrechnung, die für jedes Jahr durchgeführt werden muß.

Ich habe mir für diesen Zweck eine Excel-Datei erstellt, die nicht nur diese Berechnung vornehmen kann, sondern darüber hinaus auch die Inflationsraten aus den USA und der Bundesrepublik Deutschland kennt.

Ich bin dadurch in der Lage, sehr leicht den Neuwert einer alten Gitarre anzugeben. Dazu ist lediglich der damalige Neupreis, die Währung (Dollar oder DM) und das Jahr des Kaufes notwendig.

Sehen wir uns einmal ein paar Beispiele an:

1. Gibson Les Paul Standard

Der Neupreis lag 1957 laut Preisliste bei \$247,50

Heute müßte man für die gleiche Gitarre 2298,18 Euro bezahlen.

Beim Musik Service muß man heute 2333 Euro bezahlen. Wenn das keine Punktländung ist!

2. Gibson Les Paul Custom

Der Neupreis lag 1957 laut Preisliste bei \$375,00

Heute müßte man für die gleiche Gitarre 3482,09 Euro bezahlen.

Die Praxis zeigt uns einen Neupreis vom 3399 Euro. Punktländung!

3. Gibson ES-334

Der Neupreis lag 1959 laut Preisliste bei \$282,50

Heute müßte man für die gleiche Gitarre 2422,95 Euro bezahlen.

Beim Musik-Service sind 2399 Euro fällig!

Zusammenfassung

Die Ermittlung des Neuwertes einer alten Gitarre ist gar nicht mal so schwer.

Wer einen Preis wissen möchte, kann hier einfach die bekannten Daten posten. Der Onkel sorgt dann für das Ergebnis.

Auf diese Weise wird sich sicherlich so manches Aha-Erlebnis ergeben!

7.2 Der Neuwert einer Vintage-Gitarre

Datum	Forum	Link
12.12.2005, 18:35	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1119809&postcount=1
Datum	Kommentar	

7.3 Warum klingen Vintage-Gitarren besser?

Datum	Forum	Link
13.12.2005, 02:57	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1120867&postcount=16

Zitat: SaitenSchamane

Es wird ja, wie Der Onkel auch schon geschrieben hat, oft behauptet, Vintage-Gitarren würden besser klingen. Gibt es dafür eigentlich auch irgendwelche objektiven Anhaltspunkte (also beim Holz, PU-Magnet oder sowas in der Art) oder ist das rein subjektives Empfinden ?

Was besser klingt, ist in erster Linie eine Sache des subjektiven Empfindens und das ist von Mensch zu Mensch unterschiedlich. Allein das, macht eine objektive Diskussion fast unmöglich!

Beim Thema Tonabnehmer kann ich ganz klar sagen, daß es keinerlei objektive Begründung gibt, warum ein alter Tonabnehmer besser klingen soll als eine neuer mit den gleichen technischen Daten. Gerade zu diesem Thema (mein kleines Steckenpferd) habe ich schon unzählige Beiträge verfaßt.

Die mechanische Konstruktion einer Elektrogitarre bietet da schon mehr Anhaltspunkte:

1. Abgelagertes Holz

Die Tatsache, daß man zum Bau gut abgelagertes und trockenes Holz benötigt, stellt einen immensen Kostenfaktor dar. Kaum ein Hersteller ist heute Willens sich über mindestens 8 bis 10 Jahre eine größere Menge Tonholz auf Lager zu legen, um es dann langsam und definiert trocknen zu lassen, wie es einige Gitarrenbauer noch heute machen. Hier lagern die Hölzer teilweise bis zu 50 Jahren!!

Die jetzt übliche industrielle Trocknung im Ofen liefert angeblich nicht das gleiche Ergebnis. Das Holz ist nach dieser kurzen Zeit noch nicht zur Ruhe gekommen, was sich nachteilig auf das Schwingungsverhalten auswirken kann (soll).

Im schlimmsten Fall, kann das Instrument sich schon nach kurzer Zeit verziehen oder Risse bekommen. So etwas kann heute häufig bei billigen China-Produktionen beobachtet werden. Ich sprach da unlängst mit einem alteingesessenen hamburger Händler, der auch eine Werkstatt unterhält und zu diesem Thema Bücher schreiben könnte.

2. Verfügbarkeit von Tonholz

Auch die Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigem Tonholz ist heute ein Problem. Nicht ohne Grund hat Gibson damit begonnen, den Korpus aus mehreren Stücken Mahagoni zu produzieren und durch Fräsungen das Gewicht des nicht vollständig abgelagerten Holzes zu reduzieren.

Im Vergleich zu früher ist der Bedarf an gutem Tonholz stark gestiegen. Da Holz nun mal kein schnell wachsender Rohstoff ist, wirkt sich das nachteilig auf den Preis aus. Folglich suche die Hersteller immer nach billigeren Alternativen.

Einige Hölzer sind heutzutage aus Gründen des Arteschutzes auch gar nicht mehr verfügbar (Rio-Palisander). Eine Nachzucht der Bäume in anderen Regionen (Honduras-Palisander) liefert nicht das gleiche Ergebnis, weil die klimatischen Bedingungen sich unterscheiden.

