

8.7 Hörversuche

Der überwiegende Teil dieses Buches erläutert die Funktion der Elektrogitarre anhand physikalischer Gesetze, dokumentiert durch Formeln und Messprotokolle. Hiermit lassen sich Wellenausbreitung, Induktion und Signalfilterung erläutern, nicht jedoch die Wirkung auf die Zuhörer – deren Urteil erfährt man erst im Hörversuch. Im Folgenden soll deshalb ein kurzer Überblick über Methoden zur geregelten Schallbewertung gegeben werden.

8.7.1 Psychometrie

Die Psychophysik, ein Grenzgebiet zwischen **Psychologie** (= u.a. Lehre von den Sinneswahrnehmungen) und **Physik** (= Lehre von den Naturvorgängen), erforscht und beschreibt die Zusammenhänge zwischen physikalischen Reizen und davon hervorgerufenen Empfindungen und Wahrnehmungen, die **Psychoakustik** begrenzt das weite Gebiet der Physik auf Schallphänomene, und verbindet die "Lehre vom Schall" mit der "Lehre vom Hören". Ein Teilgebiet der Psychologie, das sich auf das (insbesondere quantitative) Messen von Empfindungen spezialisiert, ist die **Psychometrie**. Die elektrische Spannung misst man mit dem Voltmeter, die Temperatur mit dem Thermometer, aber wie misst man die Klangempfindung, die beim Anhören einer Gitarre entsteht? Das geht nur, wenn der Mensch sowohl **Messobjekt** als auch **Messgerät** ist, mit all den damit verbundenen Problemen. Messobjekt ist der Mensch, weil seine Klangwahrnehmungen ermittelt werden sollen, Messgerät, weil er sie beschreiben muss. Da Messobjekt und Messgerät nicht getrennt werden können, sind Fehler möglich: Die Aussage "ich höre keinen Ton" kann bedeuten, dass der Proband tatsächlich nichts hört und wahrheitsgemäß antwortet, aber auch, dass er etwas hört und lügt. Sie könnte aber auch bedeuten, dass der Proband meint, das, was er hört, sei kein Ton, sondern z.B. ein Geräusch, dann wäre die Antwort "keinen Ton" aus seiner Sicht wahrheitsgemäß. Um derartige Missverständnisse zu vermeiden und Probandenurteile möglichst unbeeinflusst und reproduzierbar zu erhalten, erarbeitet die Psychometrie Vorgaben zur Versuchsdurchführung und -auswertung.

Ein ganz wesentlicher Aspekt ist die **Reproduzierbarkeit** der Schalldarbietung. Dass eine Gitarre auf der Bühne anders klingt als im Studio, ist eher der (physikalischen) Raumakustik zuzuschreiben, und nicht primär der Wahrnehmungspsychologie – obwohl auch die *Bewertungsmaßstäbe* (Messgerät!) situationsabhängig sein können. Um Reproduzierbarkeit bei der Darbietung zu garantieren, verwenden viele Versuchsleiter speziell entzerrte **Kopfhörer**. Dies ist besser, als den Proband in ein völlig undefiniertes Schallfeld zu setzen, garantiert aber noch keine exakte Beschallung, da die Position des Kopfhörers (relativ zum Ohr) sowie die individuelle Ohr- und Gehörgangsform Einfluss auf den Schallpegel nehmen*. Dass hierbei ein völlig unnatürliches Schallfeld entsteht, das sich beim Drehen des Kopfes mitdreht, ist ein weiteres Problem. Mit präzisen Anweisungen, mechanischer Fixierung, Sondenmikrofonen und bildlicher Dokumentation lassen sich diese Unsicherheiten so weit verringern, dass sie im Forschungsalltag als "erträglich" bewertet werden – besser geht's eben nicht. Die Alternative lautet Beschallung durch einen oder zwei **Lautsprecher**. Aber nicht kleine PC-Monitore, sondern hochwertige, eingemessene Studiomonitore. Auch hierbei unabdingbar: Die Dokumentation: Terzbreite Nachhallkurven, Übertragungsmaße, Impulsantworten, am besten ergänzt durch Kunstkopfaufnahmen. Je mehr protokolliert ist, desto leichter lässt sich nach einer Versuchsserie entscheiden, ob ein Effekt auf das Gehör oder auf die Versuchsmethodik zurückzuführen ist.

* Zollner M.: Interindividuelle und intraindividuelle Unterschiede bei Kopfhörerdarbietungen, Cortex 1994.

Soll nicht ein gespeicherter (oder künstlich erzeugter) Schall bewertet werden, sondern eine **Schallquelle**, also eine Akustikgitarre oder ein Gitarrenlautsprecher, ist zu überlegen, ob hier- von mit Mikrofon oder Kunstkopf eine Aufnahme erstellt wird, die dann w.o. abgehört wird, oder ob die Schallquelle live abgehört werden soll, mit Dokumentation wie bei Lautsprecher- Darbietung. Ein vor ein Gemälde gehaltener Vorhang verändert die visuelle Wahrnehmung, und in ähnlicher Weise verändert der zwischen Schallquelle und Hörer liegenden Raum die auditive Wahrnehmung. Wird die filternde Wirkung dieses Raums ignoriert, ist die Bewertung unbrauchbar. Erst wenn die Schalldarbietung bestmöglich optimiert und dokumentiert ist, kann mit der Schallbewertung begonnen werden.

Hörversuche können einfach oder komplex, grundlegend oder speziell sein. Für die Proban- den leicht durchzuführen sind **Schwellenmessungen**. Hierbei unterscheidet die Psychometrie (absolute) Reizschwellen und Unterschiedsschwellen. Bei der Frage nach der **Reizschwelle** geht es nur darum, ob etwas gehört wird. Nicht jeder Ton mit von null verschiedener Schall- leistung ist hörbar – um gehört zu werden, muss der Tonpegel über dem Schwellenpegel lie- gen. Die Reizschwelle, die für Töne ermittelt wird, die *aus der Ruhe (Stille) heraus* dargebo- ten werden, heißt **Ruhehörschwelle**. Ist außer dem zu beurteilenden Ton ein weiterer (Stör-) Schall vorhanden, spricht man von **Mithörschwelle**, z.B. "Mithörschwelle von Sinustönen, verdeckt durch Rosa Rauschen." Bei der Ermittlung der **Unterschiedsschwelle** geht es hinge- gen um die Frage, ab welcher Signaländerung ein subjektiver Unterschied wahrnehmbar wird. Also z.B.: Welche Frequenzänderung ist nötig, damit eine Tonhöhenänderung wahrgenom- men wird. Soll nicht nur bewertet werden, ob ein Unterschied gehört wird, sondern auch, wie groß dieser Unterschied ist, wird's für die Probanden schwieriger. Diese **Größenschätzung**, deren Ziel die zahlenmäßige Bewertung wahrgenommener Unterschiede ist, kann zu erheb- lichen Streuungen führen, und bei einigen Versuchen gänzlich unmöglich sein. Auch wenn man Bewertungen "erzwingen" kann: Ob ein Schall zweimal oder dreimal so gut klingt wie ein anderer, ist kaum messbar. Ob ein Schall doppelt so laut ist wie ein anderer, ist messbar, sagt die Psychoakustik. Schon, aber mit ± 6 dB Streuungen, ätzen die Kritiker. Dabei treten Messwerte-Streuungen nicht nur bei psychometrischen Versuchen auf, sie sind Charakteristi- ka aller Messungen. In der Psychometrie sind sie nur besonders ausgeprägt, und deshalb besonders kritisch zu hinterfragen.

