EIGENSCHAFTEN VON E-GITARREN – MYTHEN, METHODEN, MERKMALE

Gunter Ziegenhals

IfM – Institut für Musikinstrumentenbau e.V. an der Technischen Universität Dresden
post@ifm-zwota.de

Kurzfassung: Im Buch ZOLLNER „Physik der Elektrogitarre“, dem derzeit wohl wichtigsten Werk zum Thema und in seinem Vortrag zur DAGA 2012 wurde und wird mit Mythen und Meinungen im Zusammenhang mit der E-Gitarre konsequent aufgeräumt. Dennoch halten sich hartnäckig bestimmte Vorurteile und Auffassungen mit denen sich Instrumentenmacher (professionelle Hersteller von E-Gitarren gibt es allein in Deutschland etwa 30) konfrontiert sehen bzw. die sie bewusst bedienen. Im Rahmen der Arbeiten des Instituts für Musikinstrumentenbau stellen sich nun trotz vorliegender, offensichtlich gesicherter Erkenntnisse in mehr oder weniger großen Abständen auch für die E-Gitarre Fragen nach wirklich wichtigen und zudem messtechnisch erfassbaren Eigenschaften dieser Instrumente. Der Beitrag beschreibt Vorgehensweise und Ergebnisse entsprechender Untersuchungen aus den Jahren 1995/1996, 2010 und 2013, spannt also einen weiten Erfahrungsbogen.

1 Einführung

Betrachtet man die Angebotspalette elektrischer Gitarren, so scheint sie fast endlos zu sein. Schaut man genauer hin, so lassen sich alle Bauarten auf wenige, schon sehr lange verfügbare Bauarten zurückführen. Drei der wichtigsten sind:

- **Les Paul ähnliche Instrumente**, Elektrogitarren in Solid-Body-Bauweise mit relativ kleinem aber dicken Korpus, ausgestattet mit zwei Humbucker-Tonabnehmern (Doppelspulentonabnehmer zur Brummunterdrückung). Die Instrumente gehen auf eine Konstruktion der Firma Gibson zurück, die 1952 gemeinsam mit dem Musiker Les Paul (Künstlername) entwickelt wurde (Abkürzung **LP**).
- **Fender Stratocaster ähnliche Instrumente**, Elektrogitarren in Solid-Body-Bauweise mit größerem aber relativ flachen Korpus, ausgestattet mit drei Single-Coil-Tonabnehmern. Die Instrumente gehen auf ein Modell zurück, das seit 1954 von der US-amerikanischen Firma Fender hergestellt wird (Abkürzung **FS**).
- **Fender Telecaster ähnliche Instrumente**, Elektrogitarren in Solid-Body-Bauweise mit größerem aber relativ flachen Korpus, ausgestattet mit zwei Single-Coil-Tonabnehmern. Die Instrumente gehen auf ein Modell zurück, das seit 1950 von der US-amerikanischen Firma Fender hergestellt wird (Abkürzung **FT**).

Die Entwicklung dieser Instrumentenkategorien kann bis Mitte der 1950er Jahre als abgeschlossen betrachtet werden. Alle klanglichen Wandlungen in den darauf folgenden Jahrzehnten sind nur in Zusammenhang mit dem Gitarrenverstärker (und Effektgeräten d. Autor) sinnvoll begreifbar [1]. Insofern ist es in gewisser Weise verwunderlich, dass noch heute in Bezug auf die maßgeblichen Eigenschaften der Instrumente Zweifel bestehen. Aber andererseits kennen wir ja dieses Problem schon von der Violine her (Stichwort: Stradivarius).
Während man den aufgeführten drei Kategorien prinzipiell keine wesentlichen akustischen (mechanischen) Eigenschaften zuschreibt, gibt es noch zwei weitere Grundtypen, die schon vom deutschen Namen her, „Halbresonanzgitarre“ auf derartige Einflüsse hinweisen.

- **ES-Instrumente**, Elektrogitarren in Halbresonanzbauweise mit relativ flacher Zarge und, laut allgemeiner Meinung, teilweiser Nutzung akustischer Effekte des Korpus.

Die Abkürzung ES geht auf die (nicht einheitlich verwendete) englische Bezeichnung „Electro Spanish“ zurück.