3. Neue Produktionsverfahren

Häufig werden heute auch andere Produktionsverfahren angewendet. Das, was früher als gut und richtig angesehen wurde, ist eventuell der Rationalisierung zum Opfer gefallen. Gerade der Hals-Korpus-Übergang übt einen entscheidenden Einfluß auf das Schwingungsverhalten aus. Hier kann man durch eine einfachere Konstruktion eventuelle viel Aufwand und damit Geld sparen.

Der Einsatz von CNC-Fräsen sorgte heute für eine gleichbleibend gute Qualität bezüglich der Reproduzierbarkeit eines Korpus. Innerhalb kurzer Zeit kann man eine große Menge Korpuse (Korpi? Wie heißt eigentlich die Mehrzahl von Korpus??) mit der exakt gleichen Form herstellen. Alte Gitarrenbauer bevorzugen Stechbeitel und Hobel, da sich die Vibrationen der Fräse

7.3 Warum klingen Vintage-Gitarren besser?

Datum	Forum	Link
13.12.2005, 02:57	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=1120867&postcount=16
ihrer Meinung nach nachteilig auf das Schwingungsverhalten auswirken. 4. Das eingespielte Instrument <i>Das ein eingespieltes Instrument anders klingt, als wenn es 10 Jahre im Schrank gestanden hat, ist eine bekannte Tatsache. Der von Ray zitierte Emil Weiss emuliert diesen Vorgang, indem er das Instrument definiert Schwingungen aussetzt und es auf diese Weise entdämpft. Das Verfahren ist nicht neu und wurde schon vor vielen Jahren von einem Professor Lang (glaube ich) beschrieben.</i> <i>Emil Weiss und seine Klangoptimierung sind nicht unumstritten. Auch hier im Board gibt es diverse Beiträge zu dem Thema (z.B. Klangoptimierung für Instrumente). Emil Weiss ist hier selber als User „emil“ angemeldet.</i> <i>Egal wie man zu diesem Verfahren steht, aus physikalischer Sicht wird da schon was dran sein und die Tatsache, daß Emil auf das Ergebnis seiner Arbeit eine lebenslange Garantie gibt, mag ebenfalls als deutlicher Hinweis gewertet werden. (Jetzt aber nicht alle mit HB's und anderem Billigkram zu Emil laufen. Aus „Dreck“ kann man bekanntlich kein Gold machen!). Es ist in jedem Fall sehr interessant, sich mit diesem Thema einmal auseinanderzusetzen!</i>		
Datum	Kommentar	

8 Verschiedenes

8.1 Onkel-Zitate		
Datum	Forum	Link
07.01.2005, 10:05	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showthread.php?p=510847&highlight=Helden#post510847
<i>Zitat: DerOnkel</i> <i>Echte Helden findet man eben nicht im Fernsehen, sondern nur am Griffbrett einer Elektrogitarre.</i>		
Datum	Forum	Link
02.08.2006, 02:27	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showthread.php?t=147522
<i>Zitat: DerOnkel</i> <i>Manchmal muß man die Dinge eben durch Zwei teilen!</i>		
Datum	Kommentar	

8.2 Saitentypen für die Elektrogitarre

Datum	Forum	Link
15.12.2004, 11:27	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=473798&postcount=3

Zitat lupuz

Gibt es eigentlich gravierende Unterschiede bei den verschiedenen Gitarrensaitentypen?

Hier ein paar Infos:

Die Saiten einer Elektrogitarre bestimmen in großem Maße den Grundklang des Instrumentes. Sagt einem der Klang seiner Gitarre nicht zu, so ist es am einfachsten (und am billigsten), erst einmal mit verschiedenen Saiten zu experimentieren. Erst wenn das nicht den gewünschten Erfolg bringt, sollte man über andere Maßnahmen nachdenken. Wenn der Grundklang einer Elektrogitarre schon schlecht ist, hilft in aller Regel der teuerste Tonabnehmer nicht mehr weiter!

Je nachdem welches Tonabnehmerprinzip auf der Gitarre verwendet wird, müssen unterschiedliche Saitentypen eingesetzt werden. Elektromagnetische Tonabnehmer erfordern zwingend die Verwendung von Stahlsaiten mit magnetisierbarer Bewicklung. Die Stahlseiten einer Westerngitarre sind dafür nur schlecht geeignet, da die Bronzeumwicklung nicht magnetisierbar ist. Da der Durchmesser ihres Stahlkerns geringer ist, sind die Baßsaiten in der Folge leiser als die Diskantsaiten.

Beim Einsatz von piezoelektrischen Tonabnehmern können alle Saitenarten - also auch Nylon oder Darm - verwendet werden, da der Tonabnehmer die mechanischen Schwingungen des Korpus durch die Verformung eines Kristalls in ein elektrisches Signal umwandelt.

Die Diskantsaiten sind in der Regel blank (plain), die Baßsaiten tragen eine Bewicklung aus Stahl oder Nickel. Die dickeren Saiten eines E-Baß sind in mehreren Lagen bewickelt. Es werden verschiedene Saitentypen in unterschiedlicher Qualität eingesetzt. Hier eine Übersicht:

1. Plain Strings

Unter dieser Bezeichnung werden alle nicht umwickelten Saiten zusammengefaßt. Sie sind aus Stahl gefertigt und verfügen manchmal über eine besondere Beschichtung der Oberfläche zum Schutz vor Korrosion. Auf die Klangcharakteristik der Elektrogitarre hat dieser Saitentyp kaum einen Einfluß.