Kein Proband wird, soll er Lautheitsverdopplung bewirken, den Pegel immer um exakt 10 dB erhöhen. Deshalb mittelt der Versuchsleiter die intraindividuell streuenden Werte und erhält hierdurch einen probandenspezifischen Mittelwert. Und weil nur *ein* Proband eine ungeeignet kleine Stichprobe wäre, müssen 24 weitere Probanden diesen Einstellversuch durchführen, was zu 25 verschiedenen **Mittelwerten** führt. Auch über diese interindividuellen Streuungen muss gemittelt werden, und am Ende steht ein Ergebnis, das z.B. besagt, "im Mittel" erhöhen die Probanden den Pegel um 10 dB, um die Lautheit des Tones zu verdoppeln. Dass dieser Mittelwert nicht für alle Menschen gilt, wird gerne verdrängt. Also ein kurzer Blick in den Giftschrank: Die Literatur berichtet von Streuungen zwischen 5 – 17 dB, und sogar 4 – 30 dB findet man [Hellbrück 1993]. Immerhin: *Dabei lag der Schwerpunkt der Verteilung in der Klasse von 8.6 – 9.8 dB*. Na also, fast 10 dB. Daraus nun aber den Schluss zu ziehen, das Ganze "war Quatsch und wird noch quätscher", um Wehner zu zitieren, wäre eine doch unan- gebrachte Ignoranz. Sofern Versuchsleiter und Proband wissen, was sie da bewerten, bieten Mittelungsverfahren die einzige Möglichkeit, Punktehaufen auf Funktionen zu reduzieren. Ob Schwankungsstärke-Bewertungen um den Faktor 4 oder 8 streuen – sie zeigen eindeutig eine Bandpasscharakteristik, mit einem Modulationsmaximum um 4 Hz. Man darf nur nicht den Fehler machen, derartige Ergebnisse mit dreistelliger Genauigkeit für allgemeingültig zu erklären, denn auch Mittelwerte haben eine begrenzte Genauigkeit.

Wenn natürlich Versuchsleiter und Proband unterschiedliche Attribute im Sinn haben, werden Versuch und Mittelung fragwürdig. Ein Beispiel, stark überzeichnet: Der Versuchsleiter verteilt schriftliche Anweisungen zum Skalieren der Sonität von Trommeln. Fragen werden nicht zugelassen, um die VP nicht zu beeinflussen. Und los geht's, beurteilen Sie mit 0 bis 10. Da man als Student ungern auf 15 Euro/Stunde verzichtet, macht man mit. Entweder nach bestem Wissen bzw. Empfinden, oder nach der Monte-Carlo-Methode – diese Stunde geht auch irgendwie rum. Der PC darf danach mitteln, und schon hat man ein Ergebnis. Was sich VL und VP unter "Sonität" vorstellen, sollte natürlich zusammenpassen, sonst ist's wirklich Quatsch. Und sage keiner, ein gutes Ergebnis beweise, dass dieser Begriff selbsterklärend sei.

Ein weniger konstruiertes Beispiel aus der SZ vom 24.09.2009: Im Kernspin-Tomograph liegt ein Proband, dem verschiedene Fotografien gezeigt werden. Je nach Motiv weist die fMRT unterschiedliche Hirnaktivitäten nach. Das Besondere: Der Proband ist ein Fisch. Noch viel besonderer: Er ist tot. Trotzdem schafft es der auswertende Rechner, signifikante Ergebnisse herauszumitteln. Der Experimentator ist jedoch kein Scharlatan, sondern ehrbarer Wissenschaftler, der zeigen wollte, *wie viel Unsinn in der modernen experimentellen Hirnforschung allenthalben betrieben wird*. Merke: Viele Probanden und moderne ("russische") Mittelungsalgorithmen garantieren noch keine belastbaren Daten, oder auch: Garbage in – Garbage out.

Die moderne Psychologie, und insbesondere die Psychometrie, bedient sich zunehmend statistischer Auswertungsverfahren. Das ist lästig, aber unumgänglich. Die schönsten Experimente bringen nichts, wenn ihre Ergebnisse falsch ausgewertet werden. Genauso unsinnig ist aber, ohne experimentelle Erfahrung sinnfreie Daten so lange zu verarbeiten, bis ein günstiges Ergebnis herausgekommen ist. Wenn man bei der Quellenerkennung allen Gitarren die Ziffer 1 zuordnet, allen Posaunen die 2, und allen Bässen die 3, und ein Proband hat im Experiment viermal die 1, zweimal die 2 und viermal die 3 erkannt, darf man nicht arithmetisch mitteln, und erklären, als Mittelwert wurde eine Posaune erkannt. Das sind nämlich Nominalurteile, da gibt's keinen Mittelwert. Ähnlich unsinnig wäre es, eine "mittlere Postleitzahl" berechnen zu wollen. Möglich, aber nicht interpretierbar.

Ein **Nominalurteil** gruppiert nach Namen, fasst also Elemente gleicher Attribute zu Gruppen zusammen. Erst mit dem **Ordinalurteil** kommt eine Rangordnung zustande, aber noch ohne Metrik. In der Messtechnik ist Klasse-0 genauer als Klasse-1, und die ist wiederum genauer als Klasse-2. Klasse-0 ist aber nicht zwingend doppelt so genau wie Klasse-1, und wenn's so wäre, dürfte Klasse-1 dreimal so genau sein wie Klasse-2. Etwas mathematischer: Eine Ordinalskala wird durch Ungleichungen festgelegt, nicht durch gleich große Intervalle. Dies ist erst bei **Intervallskalen** gegeben, sie ermöglichen Additivität aufgrund von Äquidistanz. Nicht erforderlich ist hierbei, dass die Eigenschaft des mit null bewerteten Elementes verschwindet. 0°C bedeutet nicht "keine Temperatur", sondern ist vielmehr ein eher willkürlich gewählter Nullpunkt, und deshalb ist auch 20°C nicht doppelt so warm wie 10°C. Am Ende dieser Liste steht die **Verhältnisskala** (Relationalskala), bei der Zahlenverhältnisse das Verhältnis der Ausprägung der bewerteten Merkmale widerspiegeln. Die Sone-Skala ist eine Verhältnisskala: Stehen zwei Lautheiten im Verhältnis 2:1, so findet sich dieses Verhältnis auch bei den zugeordneten Sone-Zahlen (8 sone ist doppelt so laut wie 4 sone). Die Phon-Skala ist hingegen keine Verhältnisskala: 60 Phon sind nicht doppelt so laut wie 30 Phon.

Die nachfolgende **Tabelle** fasst Skalen, Merkmale und Operationen zusammen. Klarer Fall: Bei der Nominalskalierung gibt's nur *gleich* oder *ungleich*, bei der Ordinalskalierung zusätzlich *größer als* und *kleiner als*, Additivität ab der Intervallskala, und Produkt/Division erst ab der Relationalskala.