- **Archtop**-Gitarren (gewölbte Decke), Elektrogitarren in Halbresonanzbauweise mit relativ normaler Zargenhöhe. Sie sind mit einem oder zwei meist Humbucker-Tonabnehmern ausgestattet, werden aber sowohl mit als auch ohne Verwendung der Tonabnehmer gespielt. Sie gehen auf das im Deutschen als Schlaggitarre (auch Jazz-Gitarre) bezeichnete Instrument zurück. Das besondere an der Archtop-Gitarre ist, dass im Gegensatz zur klassischen Gitarre Decke und Boden analog zu den Streichinstrumenten aus zusammengefügten Kanteln ausgearbeitet werden und so ihre Wölbung erhalten (Abkürzung **AT**).

Die Arbeiten zu der messtechnischen Beschreibung bzw. Beurteilung von Elektrogitarren, die diesem Artikel zu Grunde liegen, gehen auf Aufträge an das Institut für Musikinstrumentenbau (IfM) mit entsprechendem Inhalt zurück. Zum einen handelt es sich um einen Gitarrentest für die belgische Verbraucherorganisation „Test achats“ aus dem Jahre 1996, der anschließend auch von der Stiftung Warentest veröffentlicht wurde [2]. Zum anderen sind es Tests im Auftrag des Bundeswirtschaftsministerium im Rahmen des Deutschen Musikinstrumentenpreises (2011 und 2014). Der vor diesen Aufträgen erreichte Arbeitsstand zu Elektrogitarren im IfM ist recht ausführlich in [3] dargestellt. Dieser reichte aber nicht aus, die geforderten Leistungen zu erbringen. So nahmen wir jeweils im Vorfeld umfangreiche Untersuchungen vor und konnten auch jeweils im Nachgang durch Vergleich der Messergebnisse mit den Urteilen der beteiligten Testpersonen weitere Erkenntnisse gewinnen. Die Hör- und Spieltests nahm im Falle des Verbrauchertests der Auftraggeber selbst vor.
Aufgrund der schon in Anbetracht der unterschiedlichen Tonabnehmerausstattungen und weiteren unterschiedlichen konstruktiven Details, erschien es sinnvoll die einzelnen Grundtypen getrennt zu betrachten. Folgende Stichproben gingen in die Untersuchungen ein:

- Stichprobe **ES** – 6 Instrumente
- Stichprobe **LP** – 8 Instrumente
- Stichprobe **FS** – 11 Instrumente
- Stichprobe **FT** – 7 Instrumente
- Stichprobe **AT** – 6 Instrumente
- Stichprobe G**2014** – 7 Instrumente

Bei der Stichprobe G2014 handelt es sich prinzipiell um Les Paul ähnliche Instrumente, jedoch wurden hier in Anbetracht des Erkenntniszuwachses z. T. andere Verfahren eingesetzt, so dass eine getrennte Behandlung erforderlich ist. Die subjektiven Bewertungen der Stichproben ES, LP, FS und FT nahmen in Hörtests 59 Personen und in Spieltests 27 Personen vor, im Falle AT und G2014 waren es nur je fünf Personen und auch nur in einem Spieltest. Bei allen Testteilnehmern handelte es sich um Berufsmusiker, beim Hörtest jedoch nicht ausschließlich um Gitarristen.

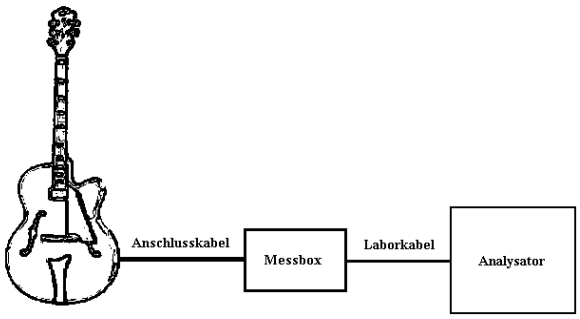
2 Messtechnische Beschreibung von Elektrogitarren

