

Tonseminar, Samuel Kuch, AM7, 11806



Tonabnehmer (Pickups)



[Übersicht]

- Entstehungsgeschichte der E-Gitarre
- Vor und Nachteile verschiedener Bauweisen
- Tonabnehmer Funktionsweisen
- Positionierung
- Schaltung
- Geige / Contrabass

[1. Geschichte der E-Gitarre]

- Anfang 19. Jh:
Klassische Konzertgitarre entwickelt von Antonio de Torres Jurado
- Anfang 20. Jh:
Akustische Gitarren werden für Jazz zu leise. Suche nach neuen Möglichkeiten.

[1.1 Ursprung Hawaii-Gitarre]

- Bereits in den 30ern gab es Hawaii-Gitarren mit elektrischen Abnehmern.

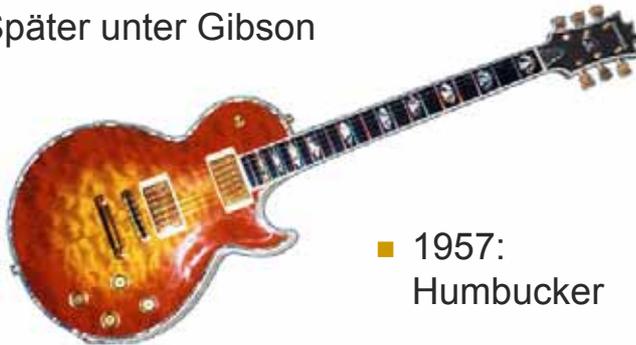


- bis zu 30 Seiten auf 3 Hälsen
- keine Bünde
- steel / bottleneck
- pedal steel guitar

 schreckliches Gedudl

[1.2 Les Paul Gitarre / Gibson]

- 1948: Les Paul entwickelt erste E-Gitarre mit „Holzklotz“ (solid Body).
- Später unter Gibson



- 1957: Humbucker

[1.3 Leo Fender / Stratocaster]

- kleiner Radiotechniker, Los Angeles
- 1948 „Telecaster“, 1953 „Stratocaster“
- bis heute ungeschlagen



[1.4 Jazzgitarre]

- um 1960: vollakustische Gitarre mit Tonabnehmer, (nach Geigenvorbild)



1.5 Midi-Gitarre



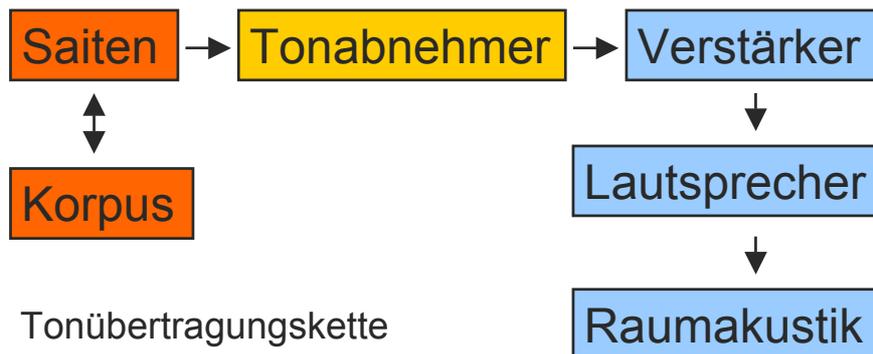
1.6 Parallel: Entwicklung E-Bass

- 1951: Leo Fender „Precision Bass“



[2. Bauweisen Vergleich]

- Was ist für den Klang einer Gitarre maßgeblich?



[2.1 Akustische Gitarre]

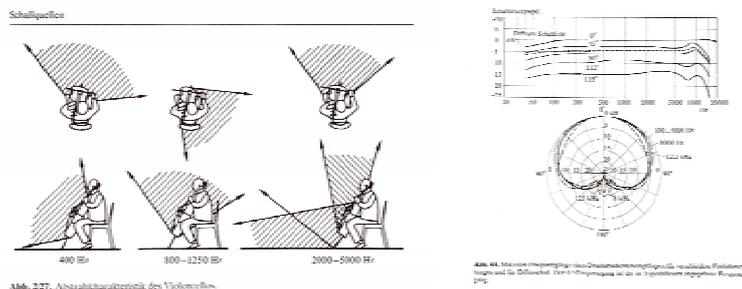
- für Live-Einsatz oft zu leise
- unhandlich.
- Töne klingen schnell aus.