2. Pure Nickel

Reine Nickelsaiten, erzeugen einen vollen und warmen Klang. Sie werden gerne von Blues-Fans benutzt. Besonders gut klingen diese Saiten auf Gitarren mit Single-Coil-Tonabnehmern. Bis in die 70er Jahre wurde dieser Saitentyp fast ausschließlich verwendet (Gibson Vintage Pure Nickel-Serie). Im Vergleich zu Nickel Wound oder Stainless Steel hat Pure Nickel eine längere Lebensdauer. Der großer Vorteil dieser Saiten besteht darin, daß sie nach dem Aufziehen nicht so blechern klingen.

3. Nickel Wound

Mit dem Aufkommen des Rock 'n' Roll in den 50er Jahren wurden ein harter und höhenreicher Klang modern, der nur durch mit Runddraht bewickelten Saiten („round wound“) zu erhalten ist. Aufgrund der rauheren Saitenoberfläche quietscht es jetzt aber beim Gleiten der Finger.

Ende der 60er Jahre wurde dieser Saitentyp dann auch für den Elektrobaß verwendet. Einer der frühesten Bassisten, die mit solchen drahtigen Klängen Aufsehen erregten, war John Entwistle von den „Who“.

Vernickelte Stahl-Saiten sind heute der Standard. Sie haben mehr Brillanz als flatwounds, die sie durch Verschmutzung und Korrosion aber auch sehr schnell verlieren und dann matt klingen. Nach einem Saitenwechsel ist der Klang häufig etwas „blechern“ (z.B. Ernie Ball Slinky-Serie). Die Saiten müssen dann quasi erst einmal „eingespielt“ werden.

4. Stainless Steel

8.2 Saitentypen für die Elektrogitarre

Datum	Forum	Link
15.12.2004, 11:27	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=473798&postcount=3
<i>Reine Stahlsaiten, die einen lauten und brillanten Sound erzeugt. Kann einen muffigen Klang der Gitarre verbessern. Ist gut für viel Verzerrung. Nachteilig ist der höhere Bundverschleiß, da die Saitenoberfläche sehr hart und rau ist.</i> 5. Flat Wound <i>Eine mit Flachdraht umwickelte Saite, die angenehme Bespielbarkeit und geräuschfreies Gleiten der Finger ermöglicht. Der Klang ist allerdings relativ dumpf und die Schwingung klingt schnell ab. Dieser Saitentyp wurde in der Anfangszeit der Elektrogitarre häufig eingesetzt. Heute wird er noch viel von Jazz-Musikern auf vollakustischen Jazzgitarren benutzt. Auf einer massiven Elektrogitarre wird unter Umständen einen „fetter“ Klang erzeugt, der lange Zeit erhalten bleibt.</i> 6. Half Round <i>Als Zwischending zwischen „round“ und „flat wound“ gibt es auch Saiten, die mit abgeflachtem Draht bewickelt sind („half round“). Sie erzeugen beim Gleiten der Finger weniger Geräusche als die Runddrahtsaiten, liefern aber stärkere Höhen als Flachdraht und halten die Schwingung länger.</i>		
Datum	Kommentar	

8.3 Zugkraft von Saiten

Datum	Forum	Link
16.12.2004, 11:54	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showpost.php?p=475308&postcount=15
<i>Zitat agonie</i> <i>hat die art der saiten eigentlich auch einfluss auf deren zugkraft?</i> Natürlich! Die meisten Hersteller (z. Bsp. D'Addario) geben die sogenannte Massebelegung einer Saite an (μ), das bedeutet Masse pro Länge. Wenn man diese Angabe von [lb/in] nach [kg/m] umrechnet, kann man die Spannkraft (in Newton) wie folgt ausrechnen: $F_0 = \mu \cdot (2 \cdot L_0 \cdot f_0)^2$ Darin ist f_0 die Frequenz der ungegriffenen Saite und L die Mensur. In der Praxis wird von den Saitenherstellern nicht die Spannkraft, sondern die sogenannte Tension angegeben. Sie stellt praktisch die Gewichtskraft dar, mit der die Saite unter der auf der Erde geltenden Fallbeschleunigung $g=9,81\text{m/s}^2$ belastet werden muß, damit die gewünschte Spannkraft entsteht. Als Einheit wird [kg] verwendet. Berechnet wird die Tension dann so: $m_T = \frac{F_0}{g}$ Schaut man sich die Massebelegung der verschiedenen Saitentypen an, so ist leicht festzustellen, daß bei gleicher Dicke unterschiedliche μ's auftauchen. Ich habe mir mal den Spaß gemacht und die Tensionen der einzelnen Saiten meines 009er Satzes ausgerechnet. Erstaunlicherweise kommt da keine gleichmäßige Last für den Hals heraus. Er muß sich also immer gegen eine Torsionskraft stemmen, die versucht ihn zu verdrehen. Ob das so gut ist?		
Datum	Kommentar	

8.4 Guitar-Letters are going commercial

Datum	Forum	Link
03.06.2006, 03:05	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showthread.php?p=1547102#post1547102
03.06.2006, 03:05	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?p=268730#post268730

Seit dem 23. Februar 2005 gibt es die Reihe Guitar-Letters. Die meisten von ihnen sind aufgrund irgendwelcher Beiträge in den von mir besuchten Online-Foren entstanden. Aus den ursprünglich kleinen Beiträgen sind mittlerweile ausgewachsene Artikel geworden. 40 Seiten mit Bildern, Grafiken und jeder Menge Text werden da in jedem Dokument leicht erreicht.