2.1 Messwerte und Merkmale

Will man ein Forschungsprojekt erfolgreich beantragen, wird ein Pflichtenheft für eine Produktentwicklung erarbeitet, so müssen Zielgrößen, Grenzwerte, Sollwerte abgegeben werden. Hierzu bedarf es, wie im Falle der Beurteilung von Produkten der Formulierung geeigneter Merkmale, die in Form von Einzahlwerten ermittelt und dann im Vergleich den Zielgrößen gegenüber gestellt werden. Die Problematik liegt nun darin, auf in der Regel unbekanntem Terrain entsprechende Größen zu kreieren, die eindeutig aus Messwerten ermittelbar sind, eine oder mehrere Eigenschaften des Produktes hinreichend und zudem möglichst anschaulich

beschreiben und zudem ggf. das Ableiten konstruktiver Veränderungen erlauben. Die reine Feststellung, dass ein Produkt in einem Vergleich schlecht oder gut abschneidet ist möglicherweise für die Werbung ausreichend aber nicht für die angestrebte Reaktion des Herstellers in Form von Neu- oder Weiterentwicklungen.
Im Folgenden werden derartige Merkmale und ihre Ermittlung für den Fall der E-Gitarre beschrieben. Bei der Kreation der Merkmale gingen wir in der Regel von anschaulichen Vorstellungen aus, welche Eigenschaften des Instrumentes gut oder schlecht sein könnten.
Aufgrund der Umfangsbegrenzung der vorliegenden Veröffentlichung werden die Merkmale auf der Basis der Messung der Tonabnehmerimpedanzen nicht behandelt. Dies soll einer zukünftigen Veröffentlichung vorbehalten bleiben. Weiterhin ausgeklammert sind die mechanischen Probleme der E-Gitarren. Zu entsprechenden Untersuchungen an **ES**-Instrumenten wurde bereits veröffentlicht [4]. Eine Schrift zu Phänomenen der Archtop-Gitarre sowie zu Ergebnissen von Admittanzmessungen am Hals steht ebenfalls noch aus.

2.2 Elektrische Belastung der Tonabnehmer



Elektrogitarren werden mittels Anschlusskabel über einen Verstärker betrieben, vor den ggf. ein Effektgerät geschaltet ist. Sowohl Kapazität und Widerstand des Kabels als auch Kapazität und Widerstand von Effektgerät und Verstärker belasten das Tonabnahmesystem und beeinflussen dadurch seine Eigenschaften.

Abbildung 1: Messsituation E-Gitarre

Typische Gitarrenverstärker weisen Eingangswiderstände zwischen 130 kΩ und 1 MΩ auf. Es sollten zumindest beide Grenzwerte für die Bewertung betrachtet werden. Man findet auch Verstärker mit 2 MΩ Eingangswiderstand, aber deutlich seltener (z.B. AER). Die Kabelkapazitäten guter Kabel liegen je nach Länge zwischen 300 pF und 1 nF (Sie werden mit 75 pF pro Meter gehandelt). Für die Messungen erscheint ein mittlerer Lastwert um 500 pF sinnvoll. Da für die verschiedenen Messungen unterschiedliche Geräte und Kabel verwendet werden müssen und die Messbox zur Lastsimulation aus Aufwandsgründen passiv ausgeführt ist, differieren die Belastungen von Messung zu Messung geringfügig. Größere Abweichungen werden angegeben.

2.3 Ermittlung der ausgewählten Merkmale

Im Folgenden werden die ausgewählten Merkmale und ihre Bestimmung kurz beschrieben. Handelt es sich bei den Größen um Pegelwerte, so werden Mittelwerte stets als energetische Mittelwerte berechnet. Die Berechnung von Standardabweichungen von Pegelgrößen erfolgt linear mit Bezug auf den energetischen Mittelwert. Die angegebenen Fehler wurden stets aus Reproduzierbarkeitsmessungen gewonnen.

Saitenniederdruckkraft
Kraft, die zum Niederdrücken der E-Saite und der e^1-Saite auf den 12. Bund notwendig ist, ± 5 %. Als Merkmal zur Beurteilung der Saitenniederdruckkraft dient der arithmetische Mittelwert der beiden Kraftmessungen.

Saitenhöhe
Bestimmt wurden die Höhen der E-Saite und der e^1-Saite über dem Griffbrett am 1. und 12. Bund, Messgenauigkeit ± 5 %. Als Merkmal zur Beurteilung der Saitenhöhe dient der arithmetische Mittelwert der vier Messungen.

Masse
Mittels einer Federwaage stellten wir die Masse der Instrumente fest, Genauigkeit ± 3 %.

Stimmung
Gemessen wurde die Abweichung in cent von den Solltönen der temperierten Skala bezogen auf a^1 = 440 Hz für jeweils die ersten 20 Bünde jeder Saite. Als Merkmale zur Beurteilung der Stimmung dienen die arithmetischen Mittelwerte der Beträge aller gemessenen Stimmungsabweichungen vom 1. bis 12. Bund sowie vom 13. bis 20. Bund, Genauigkeit ± 2 cent.