Der Median (Zentralwert) einer nominalskalierten Menge ist nicht ermittelbar, weil hierzu alle Elemente in eine Rangfolge zu bringen sind – die gibt's bei Nominalskalierung aber nicht. Lediglich der Modus, das Häufigkeitsmaximum, ist ermittelbar. "Am meisten Briefe wurden für PLZ 93057 transportiert" macht Sinn, "der Median ist PLZ 93057" ist unsinnig. Pegelwerte (dB-Werte) ins Verhältnis zu setzen ist in aller Regel unsinnig, obwohl es hier einige Ausnahmen geben kann, sofern 0 dB tatsächlich "nichts" bedeutet. Beim Schallpegel sind Pegelverhältnisse i.d.R. ohne Aussage, beim Equalizer können aber 8 dB Anhebung doppelt so viel sein wie 4 dB Anhebung.

| Skala | Nominal- | Ordinal- | Intervall- | Relational- |
|----------------------------------|--|---|--|--------------------------|
| Synonyme | Topologische Skala | | Metrische Skala, Kardinalskala | |
| Zulässige statistische Maßzahlen | Absolute und relative Häufigkeit, Modus | Kumulierte Häufigkeit, Median, Perzentil | Arithm. Mittelwert, Varianz, Standardabweichung | Geometrischer Mittelwert |
| Operationen | = ≠ | = ≠, < > | = ≠, < >, + - | = ≠, < >, +-, × ÷ |
| Merkmale | Nominalmerkmal, kategoriales oder qualitatives Merkmal | Ordinalmerkmal, Rangmerkmal, komparatives Merkmal | Kardinalmerkmal quantitatives oder metrisches Merkmal | |

Tabelle: Skalen, Merkmale, erlaubte Operationen. Zusätzlich zu den zulässigen statistischen Maßzahlen jeder Spalte sind auch alle links davon stehenden erlaubt.

Hat man nun die Schalldarbietung perfektioniert und festgelegt, welche Merkmals-Skala gefunden werden soll, können die Probanden (Versuchspersonen, VP) kommen. Ab jetzt gilt: Keine Beeinflussung, reproduzierbare Instruktion. Wenn gleich zu Beginn erklärt wird, jetzt solle Claptons "Brownie" beurteilt werden, wird sich keiner trauen, Soundassoziationen zu etwas Braunem herzustellen – diese Gitarre klingt trotz ihrer Farbe natürlich "megageil". Nein, **Blindversuche** sind das erklärte Wunschziel, um Befangenheit vorzubeugen – leider nicht immer durchführbar. Zwei Gitarrenverstärker können, hinter einem undurchsichtigen Vorhang verborgen, unbefangen bewertet werden (ein Drehtisch beseitigt Positionierungsprobleme), der Unterschied zwischen einer Gibson Les Paul und einer ES-335 bleibt dem Gitarristen jedoch nur verborgen, wenn man sehr umständliche Maßnahmen ergreift. Unterschiede zwischen verschiedenen Mensurlängen (24" vs. 25,5") erkennt man immer, da sind Blindversuche unmöglich. **Schriftliche** Instruktionen für alle VP stellen sicher, dass jeder dasselbe erfährt, sie ermöglichen überdies, die Anleitungen ein Jahr später nochmals durchzusehen. Erkennt man im Lauf einer Untersuchung, dass sich die VP mit der Beantwortung schwer tun (bzw. "das Falsche" bewerten), darf man nicht die Instruktionen so lange verändern, bis "das Richtige" herauskommt, und anschließend über alle Versuche mitteln. Und schon gar nicht nur über die letzten fünf VP mitteln (weil erst die den Unterschied gehört haben). Eine schwierige Frage: Soll man ungeeignete VP aussondern? Zur Beurteilung von Drum-Sticks wird man nicht gerade Harfenistinnen befragen, den Sound eines Verstärkers können aber durchaus auch Nicht-Musiker bewerten. Weil es da keine festen Regeln gibt, ist die Dokumentation besonders wichtig (Fragebogen an alle VP). Will man der Wissenschaft einen besonderen Dienst erweisen, misst man vor Beginn der Hörversuche die Ruhehörschwelle der VP (Audiogramm). Denn nicht wenige Musiker (oder andere Lärmhandwerker) erzeugten im Lauf ihres Lebens so viel Schallenergie, dass das Gehör bereits erheblich geschädigt ist, und Bewertungen deshalb nicht typisch für Normalhörende sind. Oder wie sehen Sie das, Herr Townshend? Mr. Townshend?? **MR. TOWNSHEND!!!**

Zuletzt ist noch zu klären, nach welchem Verfahren die VP ihr Urteil abgibt. "Zuletzt" mit Blick auf diese Kurzübersicht – die Regeln professioneller Psychometrie sind umfangreicher und gehen über den hier gesetzten Rahmen hinaus. **Verfahren zur Urteilsgewinnung** unterscheiden sich u.a. nach dem Grad der VP-Beteiligung: Soll sie nur ein Verbal-Urteil abgeben ("ich höre nichts"), oder muss sie einen Knopf so verdrehen, dass ein Ton gerade hörbar (bzw. unhörbar) wird? Bekommt sie eine Bewertungsskala vorgelegt, oder darf sie sich selbst eine erstellen? Ist die Aussage "kein Unterschied" erlaubt, oder wird eine Präferenz erzwungen (forced choice)? Wird die Antwort der VP bei der Auswahl neuer Testschalle berücksichtigt? Darf die VP die Testschalle so lange vergleichen, wie sie möchte, oder ist nach zweimaliger Wiederholung eine Entscheidung gefordert? Die Psychologen wurden nicht müde, jahrzehntelang zu predigen, dass all diese Versuchs-Details wesentlich für das Ergebnis sind, sodass wir Ingenieure inzwischen gar nicht mehr anders können, als daran zu glauben und dafür zu werben. Immer verbunden mit der Hoffnung, die Vorteile korrekter Pegelmessung mögen im psychologischen Lager eine ähnlich starke Lobby erhalten.

Wissenschaftliche Hörversuche sind mehr als das Zusammenrufen dreier Kumpels zur Bestätigung der Hypothese, die neue Fender sei wieder ein Meilenstein der Rock-Geschichte. Die letzte Falle lauert beim Formulieren der Ergebnisse. Die Aussage: "Die Makkashitta VR-6 hat ein gewaltiges Sustain" geht in Ordnung, "die Makkashitta VR-6 hat wegen ihres Ahornhalses ein gewaltiges Sustain" ist mit großer Wahrscheinlichkeit Blödsinn. Leider Alltag in Testberichten: Der Tester hört etwas (was sein gutes Recht ist), und verknüpft ohne jeden Beweis das Gehörte mit irgendeiner Materialeigenschaft (was Leserverdummung ist). Oft werden *augenscheinliche* Assoziationen bemüht, um "ohrenklangliche" Zusammenhänge zu begründen. Klingt eine Silbertrompete "silbriger" als eine "warmtönende" Goldtrompete? Nein, sagt die Wissenschaft, alles nur Einbildung, bzw. Beeinflussung des Spielers. Muss der bei gelbem Licht spielen und kann die Metalle nicht unterscheiden, spielt er gleich, und dann klingt's auch gleich – trotz unterschiedlicher Metalle (gleiche Geometrie vorausgesetzt). Hat der große Lautsprecher weniger Höhen, weil sich seine schwere Membran langsamer in Bewegung setzt? Nein, sagt die Mechanik, da wird Grenzfrequenz mit Wirkungsgrad verwechselt. Sind die in den beiden Gehörgängen herrschenden Schalldrucke wirklich die alleinigen Anregungsgrößen für den Hörsinn??? Huiiii, mit der Antwort "natürlich nicht" wäre man 1979 bei der Psychoakustikprüfung glatt durchgefallen. Doch da hat sich seither viel bewegt, man lernt dazu: Auch das Gesehene spielt beim Hören eine gewichtige Rolle, und deshalb ist z.B. die empfundene Lautstärke davon abhängig, in welcher Entfernung wir eine Schallquelle sehen. Deshalb ist der rote Schnellzug lauter als der grüne, trotz gleicher Schallpegel [Fast!], deshalb hören wir "hinten", obwohl die Schallquelle vorne ist. Ein weites Feld, noch überwiegend unbeackert.