Akustik-Bass-Gitarre
-> viel zu leise



2.2 Mikrofonierung

- Klassische Gitarre / Instrumente mit Mikrofon abnehmen
- sehr ortsgebunden und unflexibel.



2.3 Akustikgitarren-Abnehmer

- An den Resonanzkörper ansteck- oder aufklebbare Kontakttonabnehmer (Piezo-Element)
- starke Übertragung von Klopf- und Umgebungsschall
- Rückkopplungsanfällig
- jedoch auch „unplugged“ einsetzbar
- überträgt den Akustikgitarrenklang frequenzmäßig unverfälschter / echter.

[2.4 E-Gitarre / E-Bass]



- erhöhte Schwingungsdauer durch
 - > „solid body“
 - > geleimte Hälse
 - > „sustain block“ (Messing)
 Schallenergieabgabe verhindert.
- Rückkopplungs- und Klopfarm
- beliebige Lautstärke möglich
- kleine, handliche Bauweisen



 A-Gitarre
 E-Gitarre

 sustain

 E-Bow

 distortion

 solo

[2.5 Halbakustik Gitarre]



Jazzgitar-Typ

- mit Piezo- oder Spulen-Tonabnehmer
- reduzierter Resonanzkörper (Zargenhöhe 3 – 6 cm)
- Guter Ersatz für Akustische Gitarre auf der Bühne (charakteristischer Klang, dennoch handlich)
- Rückkopplungsanfällig
- „semi-solid-body“, verkappte massiv E-Gitarre mit Löchern



Telecoustic/Stratacoustic

 verzerrt + clean

[3. E-Gitarren Tonabnehmer]

- Wandelt die Schwingung der Seiten in elektrische Wechselspannungen um
-> elektrische Verstärkung möglich
- Beruht auf Induktionsgesetz
 $U = -n \cdot \Phi'$
- Maximal induzierte Spannung je nach Abnehmer zwischen 0,1 V – 3 V

[3.1 Single-Coil-Tonabnehmer]



- besitzt nur eine Spule (coil)
- Verwendung in allen ursprünglichen Gitarrentypen (z.B. Stratocaster)
- Brumm und Störanfällig bei Störquellen wie Netzteil oder Leuchtstoffröhren.

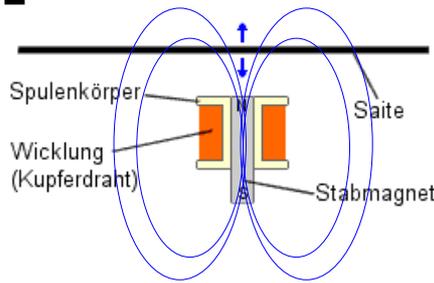
[3.1 Single-Coil-Prinzip]



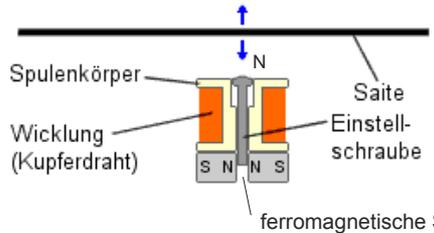
- Stabmagnet im Kern
- bewickelte lackierte Kupferdraht
- R = 750
- n = 760
- Ø = 0,01



[3.1 Single-Coil-Prinzip]

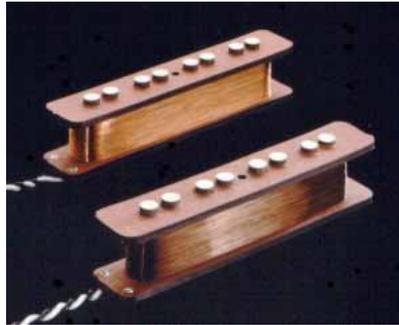


- Magnetfeld um den Kern (Alnico, Ferrit, Keramik etc.)
- > magnetisiert die Saite (Stahl, Nickel)



- Saitenschwingung beeinflusst Φ
- > Induzierte Spannung

[3.1 Bass Tonabnehmer]