Stimmhaltung bei Vibratoeinsatz
Der Vibratohebel wird mit einer Kraft von 20 N 5 Mal in beide Richtungen (bei Einwegvibratoren nur in eine Richtung) bewegt. Als Merkmal dient der arithmetische Mittelwert der Beträge der gemessenen Stimmungsabweichungen für die sechs Leersaiten, Fehler ± 0,5 cent.

Frequenzhub des Vibratos
Der Vibratohebel wird mit einer Kraft von 20 N belastet. Gemessen wird die Stimmung der Leersaiten in beiden sich einstellenden Zuständen. Das Merkmal zur Beurteilung des durch Betätigen des Vibratos erreichbaren Frequenzhubes ist der arithmetische Mittelwert der gemessenen Stimmungsänderungen der Leersaiten, Fehler ± 0,5 cent.

Ausgangsspannung (Klangstärke)
Variante 1: Erfasst wird die maximale Ausgangsspannung bei Einzelsaitenanschlag mittels einer Anschlagvorrichtung. Der Anschlag erfolgt 10 cm vom Steg entfernt. Die Saiten werden von der Anschlagvorrichtung 4 mm (für 12. Bund 3,2 mm) waagerecht ausgelenkt und dann freigegeben. Abbildung 2 veranschaulicht den Anzupfmechanismus. Gemessen werden die Leersaiten, gedrückt am 5. Bund sowie gedrückt am 12. Bund. Das Niederdrücken der Saiten übernimmt ein Kapodaster. Die Messungen erfolgen jeweils im Zustand „alle Regler auf". Es werden jeweils drei Messungen pro Saite und Bund durchgeführt und der Mittelwert der drei Messungen weiterverwendet. Als Merkmal zur Beurteilung der Ausgangsspannung des Instrumentes dient der arithmetische Mittelwert der gemessenen maximalen Ausgangsspannungen $\boldsymbol{U_{max}}$ (54 Messungen). Der Merkmalfehler beträgt ± 4 %.

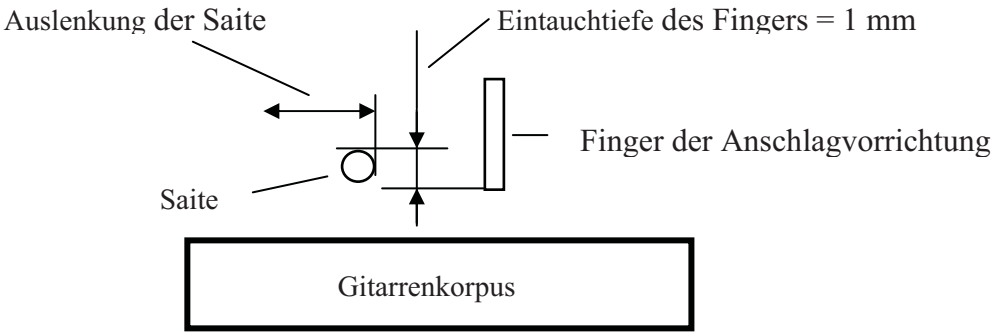


Abbildung 2: Anzupfmechanismus für mechanisches Anspiel

Variante 2: Erfasst wird der mittlere maximale Ausgangsspannungspegel bei manuellem Anschlag. Die Messung stellt eine Mittelung über jeweils drei Anschläge des „F-Griffes" in den Bünden 0 bis 12, d.h. insgesamt 39 Anschläge. Während der Messung wird bereits das mittlere Leistungsdichtespektrum berechnet und am Ende ausgegeben. Werte für die Einzelanschläge liegen also nicht vor. Als Merkmal dient der entstehende mittlere Summen-Spannungspegel $\boldsymbol{L_S}$. Der Fehler ergibt sich zu ca. ± 0,6 dB (ca. ± 8% bezogen auf $\boldsymbol{U_S}$).