Zur Zeit sind 2 dieser „Briefe“ bereits veröffentlicht. Weitere 8 befinden sich in der Vorbereitung und stehen teilweise kurz vor der Vollendung.

Das Feedback für Guitar-Letter I und II war absolut positiv! Bis heute wurden die Dokumente insgesamt 2000 mal von meiner Homepage abgerufen. Immer häufiger bilden sie auch die Grundlage für eine Facharbeit. In diesem Jahr waren es allein 7 an der Zahl!

Ursprünglich war geplant, alle meine Erkenntnisse zum Thema Elektrogitarre in einem großen Werk zu bündeln und dieses dann ggf. über einen Verlag zu veröffentlichen. Mittlerweile wandern immer mehr Teile dieser Dokumentation in die verschiedenen Guitar-Letters und teilweise auch direkt in Forenbeiträge. Am Ende dieser Entwicklung werden die Guitar-Letters in ihrer Gesamtheit also das große Werk darstellen.

Damit stellt sich für mich jetzt die Frage, wie weit ich meinen Idealismus noch treiben soll. Die notwendige Recherche sowie die praktischen und theoretischen Untersuchungen beanspruchen einen nicht unerheblichen Teil meiner Freizeit.

Ich habe mich daher entschieden, die Guitar-Letters zu kommerzialisieren!

Warum tue ich das jetzt?

- 1. Ich habe unendlich viel Zeit (und damit auch Geld) mit der Recherche zum Aufbau meiner Erfahrung und meines Wissens verbracht. Wer an diesem Wissen teilhaben möchte, der soll sich auch in angemessener Weise an den entstandenen Kosten und Aufwendungen beteiligen.*
- 2. Die Menschen sind bequem geworden. Statt in einem Forum auf die Suche zu gehen, fragen sie lieber die Frage zum 798ten Mal und erwarten, daß sie kostenlos eine Information erhalten. Ich meine, wer ein komprimiertes Wissen mundgerecht geliefert haben möchte, der soll dafür auch zahlen! Die Guitar-Letter liefern solches Wissen.*
- 3. Die Guitar-Letters enthalten teilweise Informationen, die in dieser Form bisher nicht veröffentlicht worden sind. Dieses Wissensmonopol kann nicht kostenlos sein!*

Wer das nicht möchte, kann ja selber mit Google und Co. auf die Suche gehen und diverse „analoge“ Bücher lesen.

Was bedeutet das im einzelnen?

- 1. Die jetzt verfügbaren Guitar-Letter I V1.7 und Guitar-Letter II V1.2 stehen weiterhin als Freeware zum kostenlosen Download zur Verfügung. Ein Drucken ist auch künftig nicht vorgesehen.*
- 2. Alle folgenden Guitar-Letters müssen bei mir gegen eine Gebühr lizenziert werden. Die Dokumente werden personalisiert und mit einem Paßwort versehen ausgeliefert und lassen sich selbstverständlich auch drucken. Dieses gilt auch für neuere Versionen von Guitar-Letter I und II.*
- 3. Eine Lizenz ist immer nur für eine Version eines Dokumentes gültig.*
- 4. Alle Dokumente werden als PDF-Datei für den Acrobat Reader 6 ausgeliefert.*
- 5. Meine Tätigkeit in den Foren ist von dieser Regelung natürlich nicht betroffen!*

Was soll es denn kosten?

Damit stellt sich jetzt die Frage der Preisfindung und das ist wirklich eine schwierige Frage!

8.4 Guitar-Letters are going commercial

Datum	Forum	Link
03.06.2006, 03:05	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/showthread.php?p=1547102#post1547102
03.06.2006, 03:05	MUSIKINSTRUMENTE.DE	http://www.musikinstrumente.de/foren/showthread.php?p=268730#post268730
<i>Bei gängiger Fachliteratur kann man von einem Seitenpreis von 10 bis 20 Cent ausgehen. Damit hätte man schon mal eine Grundlage.</i> <i>Statt jedoch jetzt selbstherrlich einen Preis festzulegen, möchte ich ein Prinzip ausprobieren, daß ich vor einigen Jahren in den USA kennengelernt habe:</i> <i>Ein Fernsehsender gestaltete sein Programm nur nach den Zuschauerwünschen. Man schrieb dem Sender, was man gerne sehen wollte und überwies einen Betrag, der dem Wert entsprach, dem man dieser Anfrage beimaß. Das konnte \$1 sein oder \$1000. Der Sender machte da keinerlei Vorgaben.</i> <i>Das Prinzip schien zu funktionieren. Der Sender konnte davon gut existieren und es wurden nicht einmal Werbeeinblendungen gemacht!! Nebenbei bemerkt, war das Programm klasse!</i> <i>Ich möchte für die Guitar-Letters daher folgenden Vorschlag machen:</i> <i>1. Die Bestellung erfolgt per Mail unter Angabe der persönlichen Daten und des gewünschten Paßwortes.</i> <i>2. Der Besteller überweist einen ihm genehmen Betrag auf mein Konto.</i> <i>3. Nach Zahlungseingang wird das gewünschte Dokument per Mail verschickt.</i> <i>So viel dazu. Jetzt bin ich auf die Reaktionen gespannt</i>		
Datum	Kommentar	