4-Saiter Bass



5-Saiter Bass

-> haben 2 Magnetpole pro Saite, da größere Saiten-Auslenkung

[3.1 Split-Bass-Tonabnehmer]

- single-coil TA
- in zwei Teile geteilt

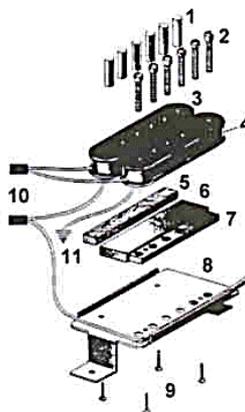


[3.2 Humbucking Tonabnehmer]

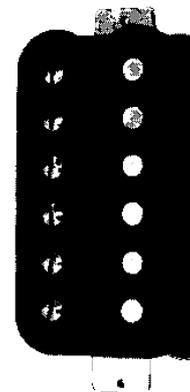


- Weiterentwicklung des single-coil TA
- besitzt zwei Spulen
- Verwendung ab 1957 in Gibson Gitarren
- „hum-bucking“ = Brumm-Unterdrückung durch spezielle Schaltung zweier Spulen

[3.2 Humbucker-Aufbau]

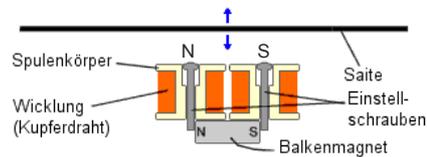


- Standard-Humbucker
- 1 Polstücke
 - 2 Polschrauben
 - 3 Spulenkörper
 - 4 Wicklungen
 - 5 Distanzstücke aus Holz
 - 6 AlNiCO-Magnet
 - 7 Weicheisenblock
 - 8 Grundplatte
 - 9 Befestigungsschrauben
 - 10 Signalleitungen
 - 11 Masseanschluss



3.2 Humbucker-Prinzip

- Zwei Spulen
- unterschiedliche Wicklungsrichtung
- in Reihe geschaltet:
 - > Die Spannungen werden quasi subtrahiert
 - > induzierte Störungen heben sich auf
- Jedoch Polung der Magnetkerne der beiden Spulen jeweils *unterschiedlich!!!*
 - > induzierte Saitenspannung haben unterschiedliche Vorzeichen
 - > Spannung verdoppelt sich



3.2 Humbucker Effekt

- Humbucker ist wesentlich unanfälliger gegen Störeinstreuung.
- liefert höhere Spannung
- jedoch auch höherer Widerstand und Induktivität.
 - > niedrigere Resonanzfrequenz
 - > hohe Frequenzen werden reduziert.

3.2 Abgewandelte Formen

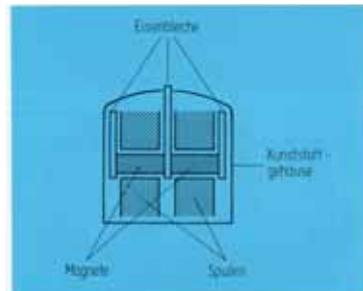


Duncan Designed
„Hot Rails“



Bill Lawrence L 220

- modifizierte Humbucker
- single-coil Größe möglich (stacked Hum.)
- verbesserter Output



4. Sound-Vergleich

Single-coil



 Single-coil (Hals)

 Rincon Rhythm (Hals)

Humbucker



 Humbucker (Hals)

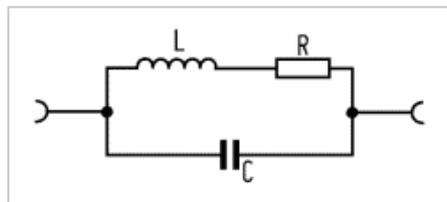
 Hot Rail (Hals)

[4.1 Übersicht Klang (US)]

- „weicher“ Magnet + wenige Windungen
-> Ton süß, glockenähnlich, klar
- starker Magnet + wenige Windungen
-> glasiger, heißer Strat-Sound
- „weicher“ Magnet + viele Windungen / Hum.
-> weich, butterig, mittenbetont
- „harter“ Magnet + viele Windungen / Humb.
-> Grunge oder „Texas“ Sound.