Klangfarbe (Spektren)
Messvorgang und prinzipielle Messanordnung entsprechen der Messung Klangstärke (Variante 1). Allerdings wird das Signal nach dem Messverstärker einem Analysator zugeführt, der

das Leistungsdichtespektrum bildet. Unmittelbar mit der Berechnung erfolgt eine fortlaufende Mittelung, so dass keine Einzeltonspektren vorliegen. Aus den mittleren Spektren (über 54 Einzelanschläge) extrahierten wir für die weitere Verarbeitung jeweils drei mittlere Pegel $\boldsymbol{L_m}$ über verschiedene Frequenzbereiche L_m(100..400), L_m(400..600) und L_m(800..5k); Angaben in Hz bzw. kHz. Aus diesen Werten gewinnen wir zunächst drei Merkmale:

- Volumenpegel $\boldsymbol{L_V}$ = L_m(100..400), Fehler ± 1 dB, **Hypothese**: positiv bewertet wird ein hoher Pegel
- Nasalpegel $\boldsymbol{L_N}$ = L_m(400..600), Fehler ± 1 dB, **Hypothese**: positiv bewertet wird ein niedriger Pegel
- Maß für Ausgeglichenheit $\boldsymbol{\Delta L_A}$ = L_m(100..400) - L_m(800..5k), Fehler ± 2 dB, **Hypothese**: positiv bewertet wird ein hoher Pegel

Klangfarbenänderung

Variante 1: Vorgehensweise und Messanordnung entsprechen der Klangfarbenmessung. Die Messungen werden für verschiedene Tonabnehmerkombinationen und jeweils für die Stellungen „voll auf“ und „voll zu“ der Klangregler vorgenommen. Aus den mittleren Bereichspegeln werden als Merkmale zwei maximal mögliche Differenzen zwischen den verschiedenen Einstellungen ermittelt: $\boldsymbol{\Delta L_{V,max}}$, und $\boldsymbol{\Delta L_{H,max}}$ ($\boldsymbol{L_H}$ = L_m(800..5k)). Der Fehler liegt bei ± 3 dB.

Varinate 2: Messvorgang und prinzipielle Messanordnung entsprechen der Messung Klangstärke (Variante 2). Die Messungen erfolgen für die beiden ohmschen Belastungen $\boldsymbol{Rg}$ = 130 kΩ und $\boldsymbol{Rg}$ = 1 MΩ und jeweils bei voll und halb aufgedrehtem Volumenregler. Ziel der Messung ist den Einfluss der Belastung der Tonabnehmer auf die Klangfarbe zu beurteilen, dieser sollte gering sein. Für die Bildung eines entsprechenden Merkmals bestimmen wir den Frequenzschwerpunkt SC der jeweils vier aufgenommenen Spektren. Das eigentliche Merkmal ist die Standardabweichung der vier SC-Werte $\boldsymbol{SA(SC_S)}$. Der Fehler beträgt ± 10 %.

Klangdauer

Messaufbau und Vorgehensweise entsprechen der Messung der Klangstärke Variante 1. Hier wird Ausgangssignal der Gitarre allerdings nach dem Messverstärker einem Pegelschreiber zugeführt. Anhand der Pegelschriebe wird die Verweildauer des Ausgangssignals oberhalb 6 mV festgestellt. Wiederholte Reproduzierbarkeitsmessungen ergaben eine Messgenauigkeit von ± 0,6 s (dies entspricht ± 10 %). Als Merkmal zur Beurteilung der Klangdauer des Instrumentes dient der arithmetische Mittelwert der gemessenen Verweildauern des Signals oberhalb 6 mV $\boldsymbol{T}$.

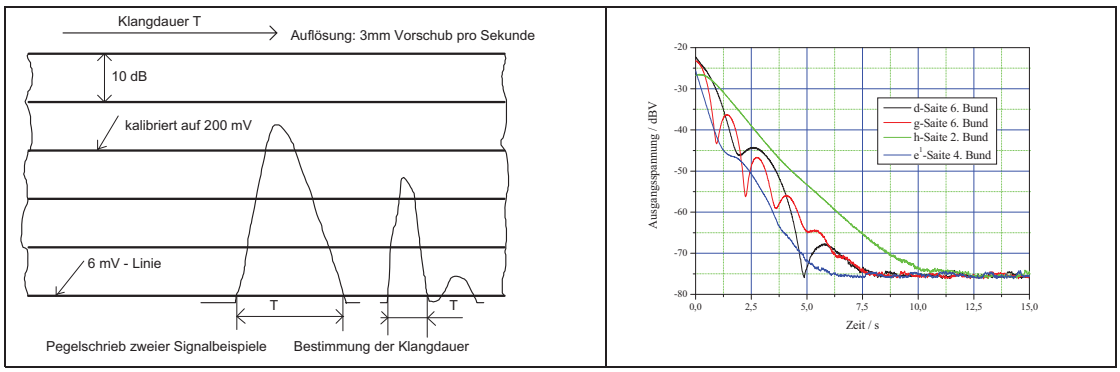


Abbildung 3: Signalaufzeichnung mittels Pegelschrieb links und aus Digitalausgabe eines modernen Analysators rekonstruiert rechts (6 mV entspricht -44 dBV)