8.5 Pimp my Pauline: Oberflächen-Design mit VSE

Datum	Forum	Link
02.08.2006	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/technik/147522-pimp-my-pauline-oberflaechen-design-mit-vse.html

Nachdem der Entwurf der elektronischen Schaltung für Pauline fast ein Jahr in Anspruch genommen hat, habe ich mir auch über die optischen Erscheinung dieser alten Aria Pro II PE-60 BG aus dem Jahre 1983 Gedanken gemacht. Zu so einer exklusiven Schaltung muß natürlich auch eine außergewöhnliche Gestaltung der Oberfläche gehören! Das ist man als Besitzer natürlich auch ihrem Status als Sondermodell schuldig!

Damit „Pauline“ wirklich einmalig ist, habe ich mich entschlossen, die Decke mit meinem Konterfei zu „verzieren“. Damit wird die Gitarre wirklich einmalig und etwaige Langfinger werden schon im Vorwege wirksam abgeschreckt.

Nachdem ich diverse Gespräche mit verschiedenen Lackierern geführt hatte, war ich von der klassischen Methode nicht wirklich überzeugt. Das gewisse „Etwas“, fehlte irgendwie. Da kam mir, sozusagen auf „dienstlichen Wegen“, der Zufall zu Hilfe und ich stieß auf den „Piezoelektrischen Polarisationsseffekt (PPE)“. Er beschreibt, wie durch Azzokupplung verbundene Farbmoleküle im Kristallgitter durch Anlegen einer elektrischen Spannung verformt werden können. Im Endergebnis können die Farbmoleküle sogar unsichtbar gemacht werden!

Alles, was man machen muß, ist das Aufbringen einer bestimmten kristallinen Schicht mit piezoelektrischen Eigenschaften. Das ganze nennt sich dann „Variable Surface Efficiency“ (VSE). Interessanterweise lassen sich solche Schichten auch stapeln, sodaß die Darstellung mehrerer Bilder möglich ist (stacked VSE). Letztendlich handelt es sich dann um eine Art kristalliner Bildspeicher, wie er auch schon in den 70er Jahren bei Startrek beschrieben wurde. Nur ist aus der Fiktion mittlerweile Wirklichkeit geworden, wenn auch in etwas anderer Form! Bevor ich jedoch weiter ins Detail gehe, hier das vorläufige Ergebnis ohne und mit eingeschalteter Spannung:



Man sieht, daß mein Konterfei komplett verschwindet. Der PPE arbeitet also vollständig!

Der Effekt selber wurde in den letzten Jahren kommerziell in verschiedenen Display-Typen verwendet. Hier waren es hauptsächlich Fernsehgeräte, die nach dem Projektionsverfahren arbeiteten. Da die Geräte jedoch sehr teuer waren, blieb der große Erfolg leider aus.

Wie es geht

Wie funktioniert jetzt der PPE? Nun, zunächst ist ein kristalliner Farbträger gesucht. Erstaunlicherweise gibt es hier eine bestechend einfache Lösung: Rapsöl! Der PPE ist für dieses wirklich

8.5 Pimp my Pauline: Oberflächen-Design mit VSE

Datum	Forum	Link
02.08.2006	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/technik/147522-pimp-my-pauline-oberflaechen-design-mit-vse.html

universelle Öl nur noch eine weitere, wenn auch erstaunliche Anwendung, die allerdings nur möglich wird, wenn drei Effekte in geeigneter Form kombiniert werden.

Bei der Beschaffung ist darauf zu achten, ein Öl mit möglichst hohem Gehalt an gesättigten Omega-3-Fettsäuren zu erhalten. Öle mit ungesättigten Säuren sind leider nicht geeignet!

Wird das Öl erhitzt, so zerfallen die Säuremoleküle in je zwei ungesättigte Säuren. Dieses instabile Zwischenprodukt wird durch Anlegen einer elektrischen Spannung im Molekülverbund neu ausgerichtet sodass die bindungsinactive Seite der Moleküle zur positiven elektrischen Ladung hin ausgerichtet wird. Auf der anderen Seite bildet sich jetzt die, von den Farbstoffen bekannte, Azzokupplung aus, welche phsikalisch auf der sogenannten schwachen Wechselwirkung beruht. Dadurch erhält man wieder ein stabiles Säuremolekül, deren beiden Teile jedoch flexibel miteinander verbunden sind.

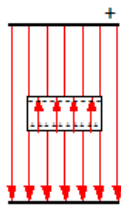
Da die bindungsinactive Seite des Moleküls immer noch elektrisch negativ geladen ist, spricht man auch von einem "monopolaren" Stoff. Jetzt setzt der auch in der Halbleiterei bekannte Effekt der Ladungsverschiebung ein. Am Ende dieses Prozesses liegt wieder ein stabiler elektrischer Diplo vor. Diese Eigenschaft ist von entscheidender Bedeutung, denn nur sie ermöglicht später die Ausbildung eines Kristallgitters.