Die folgenden Veröffentlichungen sind als PDF verfügbar:

<http://homepages.fh-regensburg.de/~met39626/index.html>

- 1) Die Entwicklungsgeschichte des Cortex-Kunstkopfes. 2) Der neue IEC-959-Kunstkopf.
- 3) Was ist die "richtige" Kunstkopftzerrung? 4) Der Kunstkopf: Messgerät oder Hörgerät?
- 5) Kopfhörerbedingte Unterschiede bei Hörversuchen. 6) Methodenbedingte Unterschiede bei Hörversuchen.
- 7) Interindividuelle und intraindividuelle Unterschiede bei Kopfhörerbeschallung.
- 8) Das Gehör als zeitvariantes System.

8.7.2 Der Klang der unverstärkten E-Gitarre

Wie testet der Experte eine Elektrogitarre? Er hört sie sich zunächst unverstärkt (trocken) an. *"Fest steht dabei, dass der Wunschklang entgegen landläufiger Meinung bei E-Gitarren und E-Bässen nicht in der Hauptsache von den Tonabnehmern abhängig ist. Das Holz der Instrumente schafft vielmehr die Grundlage. Eine Gitarre aus Sperrholz klingt auch mit den besten Tonabnehmern nicht. Kommt ein Kunde zu mir in die 'Guitar-Garage' nach Bremen und will mit mir über neue Pickups sprechen, höre ich mir das Instrument erst einmal ohne Verstärker an."* (Jimmy Koerting, Fachblatt Musikmagazin). Oder: *"Für die erste Beurteilung der Klangqualität brauchen wir weder Verstärkertürme noch Verzerrer, ein kleiner Combo reicht vollkommen. Noch besser wäre es natürlich, das Klangverhalten in einer stillen Ecke 'trocken', rein akustisch, auf Ansprache, Ausgeglichenheit und Sustain zu testen."* G&B 3/97. Warum können dann aber zwei Gitarren, die sich – trocken gespielt – im Klang unterscheiden, diese Unterschiede über den Verstärker nicht mehr zu Gehör bringen? *"Überraschenderweise zeigen sich die Klangunterschiede am Verstärker weit weniger deutlich als im Trockentest"*. G&B 7/06, Vergleich: Gibson New Century X-Plorer ./ V-Factor. Oder aus einem anderen Vergleich: *"Die Platinum Beast klingt (unverstärkt) kraftvoll, warm und ausgewogen, mit samtiger Brillanz und zarten Obertönen, die Evil Edge Mockingbird irgendwie schwachbrüstig, mittelnarm, mit etwas prägnanteren Bässen, dafür aber deutlich brillanter und obertonreicher. Dank der heißen Humbucker hört sich das Ganze am Verstärker wieder ganz anders an, denn, kaum zu glauben, beide Instrumente tönen jetzt nahezu identisch."* G&B 8/06.

Mit Extrembeispielen kommt man der Sache wohl nicht bei. Da wird Sperrholz (oder sogar Gummi!) als Korpusmaterial bemüht, um die Bedeutung und Notwendigkeit hochwertiger Korpus-Hölzer zu rechtfertigen. Das ist das eine Extrem: Mit total ungeeignetem (absorbierendem) Korpus kann man keine gute Gitarre bauen, Ergo-1: Das Holz ist wichtiger als die Tonabnehmer. Das andere Extrem: Man tausche einen brillanten, ("windungsarmen") Strat-Tonabnehmer gegen einen mumpfenden, höhenfressenden Tele-Hals-Pickup mit dickblechigem Messing-Gehäuse, und postuliere Ergo-2: Der Tonabnehmer ist wichtiger als das Holz. Beide Betrachtungen sind zu einseitig.

Aus Sicht der Systemtheorie ist die schwingende Saite ein Generator, der einerseits Korpus und Hals zum Schwingen anregt, die dann Luftschall abstrahlen. Andererseits entsteht aus der Relativbewegung zwischen Saite und Tonabnehmer die induzierte Spannung. Luftschall und Spannung sind somit korreliert, weil von derselben Quelle verursacht. Stirbt die Saitenschwingung schon nach wenigen Sekunden ab, kann der Tonabnehmer nicht ein gigantisches Sustain produzieren. Oder vielleicht doch? In gewissen Grenzen könnte er schon, zusammen mit einem geeigneten Verstärker (+Lautsprecher). Wenn der Verstärker nämlich das Signal begrenzt (Übersteuerung, Crunch, Verzerrung), verändert er tatsächlich das Abklingverhalten. Das *über den Lautsprecher* hörbare Abklingverhalten, denn das Abklingen der Saitenschwingung wird ja nicht verändert. Oder vielleicht doch?? Die Sache beginnt, undurchschaubar zu werden, und genau deshalb finden sich so widersprüchliche Meinungen in der Gitarren-Literatur. Stehen Gitarre und Lautsprecher nahe beisammen, können Rückkopplungen sehr wohl auch die Saitenschwingung beeinflussen. Und vielleicht ist gerade das der Grund für den Expertenrat: Gitarre zuerst ohne Verstärker anhören. Nur: Kaum ein Gitarrist wird sich eine E-Gitarre kaufen, um sie dann für immer unverstärkt zu spielen. Irgendwann wird eingestöpselt, und dann sollen sich die Prognosen des Trockentest bewahrheiten. Die Wahrscheinlichkeit für einen günstigen Versuchsausgang ist ja nicht gänzlich null, elektrischer und akustischer Sound sind schon irgendwie miteinander verwandt (korreliert) – aber auf welche Art, ist zunächst nicht zu erkennen. Einerseits