Als Merkmal zur Beurteilung der Ausgeglichenheit der Klangdauer des Instrumentes dient der arithmetische Mittelwert der Differenzen der gemessenen Verweildauern des Signals oberhalb 6 mV der jeweils benachbarten Saiten, gedrückt im gleichen Bund $\boldsymbol{\Delta T}$ (Merkmal 12). Der Merkmalfehler, berechnet nach der Fehlerfortpflanzung, liegt hier bei ± 50 %).

Die Ermittlung der Verweildauer oberhalb eines Schwellwertes ist nicht immer unproblematisch, da die Pegelverläufe über der Zeit selten wie in der Theorie angegeben linear verlaufen. Abbildung 3 stellt Beispiele eines klassischen Pegelschriebs und aus den Digitaldaten eines Analysators gewonnener Kurven dar. Die Verwendung der klassischen, auf die Nachhallzeit zurückgehenden Klangdauer erbrachte keinen Vorteil.

Mikrofonie
Sie beschreibt die Eigenschaft des TA, neben den von den Saitenschwingungen verursachten Feldänderungen auch mechanische Schwingungen des Korpus und der Luft in elektrische Ausgangssignale umzuwandeln. Ursache ist eine ungenügende Stabilität des TA in sich (z.B. lockere Wicklungen). Diese Eigenschaft ist unerwünscht.
Variante 1: Um die Mikrofonie zu beurteilen, wurde ein zylindrischer Holzprobekörper (d = 5,6 mm; l = 135 mm; m = 2,105 g) aus 10 mm Höhe auf die Mitte der Tonabnehmer fallen gelassen. Mit der bereits in Zusammenhang mit der Klangstärke beschriebenen Apparatur wurde die dabei abgegebene max. Ausgangsspannung (Mikrofoniespannung) gemessen. Die Messung erfolgte für jeden Tonabnehmer (in Einzelschaltung) 10 Mal. Wiederholte Reproduzierbarkeitsmessungen ergaben eine Messgenauigkeit von ± 0,3 mV für den Mittelwert aus 10 Messungen (entspricht ± 10%). Zur Gewinnung eines Merkmals bildeten wir zunächst die mittlere Mikrofoniespannung des Instrumentes. Als Merkmal zur Beurteilung der Mikrofonie dient der Quotient aus mittlerer maximaler Ausgangsspannung und der mittleren Mikrofoniespannung $\boldsymbol{QU_M}$. Der Merkmalfehler beträgt ± 3,2 (entspricht ± 10 %).
Variante 2: Die Gitarre wird mit einem Chirpsignal (105 dB ... 115 dB) beschallt. Zunächst wird am Ort der Gitarre (ohne Instrument!) das einfallende Schalldruckspektrum aufgenommen und in einer zweiten Messung, das am Ausgang des Tonabnehmers anliegende Signalspektrum. Für diese Messung wählten wir eine Belastung des TA-Systems von C_g = 1nF und R_g = 1 MΩ, Regler am Instrument „voll auf“. Aus den beiden Messungen bildeten wir durch Division der beiden Spektren den Mikrofoniefrequenzgang und berechneten dessen Gesamtpegel $\boldsymbol{L_{Mikrof}}$. Der Fehler dieses Merkmals liegt bei ± 0,9 dB (entspricht ± 9 %).

Brummempfindlichkeit
Unerwünschte Einstreuungen in den Tonabnehmern sind ein allgegenwärtiges Problem. Eine geringe Empfindlichkeit gegen Feldeinstreuungen ist deshalb erwünscht. Mit einer Erregerspule erzeugten wir am Ort des Tonabnehmers ein magnetisches „Netzbrumm-Feld“ der Feldstärke H = 5783,61 A/m. Die verwendete Messtechnik ergab eine Belastung der Tonabnehmer C_g = 300 pF und R_g = 1 MΩ. Als Merkmal dient die unter diesen Bedingungen induzierte und am Ausgang anliegende Brummspannung $\boldsymbol{U_{Brumm}}$. Wir stellten für dieses Merkmal einen Fehler von ± 7 % fest.