Die Vorbereitung

Der erste Arbeitsschritt besteht aus dem Aufbringen eine Ölschicht auf der Grundfläche. Es ist unbedingt darauf zu achten, daß eine gleichmäßige Dicke erreicht wird, sonst kommt es später zu lokalen Unschärfebereichen, den sogenannten Soft-Spots.

Nachdem das Öl getrocknet ist, kommt der zweite Schritt: Die Ölschicht (inkl. des Trägermaterials) muß erhitzt werden. Ab einer Temperatur von 86°C beginnt der Zerfall der Säuremoleküle, der sich mit weiter steigender Temperatur beschleunigen läßt. Je nach größer der Fläche tritt nach 10 bis 15 Minuten ein Sättigungseffekt ein, da dann alle Moleküle aufgespalten wurden.

Nun wird die elektrische Spannung angelegt. Das ist jedoch nicht ganz so einfach, denn eine Ölschicht läßt sich leider nicht besonders gut kontaktieren. Da es jedoch nicht auf das Anlegen einer Spannung, sondern auf ein elektrisches Feld ankommt, kann man sich mit einem kleinen Trick behelfen: Bringt man das Trägermaterial (hier den Korpus der Gitarre) in ein elektrisches Feld, so entsteht im Korpus ein entgegengerichtetes Feld als deren Folge dort eine elektrische Spannung gemessen werden kann. Der ursächliche Effekt heißt Influenz (Ladungstrennung). Das nächste Bild zeigt das Prinzip:



Ein solcher Kondensator läßt sich leicht und preiswert durch mit Alufolie bespanntes Sperrholz realisieren. Die Höhe der Spannung ist nicht besonders kritisch. Hier gilt auch wieder: Je größer, desto schneller! Ab 30 Volt sind akzeptable Zeiten für die Ausrichtung der Moleküle zu erwarten. Für einen normalen Korpus einer Elektrogitarre kann man dann mit Prozesszeiten von 14 bis 40 Minuten rechnen. Während dieser Zeit ist ein leichter Stromfluß (1µA – 4µA) festzustellen. Sind alle Moleküle ausgerichtet, fließt kein Strom mehr. Die Ölschicht ist jetzt photoaktiv und kann belichtet werden.

Die Belichtung

Das Aufbringen des Bildes ist denkbar einfach: Mit Hilfe eines Diaprojektors oder Beamers

8.5 Pimp my Pauline: Oberflächen-Design mit VSE

Datum	Forum	Link
02.08.2006	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/technik/147522-pimp-my-pauline-oberflaechen-design-mit-vse.html

wird das gewünschte Motiv auf die Oberfläche projiziert. Dabei werden die Teile der einzelnen Säuremoleküle durch den Spin der Photonen in Schwingungen versetzt und verdrehen sich umeinander. Hier die eingefärbte Aufnahme eines Elektronenmikroskopes:



Die Art der Torsion ist dabei ein Charakteristikum des verursachenden Lichtstromes. Auf diese Weise werden die einzelnen Moleküle quasi mit einer Farbe programmiert. Durch die Torsion bilden sich zwischen den beiden Molekülteilen Wechselwirkungen aus, die sich in einem optischen Reflexionsfaktor äußern. Dieser Vorgang wird als „Non Aprilare Photo Torsion“ (NAPT) bezeichnet (aprilare von lat. aperire = öffnen). Es wird exakt Licht der Wellenlänge reflektiert, welche die Torsion verursacht hat.

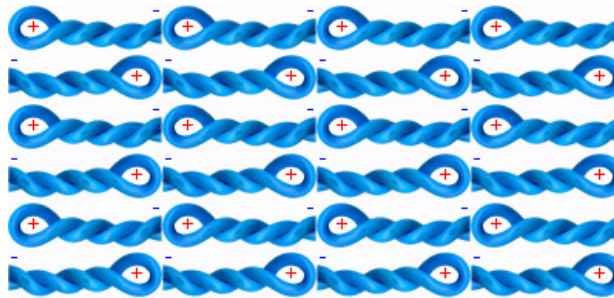
Die Belichtung erfolgt relativ schnell nur leider ist das Ergebnis (noch) nicht stabil. Verändert man die Belichtung, so werden die Moleküle sofort „umprogrammiert“.

Das Bild wird gespeichert

Als nächstes muß daher die Temperatur wieder unter die magische Grenze von 86°C gesenkt werden. Der Energiegehalt der Moleküle sinkt dabei und sie verlieren die Eigenschaft mechanische Schwingungen auszuführen. Dadurch wird der programmierte Zustand quasi „eingefroren“! Wird die Temperatur wieder erhöht, so setzt sofort ein erneuter Belichtungsprozess ein.

Kristall oder nicht Kristall?

Zum Schluß geht es nur noch darum, den gewünschten kristallinen Zustand zu erreichen, was erstaunlich einfach ist: Man schaltet einfach die elektrische Spannung aus! Jetzt werden die Moleküle so im Raum neu geordnet, daß die negative Seite eines Moleküls an der positive Seite eines anderen anliegt. Die benachbarten Ketten ordnen sich genau anders herum.