[4.2 Klangcharakter technisch]

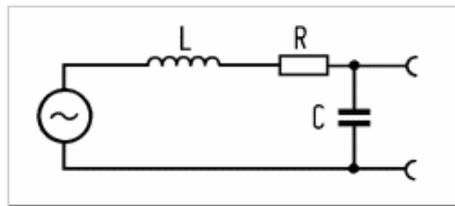
- Wie kommen die unterschiedlichen Klangcharakter von TA zustande?
-> Durch Resonanz- und Schwingverhalten eines Schwingers
- TA ist ein elektromagn. Schwingkreis:



Ersatzschaltbild für die Spule eines Tonabnehmers

4.2 Klangcharakter

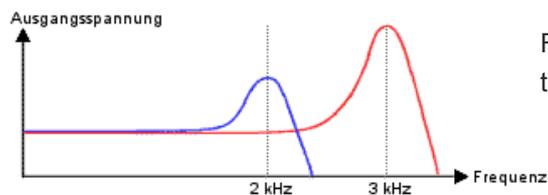
- Reale Spule hat: Induktivität
 - jedoch durch den Draht und dessen Windungen auch Ohmschen Widerstand R und Kapazität C
- > Für verschiedene Frequenzen unterschiedlich „durchlässig“



Die Spule entspricht einem Tiefpassfilter 2. Ordnung

4.2 Klangcharakter

- Jeder Schwingkreis hat eine Resonanzfrequenz bei der er optimal „mitschwingt“ (aufnimmt).
- die anderen Frequenzen werden gedämpft.



Frequenzgänge typischer TA

[4.2 Klangcharakter]

- Je mehr Windungen, desto größer ist auch die Induktivität L , dadurch erhöht sich auch die Kapazität C (außer bei selbst-gewickelten TA -> Wicklung unexakt).
- Die Magnetstärke erhöht L ebenfalls.
-> je größer diese Werte sind, desto niedriger wird die Resonanzfrequenz der Spule, sie reagiert praktisch „träge“ und filtert somit hohe Frequenzen heraus.

[4.2 Klangcharakter]

- Durch eine höhere Induktivität erhöht sich auch die Induzierte Spannung (wie z.B. beim Humbucker)
- Trotzdem nicht zu starke Magneten verwenden! Wird nämlich die Saite durch zu starke Magnete in ihrer Schwingung beeinflusst, kommt es zu nicht linearer Verzerrung (unerwünscht).

[4.3 Klangschalter]

- ein sog. „C-Switch“ (C = Kondensator), legt verschiedene C's zum TA parallel. -> die Resonanzfrequenz ändert sich.
- bringt zusätzliche neue Klang-möglichkeiten, ohne dass die alten verloren gehen.
- tritt an die Stelle des „tone“-Reglers



[5. Positionierung von TA]

- so positioniert man Tonabnehmer

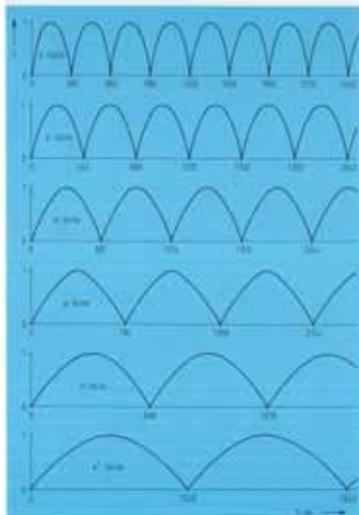


[5.1 Positionierung – warum?]

- Auf den Saiten bilden sich **Stehende Wellen** (auch der Oberfrequenzen)
 - > Bewegungsbäuche und -knoten
 - > TA am Knoten ergibt kein Signal
- **Position des Tonabnehmers** bewirkt
 - > bestimmte (Ober-)Frequenzen werden **bevorzugt oder ausgeblendet**.
- Direkt am Steg wird sogar die Grundschiwingung ausgeblendet.

[5.2 Klangverfärbung der Saiten]

- E-Saite
- A-Saite
- D-Saite
- G-Saite
- H-Seite
- E-Seite



Beispiel für
Tonabnehmer-
position bei
 $\frac{1}{4}$ Mensur
-> bestimmte
Frequenzen
entfallen
komplett
-> charakterist.
Klang

[5.2 Was kann man tun?]