Stellen wir uns einen einfachen **Versuch** vor: Die Tonabnehmer einer Stratocaster werden, damit sie definiert fixiert sind, direkt ins Holz geschraubt. Das alleine ändert schon den Klang? Sei's drum, dieser spezielle Klang sei der Bezug. Gitarre, Tonabnehmer, und nun das Besondere: Einmal mit Schlagbrett (Pickguard), einmal ohne. *Plastik*-Schlagbrett, damit keine Metallunterlage für Wirbelstromdämpfungen sorgen kann. Ist ein Klangunterschied zu hören, wenn diese Gitarre einmal mit und einmal ohne Schlagbrett gespielt wird? Beim akustischen Klang definitiv ja, beim elektrischen Klang definitiv nein. Das Schlagbrett – so vorhanden – wird vom Korpus in Schwingungen versetzt. Es hat schwach bedämpfte Eigenmoden, und kann in mehreren Frequenzbereichen hörbaren Schall abstrahlen. Wirken diese Schlagbrett-Schwingungen auf die Saite zurück? Theoretisch ja, denn "Alles hängt mit allem zusammen" (Ursachenforscher Edmund Stoiber). Praktisch nein, denn zwischen Saite und Schlagbrett befindet sich ein Korpus, der ein Vielfaches der Schlagbrettmasse auf die Waage bringt. Die Saitenschwingungen werden durch das Schlagbrett nur in so unbedeutendem Maß verändert, dass der elektrische Klang sich nicht hörbar ändert. Der abgestrahlte Luftschall ändert sich allerdings schon. Oder ein anderes **Beispiel**: Ein Sänger singt in einem Konzertsaal, Zuhörer A hört im Konzertsaal zu, Zuhörer B hört aus einem Nebenraum durch eine geöffnete Tür zu. Nun wird die Tür geschlossen – was ändert sich? Für Zuhörer B sehr viel, für Zuhörer A praktisch gar nichts. Sehr theoretisch kann man zwar wieder das Stoibersche Lemma anwenden, und einen Korrekturwert bei der Wandabsorption einfordern, in der Praxis sind aber nicht alle Lemmata des o.g. Ursachenforschers zielführend.

Was hat der Sänger mit der E-Gitarre zu tun? In beiden Fällen gibt es zwei verschiedene Übertragungswege, die den durch sie weitergeleiteten Schall unterschiedlich verändern. Die Kenntnis des einen Übertragungsweges erlaubt im allgemeinen Fall nicht den Schluss auf den anderen Übertragungsweg. Der Zuhörer im Saal kann sich nicht einmal sicher sein, ob der andere (draußen vor der Tür...) überhaupt etwas hört. Für die Gitarre bedeutet das: Was hilft der gute Akustikklang, wenn die Tonabnehmerwicklung unterbrochen ist. Aber Vorsicht, hier beginnt schon wieder die Extrem-Position. Nehmen wir also beim Zuhörer B nicht völlige Schall-Isolierung an, so wird er einige Aussagen machen können: Wann wird gesungen, wann ist Pause. Vielleicht erkennt er sogar, welche der drei Schallquellen gerade das hohe C versucht: Der Kleine, der Schöne, oder der Bühnenpanzer (den nur Banausen *Fat Lucy* nennen). Auch Intonationsprobleme sind durch eine geschlossene Tür zu hören, so sie denn nicht total schallisoliert. Und so sie in der Erwartungshaltung des Zuhörers überhaupt vorkommen.

Das mit der Erwartungshaltung ist auch bei der Gitarre zu beachten: Es ist erstaunlich, wie manche Gitarrentester Opfer ihrer Überzeugung werden. Unumstößliches **Credo**: "*Natürlich bewirkt der originale Les-Paul-Material-Mix, bestehend aus Mahagoni-Hals mit Palisander-Griffbrett und Mahagoni-Korpus mit dicker Ahorndecke den einzigartigen Les-Paul-Sound". Genau so muss man das schreiben – in diesem Fall in einem Gitarren-Vergleichstest*. Und dann wagt es eine Kopie mit Erle-Korpus, im Test mit "!" gebrandmarkt, gut zu klingen. Und nötigt dem Tester Respekt ab. "... kann jedenfalls – Erle hin, Mahagoni her – mit einem erstklassigen cleanen Sound überzeugen..." Nun, nun, nicht übertreiben! Nicht vergessen: Erle! Und siehe da: "...insgesamt etwas verhalten und ein bisschen schüchtern." Na also, typisch Erle. Aber, großer Polfuss, was passiert denn da, nur eine Spalte weiter, bei der ebenfalls getesteten Fame LP-IV? "*Wer also auf einen typisch druckvollen Les-Paul-Sound ohne Schnörkel steht, sollte sich die Fame LP-IV anhören. Sie klingt in der Tat am authentischsten. Ihr Klang ist in allen Bereichen denen des Originals sehr ähnlich*". **Frage**: Die Fame LP-IV hat laut Test einen Ahorn-Hals, ein Eiche-Griffbrett, einen Erle-Korpus, und eine Mahagoni-Decke – hab' ich da jetzt was falsch verstanden?*

* G&B 7/02

Doch vertagen wir die Material-Diskussion auf später und kehren zurück zu der Frage, inwieweit der Schluss vom Trockentest zum Elektrosound zulässig ist. Offenbar gibt es "**robuste**" Signalparameter, die sich auf jedem Übertragungsweg durchsetzen, und "**fragile**" Parameter, die sich auf ihrem Weg durch das Übertragungsmedium verändern. Die Tonhöhe ist ziemlich robust: Ob die Gitarre gestimmt ist, hört man sowohl trocken, als auch verstärkt. Nicht bis zum letzten Cent, wie die Psychoakustiker wissen, aber für erste Betrachtungen in ausreichender Genauigkeit. Die klangliche Balance zwischen Höhen und Tiefen hingegen hängt – das ist so unumstritten wie trivial – von der Klangregelung des Verstärkers ab. Da kann sich der Korpus sound noch so Mühe geben: Gegen den voll aufgedrehten Bassregler kommt er nicht an. "Das meinen wir auch gar nicht", wird der Experte einwenden, "im Trockentest höre ich auf die Klanggrundlage, auf die Seele des Holzes." Und bitte, liebe Physiker und Psychiker, jetzt keine Häme, das darf man schon so sagen – als Gitarrentester, der weder von Physik noch von Psychologie viel verstehen muss. Die **Seele des Holzes** offenbart sich dem Suchenden allerdings nicht a prima vista, da bedarf es vieler Seancen, in denen der Geist die Materie durchdringt, da muss oft auf Holz geklopft werden, da muss eine Stimmgabel an den Massivkorpus einer Stratocaster gehalten werden (zumindest in der Fender-Werbung), da ist eine jahrelange Gehörschulung erforderlich. Wenigstens dieser letzte Punkt müsste konsensfähig sein, oder? Es soll ja nicht um den gitarrophoben Agnos(t)iker mit progredienter Dysakusis gehen, sondern um die mehr oder weniger großen Liebhaber dieses Instruments. Die mit ihrer mehr oder weniger großen auditiven Erfahrung tatsächlich Klangdetails hören, die dem Laien nicht zugänglich sind.