3 Korrelation der Merkmale mit Aussagen von Testpersonen

Als stabile, hinreichend genau zu bestimmende und hinreichend stark streuende Merkmale erwiesen sich:

- die Saitenniederdruckkraft
- die Saitenhöhe
- die Masse der Instrumente,
- die maximale Ausgangsspannung
- das Verhältnis von Ausgangsspannung zu Mikrofoniespannung
- $\mathbf{\Delta L_H}$ als Maß für die mögliche Klangänderung durch die Regler.

Alle anderen Merkmale wären eigentlich zu überdenken. Korrelationsbetrachtungen zu den Aussagen der Testpersonen, in die auch die nicht stabilen Merkmale einbezogen wurden, ergaben folgende Aussagen:

- Es existiert offensichtlich keine generelle Bewertungstendenz für Elektrogitarren. Zumindest scheint für die beiden wesentlichen Grundtypen, Gitarren mit Einzel- und Doppelspulentonabnehmer, eine deutlich getrennte Erwartungshaltung zu bestehen.
- Musiker und Zuhörer bewerten die Instrumente deutlich unterschiedlich. Besonders stark fallen die Unterschiede bei den Les Paul ähnlichen Instrumenten aus. Die geringsten Unterschiede finden wir bei der Telecaster-Familie.

Folgende Tendenzen in der Bewertung zeichnen sich ab:

- Der Saitenlage sollte bei LP- und ES-Instrumenten eher hoch sein, bei Strat- und Telecaster eher niedrig. Dies entspricht im Wesentlichen dem typischen Sound: Les Paul lang anhaltende, voluminöse Töne, FS und FT eher kurze, brillante Töne. Dieser Folgerung spricht jedoch teilweise die Bewertung der Klangdauer entgegen.
- Die Masse einer Elektrogitarre sollte eher hoch ausfallen. Hier kann man von einer von den Herstellern „von selbst“ eingehaltenen Obergrenze ausgehen, so dass zu schwere Instrumente nicht zu erwarten sind. Einen technischen Grund für diese Wunschtendenz gibt es nicht.
- Hinsichtlich der Ausgangsspannung der Tonabnehmer bzw. des Tonabnehmersystems wird ein hoher Wert erwartet.
- Die Mikrofonieneigung der Tonabnehmer bzw. des ganzen Instrumentes sollte gering sein.
- Trotz aller widersprüchlichen Bewertungen ist eine große Klangdauer der Instrumente anzustreben. Ergebnisse anderer Untersuchungen (z. B. [5]) zeigen, dass darüber hinaus der Gleichmäßigkeit der Klangdauer über den gesamten Tonbereich eine gewisse Bedeutung zuzukommen scheint. Für Ungleichmäßigkeiten sorgen so genannte „deadspots“.
- Bei Gitarren mit Doppelspulenabnehmern wird hinsichtlich des Klanges Wert auf große Klanganteile im Volumenbereich gelegt. Bei Einzelspulenvarianten spielt neben dem Volumen auch der Helligkeitsbereich eine Rolle.
- Den Möglichkeiten der Klangregelung wird offensichtlich eher eine geringe Bedeutung beigemessen. Allerdings sollte sich einerseits die Ausgangsspannung bei Klangregelvorgängen und andererseits der Klang bei Lautstärkeregelvorgängen nicht wesentlich ändern.