- verschiedene Klangfarben als Effekt nutzen. (knackiger, weicher etc.)
- Klang mehrerer Tonabnehmer an verschiedenen Positionen mischen
-> ausgeglichenerer Klang
- entsprechende Schaltung mehrerer TA
-> Ein und die selbe Gitarre kann unterschiedlichste Klänge erzeugen.

[5.3 Klangbeispiele]



- Hals Position



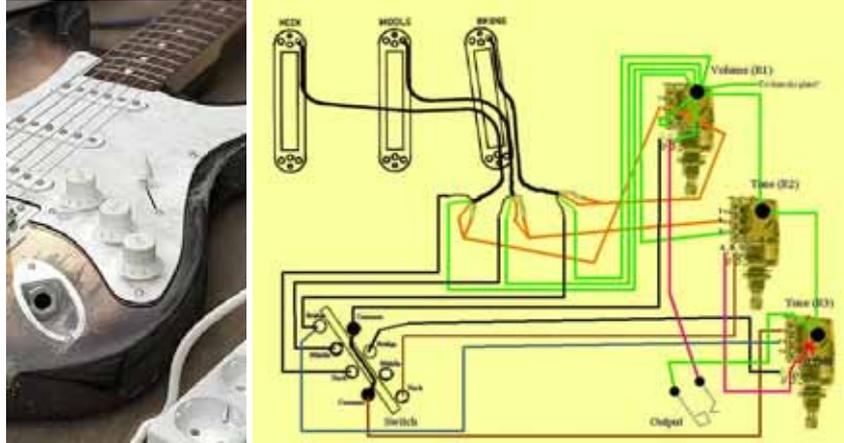
- Mitte



- Steg Position

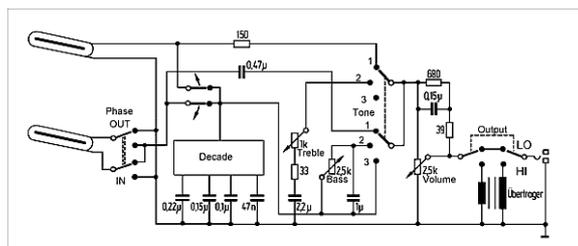
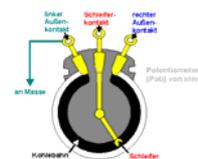


6. Schaltung von TA



6.1 Schaltungsmöglichkeiten

- über Schalter, Widerstände, Potis
- In Reihe oder Parallel
- einzeln, zu zweit oder dritt
- halbiert („coil tap“ bei Humbuckern)



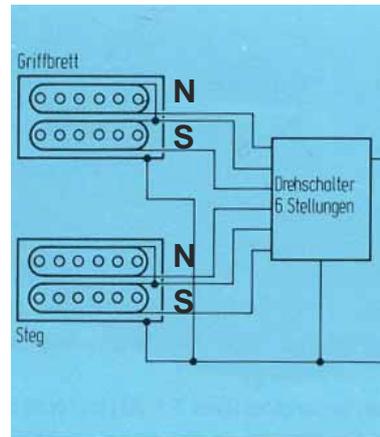
komplexe
Schaltung
einer
„Les Paul
Recording“

[6.2 Beispiel mit 2 Humbuckern]

Schaltkombinationen:

- Hals Tonabnehmer
- die 2 inneren Spulen
- beide Tonabnehmer
- die 2 äußeren Spulen
- Steg Tonabnehmer

-> alle Versionen „hum-bucking“



[7. Qualitätsübersicht]

- **subjektiv optimaler Frequenzgang** (Resonanzfrequenz, -überhöhung...)
- **nicht mikrofonisch** (kein Raumschall)
-> kein Nickelgehäuse
-> feste Bauteile (mit Harz vergossen)
- **Abschirmung** (Metallgehäuse) gegen Störeinstrahlung, jedoch Gefahr die Saiten abzuschirmen und mikrofonisch zu werden.
-> Abschirmung nach oben hin offen lassen
- **Magnete nicht zu stark** (Nähe zu den Saiten ergibt sonst nicht lineare Verzerrung!)