Problem: Wie beschreibt man diese Klangdetails? Dies ist die klassische Aufgabenstellung von **Psychophysik** und Psychometrie, die häufig zu ebenso klassischen Missverständnissen führt: Eine verbale Beschreibung (toter, topfiger Sound) wird an der physikalischen Andockstelle als zu vieldeutig und unpräzise abgelehnt, genauso wie die exakte Beschreibung (8,43% Amplitudenmodulationsgrad bei 944 Hz mit $f_{\text{mod}} = 6,33$ Hz) von der musisch/mystischen Fraktion als hirngespinnig und unanschaulich (sic!) abgelehnt wird. Kompromissvorschläge, die es zwischen beiden Welten versuchen, werden konsequenterweise von beiden Fraktionen abgelehnt. Nun denn: Anstelle von Holzes Seele ist oft auch vom toten bzw. lebendigen Sound die Rede. Was unterscheidet lebendige von toter Materie? Lebendiges bewegt sich! Schon erste Einwände, weil dann der vom Tisch fallende Bleistift lebendig wäre? OK, wenden wir uns also einer grundsätzlichen philosophischen Betrachtung des Lebens im Speziellen und des Seins im Allgemeinen ... nein, wirklich nicht. **Lebendiges bewegt sich**. Punktum. Auf den Gitarrensound übertragen: Ein artifizieller Ton, dessen streng harmonische Teiltöne alle mit derselben Zeitkonstante abfallen, klingt tot. Klingen hingegen die Teiltöne unterschiedlich schnell und unterschiedlich schwebend ab, entsteht der Eindruck von Bewegung und Leben. Wobei der Begriff "Bewegung" durchaus in seiner originären Bedeutung als Ortsänderung aufgefasst werden kann: Verändert eine Schallquelle ihre Position im (schallreflektierenden) Raum, so verändern zeitvariante Kammfilter das Signalspektrum, die örtliche Bewegung bewirkt den "bewegten" Klang. In grauer Vorzeit war es vermutlich dem Überleben dienlich, wenn bewegten Emissionsquellen eine höhere Priorität zugewiesen wurde als ortsfesten, und zeitgleich entdeckten frühe Kommunikationsforscher, dass Sprachlaute nur dann Information vermitteln, wenn sie sich ändern. Ohne nun zu sehr in artfremde Terrains vorzustoßen: Es gäbe genügend Gründe, warum das menschliche Gehör kontinuierlich Jagd auf spektrale *Änderungen* macht. Und auch wenn Elektrogitarren jünger sind als röhrende Tiger und "Arrrghh!" brüllende Vandalen: Das Gehör hat seine Analysefähigkeit, und es nutzt sie. Ein lebendiger, schwebungsreicher Ton klingt interessanter als ein toter. Zumindest, solange instrumententypische Parameter gewahrt bleiben.

Ähnlich wie die Saitentonhöhe können auch Teiltenschwebungen ziemlich **robust** gegenüber den Übertragungsparametern sein, und deshalb ist es schon vorstellbar, dass der Experte aus dem Trockenentest Kriterien für den Elektrosound ableiten kann. Wovon hängt nun die Robustheit der Signalparameter ab? Frequenzabhängige Signalparameter, wie das Spektrum, verlieren ihre Individualität, wenn der zugehörige frequenzabhängige Systemparameter (die Übertragungsfunktion) einen ähnlichen Verlauf aufweist. Hierzu drei Beispiele:

1) Die Psychoakustik [12] beschreibt die Balance aus hohen und tiefen Spektralanteilen mit dem Wahrnehmungsmerkmal "**Schärfe**": Höhenbetonte Schalle haben eine große Schärfe, Zudrehen des Höhenreglers reduziert die Schärfe. Maßgeblich für die Berechnung der Schärfe sind nicht so sehr spektrale Details, sondern der prinzipielle (geglättete) Verlauf der spektralen Hüllkurve. Etwas präziser: Die Schärfe wird aus dem gewichteten Lautheits/Tonheits-Diagramm ermittelt, das den für Elektrogitarren wichtigen Frequenzbereich an nur ca. 20 Stützstellen erfasst. Mit derselben spektralen Rasterung können auch die Übertragungsfrequenzgänge von Gitarrenverstärkern dargestellt werden (**Abb. 8.45**), und aus der Verwandtheit der beiden Datensätze kann gefolgert werden, dass die Schärfe des "trockenen" Gitarrenklanges im Allgemeinen nicht der Schärfe des verstärkten Klanges entspricht. Anders ausgedrückt: Durch Verändern der Verstärker-Klangregler lässt sich die Schärfe verändern, sie ist so gesehen kein robuster Signalparameter.

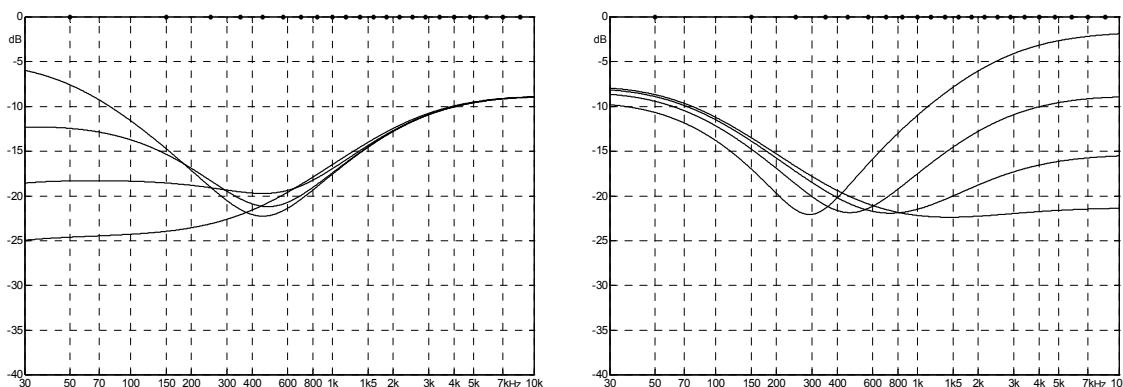


Abb. 8.45: Klangregelung eines Fender-Verstärkers (Übertragungsmaß). Die Punkte am oberen Bildrand markieren das Frequenzgruppenraster (Abszissendiskretisierung zur Schärferechnung).

2) Teiltenschwebungen können im Zeitbereich als Amplitudenschwankungen beschrieben werden, im Frequenzbereich als Summe nahe benachbarter Teiltöne. Beispielsweise führen zwei Teiltöne gleichen Pegels, aber leicht unterschiedlicher Frequenz (z.B. 997 Hz und 1003 Hz) zur Hörwahrnehmung eines 1000-Hz-Tones, dessen Lautstärke mit 6 Hz schwankt [3]. Um diese Schwebung ändern zu können, muss eine sehr frequenzselektive Operation vorgenommen werden, die für Verstärker-Klangregler untypisch ist. So gesehen sind Teiltenschwebungen also robust gegenüber einfachen Klangregelnetzwerken.

3) Das Spektrum eines schnell **abklingenden** Sinustones (**Abb. 8.46**) ist im Wesentlichen auf einen schmalen Frequenzbereich beschränkt. Änderungen im Abklingverhalten müssen deshalb ebenfalls mit sehr frequenzselektiven Maßnahmen bewirkt werden. Anders ausgedrückt: Ein linear arbeitendes, gitarrenverstärkertypisches Klangregelnetzwerk ändert das Abklingverhalten einzelner Teiltöne praktisch nicht, das Abklingverhalten ist diesbezüglich robust.