Interessante Ergebnisse erhält man jedoch, wenn man sich die Verteilung der Merkmale anschaut. Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen die Verteilung für vier Merkmale. Für diese Untersuchungen wurden neben den oben beschriebenen, weitere Varianten aus den Spektren gewonnener Mittelungspegel gebildet. Man erkennt zwei wichtige Details: Zum einen kann man die Instrumentengruppen recht gut unterscheiden. Lediglich Les Paul ähnliche Instrumente und ES-Instrumente vermischen sich stark. Eine Trennung ist aber durch Hinzunahme weiterer Merkmale möglich. Andererseits erkennt man, dass in beiden Verteilungen nur die Telecaster-Instrumente stets eine auseinander gezogene Verteilung bilden, wohingegen die anderen drei Gruppen zumindest in einer Verteilung eher keine wirkliche Verteilungstendenz zeigen. Hier ist die Ursache für die Probleme sowohl bei der subjektiven als auch objektiven Bewertung zu sehen. Die Instrumente sind sich einfach zu ähnlich in ihren Eigenschaften. Lediglich einzelne Instrumente heben sich deutlich ab, wie die Instrumente 1, 9 und 10. Für diese finden wir aber auch eine gute Übereinstimmung zwischen der objektiven Beurteilung und den Spieltests. Es ist unbedingt zu erwähnen, dass die für die vier Stichproben ES, LP, FS und FT vorgenommenen Hör- und Spieltests keine Korrelationen zeigen, d.h. Hörer und Spieler haben unterschiedliche Prämissen.

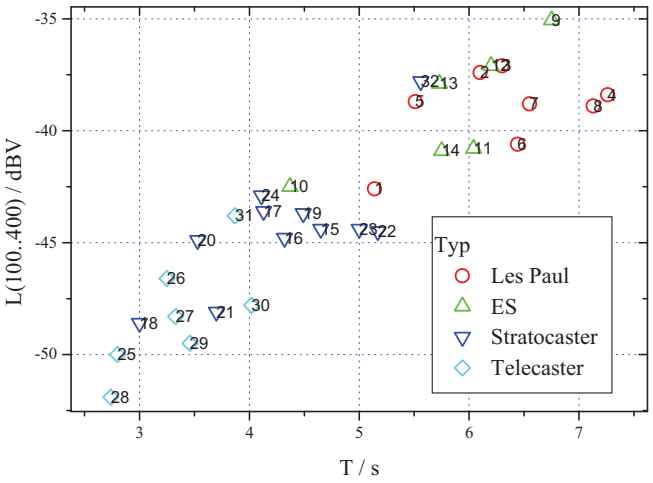


Abbildung 4: Verteilung der Merkmale Klangdauer und mittlerer Ausgangspegel im Volumenbereich 100 Hz bis 400 Hz für 4 Stichproben; Zahlen stellen Instrumentennummern dar

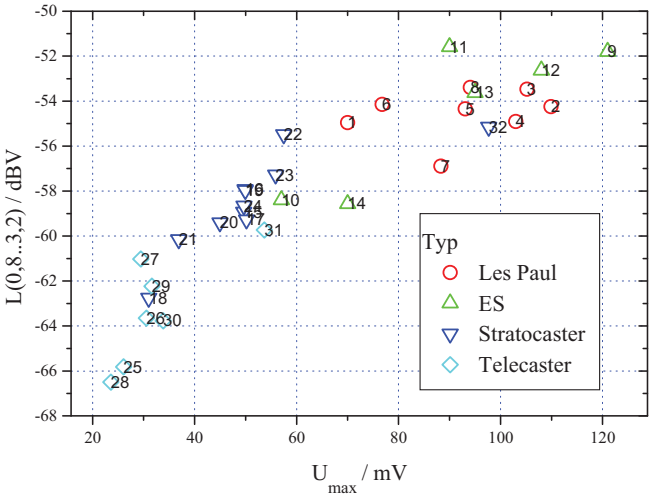


Abbildung 5: Verteilung der Merkmale maximale Ausgangsspannung und mittlerer Ausgangspegel im Obertonbereich für die Gesamtstichprobe

Literatur

[1] Li, Chr.: "Be brave, reshape …". – Reflexionen zur klangästhetischen Geburt der E-Gitarre. In: Restle, C.; Li, Chr.: Faszination Gitarre. Nicolaische Verlagsbuchhandlung GmbH, Berlin 2010

[2] n. n.: Kaum schwache Saiten – Test Elektrogitarren. In: Test, Zeitschrift der Stiftung Warentest, Februar 1997, S. 72 – 75.

[3] Meinel, E.: Elektrogitarren. Verlag Technik, Berlin 1987.

[4] Ziegenhals, G.: Zum mechanisch-akustischen Verhalten von Halbresonanz-Elektrogitarren. In Fortschritte der Akustik – DAGA 1997

[5] Fleischer, H.; Zwicker, T.: DEAD SPOTS – Zum Schwingungsverhalten elektrischer Gitarren und Bassgitarren. Beiträge zur Vibro- und Psychoakustik Heft 1/96 ISSN 1430-936X.