[8. Sonstige Tonabnehmer]

- niederohmige Tonabnehmer
- Piezo Tonabnehmer
- Geigen und Akustik-Bass Tonabnehmer
- E-Geige

[8.1 niederohmige Abnehmer]

- Früher für Tonstudio (Impedanzproblem)
- Vielseitige Klangmöglichkeiten durch vorschalten von Kondensatoren
- Wiedergabe mit Gesanganlage und drei Wegeboxen (da hohes Klangspektrum)



[8.2 Kontakt-Tonabnehmer]

- Natürliche Klangwiedergabe des Korpus
- Piezo-elektrisches Element reagiert auf Kontaktschall -> direkt auf Korpus geklebt, oder im Steg
- Klopfeschall anfällig
- 1-2 TA pro Gitarre
- auf für Konzertgitarren oder Akustikinstrumente mit Nylonsaiten anwendbar (Geige, Akustikbass...)

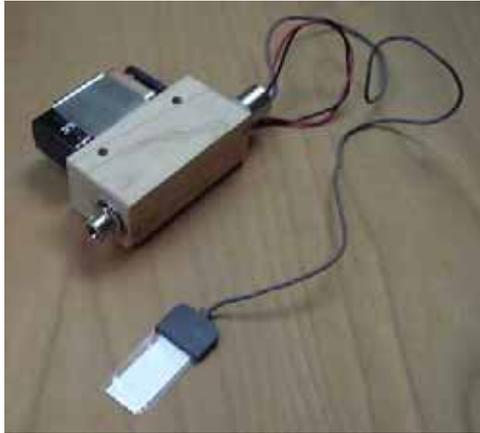


[8.2 Mehrfach-Kontakt-TA]

- Verbesserung bei der Ovation:
- Jede Saite hat einen eigenen TA
 - > direkte Übertragung
 - > Störuneempfindlicher
 - > Ton klarer
- interner Vorverstärker mit Equallizer



[8.2 Piezo-Film-Sensor]



- einfache Befestigung (Klebeband)
- leicht austauschbar
- beeinträchtigt nicht die Schwingung des Korpus

[8.3 Geige und Akustik-Bass]

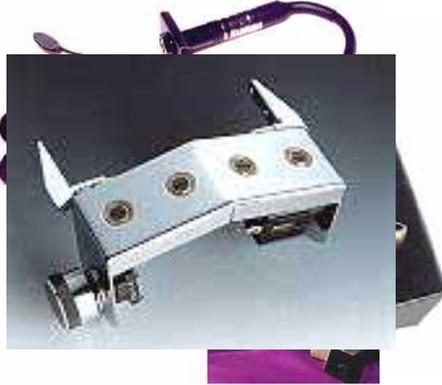
- Abnahme mit Piezo-Tonabnehmern
- natürlichste Klangwiedergabe erwünscht
- flexibel und nicht hinderlich beim Spielen



FISHMAN V-100-Pickup

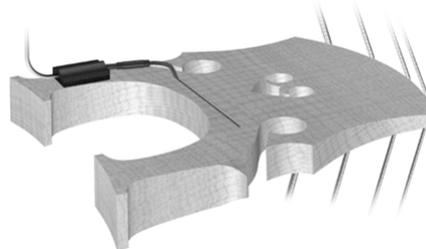
[8.3 Akustik-Bass]

- Anbringung am Steg – diverse Lösungen



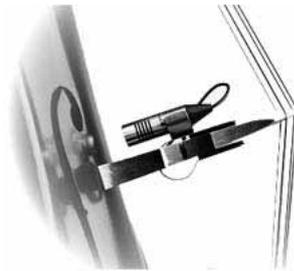
[8.3 Akustik-Bass]

- Bass Piezo-Abnehmer mit
- Vorverstärker (links)



[8.3 Ansteck-Mikrofon]

- Kontrabass
Kondensator-
mikrofon
- zum Anstecken



[8.3 E-Geige]

- Voll-elektrische-Geige
- Massivholz
- pendelgelagerte
Einzelsensoren im Steg
- Lautstärke-Regler für
jede Saite
- Kopfhörer-Ausgang



[Quellen]

- „Elektro Gitarren“ Teil 1, Helmuth Lemme, 1977, Stuttgart
- www.gitarrenelektronik.de/elektronik/elektronik.html
- www.rockprojekt.de/E-Gitarre/e-gitarre.htm
- www.elektronikinfo.de/audio/elektrogitarre.htm
- www.gitarrenlinks.de
- www.route101guitars.com
- www.guitarnuts.com
- www.thomann.de