Damit haben sich die Dipole ausgerichtet. Man erhält einen sogenannten „Pseudokristall“, der durch die Kettenstruktur kristalline Schichten bildet. Diese lassen sich durch Druck leicht gegeneinander verschieben.

Nachdem die Ölschicht kristallisiert ist, ist der Prozess abgeschlossen, was deutlich an dem neuen Bild auf der Trägeroberfläche zu erkennen ist. Der Aggregatzustand der Schicht ist als absolut stabil zu betrachten, solange keine Temperatureinflüsse zu verzeichnen sind.

Arbeiten mit VSE

Legt man nach der Belichtung eine Spannung an die Kristallschicht, so sorgt das entstehende elektrische Feld für eine Neuausrichtung der Dipole, die sich im Extremfall um maximal 90° aus der Ausgangslage wegdrehen. Durch diesen Vorgang verliert die Kristallschicht ihr Reflexionsverhalten und gibt damit den Blick auf die darunterliegende Schicht frei.

8.5 Pimp my Pauline: Oberflächen-Design mit VSE

Datum	Forum	Link
02.08.2006	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/technik/147522-pimp-my-pauline-oberflaechen-design-mit-vse.html

Wird die Spannung wieder ausgeschaltet, fallen die Kristalldipole wieder in ihre Ausgangslage zurück. Das gespeicherte Bild wird wieder sichtbar.

Ich habe mittlerweile 2 aktive Schichten aufgebracht, die unter dem Tailpiece mit insgesamt 3 Steuerelektroden versehen wurden. So ist es möglich, beide Schichten getrennt anzusteuern.

Mit Hilfe einer kleinen Ansteuerelektronik kann über ein Potentiometer ein stufenloser Übergang zwischen den drei Zuständen Hintergrund, Bild 1 und Bild 2 realisiert werden. Hier der Übergang vom Hintergrund nach Bild 1:



Danach folgt der Übergang von Bild 1 nach Bild 2. Auf diese Weise konnte ich auch die Tochter auf Pauline verewigen. Manchmal muß man die Dinge eben durch Zwei teilen!



Fazit

Ich bin sehr erstaunt, wie leicht sich dieses Verfahren aus der Bildtechnik auf die Anwendung

8.5 Pimp my Pauline: Oberflächen-Design mit VSE

Datum	Forum	Link
02.08.2006	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/technik/147522-pimp-my-pauline-oberflaechen-design-mit-vse.html
<i>auf der Oberfläche einer Gitarre anwenden ließ. Das Ergebnis ist unbestreitbar beeindruckend!</i> <i>Natürlich ist dieses Verfahren nicht auf eine Gitarre beschränkt; es läßt sich vielmehr auf fast allen Oberflächen anwenden!</i> <i>Da hier eine neue Anwendung von PPe und VSE vorliegt, habe ich eine entsprechende Anmeldung beim europäischen Patentamt vorgenommen, das nun die entsprechenden Vorgänge in die Wege leiten wird. Am Ende wird dann (hoffentlich) ein global gültiges Patent stehen, welches mir die Finanzierung der einen oder anderen alten Aria wohl erleichtern wird.</i>		
Datum	Kommentar	
04.09.2006	Natürlich handelt es sich bei diesem Beitrag um einen Scherz! Es ist sehr interessant in dieser Diskussion zu verfolgen, daß die Menschen immer nur das sehen, was sie sehen wollen. Am 06. August habe ich dann die offizielle Auflösung des veröffentlicht, auch um zu verhindern, daß allzu unbedarfte Zeitgenossen tatsächlich ihrem Instrument die „letzte Ölung“ verpassen.	

8.6 Die Auflösung des Rapsöl-Thread

Datum	Forum	Link
06.08.2005, 00:11	Musiker-Board	http://www.musiker-board.de/vb/1683974-post71.html
<i>Ganz augenscheinlich hat sich die Lösung des Problemes ja endlich herumgesprochen sodas es mir nun gestattet sei, allen Beteiligten ein fröhliches und vor allem lautstarkes</i> August, August <i>zuzuschreiben!</i> <i>Erstaunlich, daß so viele Leute mir diese windige Geschichte abgekauft haben. Liegt das nur daran, daß es vom Onkel mit dem HCA kommt? Das würde ich dann schon sehr bedenklich finden.</i> <i>Vielen Dank an all die schweigsamen, die mich gleich durchschaut haben (Non Aprilare Photo Torrsion) und natürlich auch vielen Dank an die Reingefallenen, die teilweise kontrovers diskutierten und mich sogar in Schutz genommen haben. Ich habe tatsächlich einige ernstgemeinte Angebote per Mail bekommen. Ihr befindet Euch also in bester Gesellschaft!</i> <i>Es hat mir sehr viel Spaß gemacht, Pauline entsprechend zu faken. Ein paar kleine Schönheitsfehler sind noch drinne, aber beim nächsten Mal ist dann alles perfekt. Versprochen!</i> <i>Es war sehr interessant zu beobachten, daß die Auflösung schon mehrfach im Thread erfolgte, man es aber augenscheinlich nicht wahrhaben wollte.</i> <i>Also, für alle die es noch nicht mitbekommen haben:</i> Ich habe Pauline nicht mit Öl beschmiert in einen Ofen gelegt! Wie käme ich denn dazu? Und natürlich gibt es keinen PPe, keine VSE und keine NAPT! Von einem Patent wollen wir gar nicht erst reden! <i>Obwohl die Amerikaner ein sehr interessantes Angebot gemacht haben. Bis die Jungs die Wahrheit erkennen, ist der Onkel ein reicher Mann!</i> <i>Also, wer noch eine alte Aria möchte, sollte sich beeilen, denn bald kauft der Onkel den Markt leer!</i>		
Datum	Kommentar	