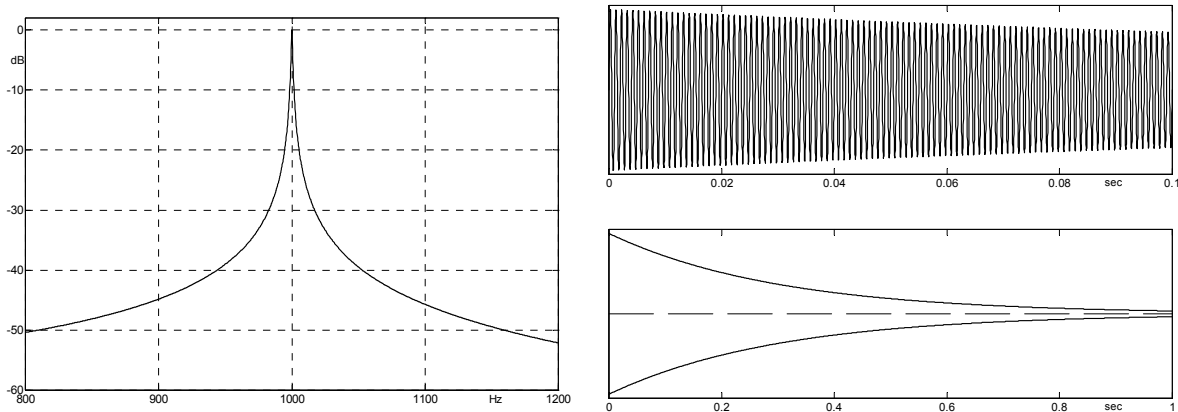


Abb. 8.46: Abklingende Sinusschwingung, $f = 1000$ Hz, Zeitkonstante $\tau = 0,3$ s.

Diese vereinfachten Darstellungen müssen aber in einigen Punkten ergänzt werden: Nicht nur das Übertragungsmaß des Gitarrenverstärkers verändert das Saitenspektrum, auch der Lautsprecher (incl. Gehäuse) wirkt als Filter, und seine Übertragungskurve ist im Kleinen stärker von der Frequenz abhängig als die eines Klangregelnetzwerkes. Die hohen Resonanzgüten ausschwingender Gitarrenteiltöne erreicht eine Lautsprechermembran aber nicht – müsste sie hierzu doch deutlich vernehmbare Eigentöne produzieren, und eben das tut sie nicht. Das letzte der im Übertragungsweg liegenden Filter ist der Raum mit seinen reflektierenden Begrenzungen. Seine Wirkung ist auch beim "Trockentest" nicht ganz zu vernachlässigen, beim Spielen über Verstärker/Lautsprecher kommt noch der Lautsprecherabstand als Variable hinzu. Solange man sich aber im Nahbereich des Lautsprechers befindet, kann man in erster Näherung die Auswirkung des Raumes als in beiden Spielsituationen gleichwertig erachten.

Besondere Beachtung erfordern **Effekte**, die mehr als nur einfache Klangregelung bewirken. Das Zufügen von künstlichem Hall kann Ausschwingvorgänge verlängern und Leben vortäuschen, das im Original in dieser Form nicht enthalten ist. Chorus/Phaser/Flanger sind zeitvariante Filter mit hoher Resonanzgüte, ihr (hörbarer) Einsatz hat immer die Veränderung der Teiltonfeinstruktur zum Ziel. Einbandige und insbesondere mehrbandige Kompressoren verändern die Abklingzeitkonstanten einzelner Teiltongruppen, Übersteuern hat ähnliche Auswirkungen, fügt aber noch zusätzliche Teiltöne hinzu. Somit ist es sehr wohl möglich, die weiter oben als robust dargestellten Signalparameter zu beeinflussen – es gelingt aber auch beim Verzicht auf tiefgreifende Effekte, vom Klang der unverstärkten Gitarre in gewissen Grenzen auf den Klang der verstärkten Gitarre zu schließen. Welche der vielen Schwebungs- und Abklingparameter aber für den 'guten' Sound wichtig sind, ist bestenfalls implizit bewertbar, und dann ist da ja auch noch das weite Feld der zeitlichen und spektralen Maskierungen [12], sodass als Grundsatz eigentlich nur gelten kann: **Der Klang der unverstärkten Elektrogitarre sollte grundsätzlich nicht bewertet werden.** Diese Regel lässt lediglich für den Experten im Einzelfall die Ausnahme zu, dass gerade bei seinem über Jahrzehnte angesammelten Spezialwissen und -gehör der Trockentest eben doch "Alles" offenbart. Experten, die diese Ausnahme für sich in Anspruch nehmen dürfen, sind: Gitarrentester aller Fachzeitschriften, alle Gitarrenverkäufer, alle Gitarristen, die seit mehr als einem Jahr eine Gitarre haben oder haben wollen, und alle CD-Hörer, die den Sound von Jeff Becks Signature-Gitarre noch ganz genau im Ohr haben (siehe Kap. 7). Und bitte, liebe Experten, die ihr nun schon so viel Legitimation für eure offensichtlich unverzichtbaren Trockentests bekommen habt: Dass das Bewerten fühlbarer Schwingungen Unsinn ist, müsste jetzt doch konsensfähig sein?

Zum Thema Gitarrentest abschließend noch einige Zitate:

Yamaha Pacifica-Gitarren (Ahorn-Hals, Erle-Korpus) im Vergleichstest: "Die akustisch durchaus vergleichbaren Grundeigenschaften der Pacificas differenzieren sich im elektrischen Test klanglich doch recht deutlich nach ihrer Pickup-Bestückung; (G&B 6/04)."

Gibson Les Paul Faded Double-Cutaway: "Dass die Spar-Lackierung die Resonanzeigenschaften der Hölzer weniger eindämmt, wird bereits nach dem ersten Saitenanschlag deutlich. Die Gitarre schwingt von den Füßen (Gurtknopf) bis in die Haarspitzen (Mechaniken) dermaßen intensiv, dass man dies sogar im eigenen Körper spürt; (G&B 6/04)."

Ibanez IC400BK: "Die im Trockentest festgestellte leichte Unterbelichtung der E₆-Saite ist mit Unterstützung der Pickups plötzlich verschwunden; (G&B 6/04)."

Squier-Stratocaster, Vergleich: **Mahagoni**-Korpus vs. **Linde**-Korpus (=Basswood): Mit Hals- bzw. Mittel-Pickup klingen die beiden Gitarren nahezu identisch; (G&B 5/06).

"Nimmt man die **Pensa-Suhr**-Gitarre in die Hand und spielt sie einmal unverstärkt, so hört ein einigermaßen geübtes Ohr sofort wo's langgeht. ... Sowohl im Stehen als auch sitzend spürt man schon im **Bauch** das phantastische Schwingungsverhalten der hervorragend aufeinander abgestimmten Hölzer." (Fachblatt, 6/88).

"Aus einer **Strat** wird trotz **Humbucker** niemals eine Les Paul"; G&B 2/00. **Ozzy Osbourne** über Joe Holmes: "Ich mag Fender-Gitarren eigentlich nicht. Aber Joe holt damit diesen fulminanten Gibson-Sound heraus"; (G&B 2/02). "**Jimmy Page** hat das erste Led-Zeppelin-Album komplett mit einer **Telecaster** eingespielt; der Gitarrensound dieses Albums ist exakt wie der einer Les Paul"; (G&B Fender-Heft). **Mark Knopfler**: "Wenn ich aber einen dickeren Klang will, benutze ich meine Les Paul, sie ist einfach dynamischer. Was nicht heißt, dass ich das nicht auch mit einer Stratocaster machen könnte"; (G&B Fender-Heft). **Gary Moore**: "Manche Leute glauben, dass in 'Ain't nobody' eine Fender Stratocaster zu hören ist, in Wirklichkeit handelt es sich jedoch um meine eigene Gibson Signature Les Paul"; G&B 7/06 S.91.