9 Literatur

1.1 Veröffentlichungen des Autors

In der Reihe „Guitar-Letters“ sind vom Autor bisher folgende Titel im Internet veröffentlicht worden:

Titel	Datum	Inhalt
[1] Guitar-Letter I: Der elektromagnetische Tonabnehmer als Wandler	03.02.2005	Eine Arbeit über die Funktionsweise des Wandlerprinzips von elektromagnetischen Tonabnehmern in der Elektrogitarre.
[2] Guitar-Letter II: Klangveränderungen am elektromagnetischen Tonabnehmer	06.4.2005	Ausgehend von den „PAF's“ wird das Thema Klang bei der Elektrogitarre ein wenig beleuchtet. Am Ende findet sich eine praktische Anleitung zur Veränderung des Klanges.

Die Reihe wird in unregelmäßigen Abständen fortgesetzt.

1.2 Diskussions-Boards und Online-Foren

Diskutieren und seine Meinung austauschen kann man im Internet an vielen Stellen und zu jedem beliebigen Thema. Manchmal schießen solche Boards wie Pilze aus dem Boden, um dann genauso schnell wieder zu verschwinden. Tatsächlich gibt es nur wenige Boards, die länger und erfolgreich aktiv sind. Hier eine kurze Auswahl:

Titel	Beschreibung
[3] Musiker-Board: http://www.musiker-board.de/vb/	Eine der wohl größten deutschsprachigen Communities, die vom Musik-Service aus Aschaffenburg finanziert wird. Mit Stand vom 19.05.2006 waren 37.442 Benutzer angemeldet, die insgesamt 1.464.305 Beiträge erstellt hatten.
[4] Musikinstrumente.de http://www.musikinstrumente.de/foren/	Ein Forum der etwas kleineren Sorte. Hier ist man ein wenig exklusiver unter sich. Mit Stand vom 19.05.2006 waren 3.141 Benutzer angemeldet, die insgesamt 243.091 Beiträge erstellt hatten.

10 Der Autor

Ulf Schaedla, 1964 in Hamburg geboren, begann mit 12 Jahren das Spiel der Gitarre zu erlernen. Mit 14 fing er damit an, sein Taschengeld durch Gitarrenunterricht aufzubessern. Auf diese Weise füllte sich sein Keller schnell mit verschiedenen Instrumenten. Im Alter von 16 Jahren kaufte er seine erste Elektrogitarre nebst Transistorverstärker und Lautsprecher und begann in einer Schülerband als Rythmusgitarrist. Seit 1987 ist er als Gitarrist für einen Rock- und Pop-Chor im norddeutschen Raum tätig.

Bedingt durch das fehlende Kleingeld, sein Interesse an der Elektronik und angeregt durch das Buch „Elektro Gitarren“ von Helmuth Lemme aus dem Jahre 1979, begann er 1980 damit, sich mit dem Thema Gitarrenelektronik zu beschäftigen. In der Folge entstanden viele kleine Vorverstärker, Equalizer und Verzerrer, die - in kleine Plastikkästen verpackt - zum musikalischen Einsatz gebracht wurden.



1982 baute er zusammen mit einem Freund einen Röhrenverstärker mit 140 Watt Leistung, der im Laufe der Jahre mit verschiedensten Vorstufenschaltungen ausgerüstet wurde. Aber auch die Elektrogitarren waren vor seinem Bastelwahn nicht sicher. Keines seiner Instrumente verfügt heute noch über die originale Schaltung.

Nach einem zweijährigen Ausflug in die Informatik an der Universität Hamburg, begann er 1986 eine Ausbildung zum Radio- und Fernsehtechniker, die er im Frühjahr 1989 nach zweieinhalbjähriger Lehrzeit mit der Gesellenprüfung beendete. Parallel zu dem folgenden Elektrotechnikstudium an der Fachhochschule Hamburg arbeitete er bis 1992 weiter in seiner Lehrfirma als Fernsehtechniker, wo er sich auf Antennentechnik spezialisiert hatte. Anschließend begann er bei einem großen Halbleiterkonzern verschiedene Tätigkeiten als Werkstudent im Video- und Qualitätslabor, für das er 1995 auch seine Diplomarbeit mit dem Titel „Systemumgebung für einen rechnergesteuerten IC-Meßplatz“ erstellte.

Im Herbst 1995 wurde er als Testentwicklungsingenieur für Mixed-Signal-Schaltungen angestellt und im weiteren Verlauf dieser Tätigkeit spezialisierte er sich auf das Testen von DRAM-Schaltungen unter den Bedingungen der industrialisierten Massenproduktion.

Nach einer dreijährigen Tätigkeit als Projektleiter einer internationalen Gruppe von Test- und Produkt-ingenieuren für die Industrialisierung von integrierten digitalen Videoschaltungen, ist der Autor vor kurzer Zeit wieder zur Technik zurückgekehrt.