Große Holzmasse (3,9 kg): Die Ansprache erscheint wegen der großen Holzmasse etwas behäbig, und die Töne kommen nicht ganz so schnell aus den Startlöchern; (G&B 7/06).

Noch schwerer (**4,15 kg**): Die Gitarre schwingt intensiv, spricht direkt und dynamisch an, jeder Akkord oder Ton entfaltet sich spritzig und lebhaft; (G&B 8/06).

Trotz enormer Holzmasse (**3,85 kg**) spricht nahezu jeder Ton spritzig und dynamisch an und entfaltet sich sehr zügig; (G&B 7/06).

Weniger **Masse** lässt sich besser in Schwingungen versetzen; (Thomas Kortmann, gitarrist.net).

Ein schlanker Gitarren-**Korpus** macht auch einen schlanken Ton; (G&B 7/02).

Dünnere **Korpus** = weniger Bässe; (G&B 4/04).

Dicker Hals = Klangliche Vorteile; (G&B 8/02). **Dünnere Hals** = runder, fetter Ton; (G&B 10/05).

Dünnere Hals: Je weniger Masse zu bewegen ist, umso direkter und schneller kommen Ansprache und Tonentfaltung aus den Startlöchern; (G&B 3/05). **Spritzig** und direkt in der Ansprache, schnell und lebendig kommt jeder Ton **trotz immenser Halsmasse** (die ja erst Mal bewegt werden will) aus den Startlöchern; (G&B 9/05). **Ein dünnere Hals** hat keinerlei akzeptables Schwingungsverhalten; (G&B 3/97). Klanglich von Vorteil ist, dass der **Hals viel Masse** auf die Waage bringt; (G&B Fenderheft).

Die **Ibanez JEM 777** hat eine extrem dünne Halskonstruktion: Der Sound-Grundcharakter ist kraftvoll und erdig; (Fachblatt, 6/88). Die **Halsform** trägt natürlich auch zum Klangcharakter der Gitarre bei; (G&B, 12/06). Was überhaupt nicht stimmt ist, dass **dicke Hälse** besser klingen als dünne. Ich habe schon an dieselbe Gitarre einen dicken und einen dünnen Hals gebaut und konnte keinen Unterschied feststellen; (Gitarrenbauer Thomas Kortmann, gitarrist.net)

8.7.3 Taktiler Vibrationsempfinden

Kaum ein Gitarren-Testbericht, der nicht die exorbitante Schwingungsfreudigkeit der untersuchten Elektro-Gitarre rühmt: "Die Konstruktion zeigt beachtliche Resonanzeigenschaften, nach jedem Saitenanschlag schwingt sie intensiv und deutlich spürbar." G&B 9/06. Oder: "Schwingungstechnisch rangiert die MTM1 auf höchstem Niveau, denn die gesamte Konstruktion resoniert nach jedem Saitenanschlag intensiv bis in die letzten Holzfasern, woraus ein langsam und kontinuierlich abklingendes Sustain resultiert." G&B 8/06. Oder: "In Verbindung mit der gegebenen offenen Schwingungsfreiheit (sic) erzielen wir ein strahlendes Klangbild". G&B 8/06. Oder: "Weniger Masse lässt sich besser in Schwingungen versetzen." Gitarrenbauer Thomas Kortmann, Gitarrist.net. Oder: "Bei Fender ging man sogar dazu über, auch Bodys aus mehreren Holzteilen zu bauen. ... Natürlich wird die Resonanzfähigkeit des Holzes durch eine solche Anzahl verschieden großer Stücke ebenfalls eingeschränkt." Und a.a.O.: "Dass Esche dazu auch noch nahezu optimale Resonanzeigenschaften hat, wurde damals dankend zur Kenntnis genommen. Nicht auszudenken, hätte sich Leo Fender damals für Mahagoni entschieden." Day et al. Oder: "Deutlich fühlbar bis in die äußersten Holzfasern zeigen sowohl die Strat als auch die Tele sehr gute Resonanzeigenschaften." G&B 4/06.

Wohlgemerkt: Hier geht's um massive Elektro-Gitarren, und nicht um Akustik-Gitarren. Das deutlich fühlbare **Vibriieren der Gitarre** wird als Qualitätskriterium gehandelt. Lassen wir dazu einen der Väter der Massivgitarre, Lester William Polfuss, zu Wort kommen: "*I figured out that when you've got the top vibrating and a string vibrating, you've got a conflict. One of them has got to stop and it can't be the string, because that's making the sound.*" Mr. Polfuss wollte nur die Saite schwingen lassen, und nicht die Gitarrendecke. Nun gut, könnte man einwenden, der Mann war Musiker, und kein Ingenieur. Ein Musiker aber, der auf die Frage, wer denn die Gibson Les Paul entwickelt habe, sehr selbstbewusst antwortet: "*I designed it all by myself*". Die Saite soll schwingen, der Korpus soll Ruhe geben. Und nur ganz Spitzfindige werden jetzt einwerfen, dass doch nur die Relativbewegung zähle, und wenn die Saite in Ruhe bliebe, und statt ihrer der Korpus... nein, genug der Relativitätstheorien, anders herum geht's besser. Allerdings: Was heißt das, besser? Was kennzeichnet eine besser klingende Gitarre? Ulrich May zitiert in seiner Dissertation [16] D. Brosnac mit der Erkenntnis, eine Gitarre aus **Gummi** würde die Saitenenergie in kurzer Zeit absorbieren, würde also nicht richtig klingen. Das ist verständlich, beweist aber noch nicht, dass Esche (oder Ahorn etc.) besser geeignet ist. Offensichtlich gibt es ungeeignete Korpusmaterialien, die der Gitarrensaite unziemlich viel Schwingungsenergie entziehen. Gummi gehört dazu. Aber wer will schon eine Gitarre aus Gummi herstellen? Vermutlich gehört auch Dampfnudelteig* zu den ungeeigneten Materialien. Oder, frisch aus dem Schlaflabor: Weil ein Bett mit 1,45 m Länge für die meisten Erwachsenen unbequem ist, muss ein 2,12-m-Bett bequemer sein als ein 2,05-m-Bett. Oder, fachspezifischer: Was die Gitarrenbauer für die Akustik-Gitarre gelernt haben, kann für die E-Gitarre nicht falsch sein. Eine Gitarre muss schwingen. Bis in die äußersten Holzfasern. Intensiv und deutlich spürbar.

Was kann man denn so alles spüren, so als Mensch im Allgemeinen, und als Gitarren-Tester im Besonderen? Das hängt natürlich von Reiz und Rezeptor ab, aber bezüglich Vibrationen reagieren die in der Unterhaut sitzenden Pacini-Körperchen für Reizfrequenzen von 200 – 300 Hz am empfindlichsten; sie erfüllen noch Vibrationsamplituden von 0,1 μm . Das heißt aber auch: Der Vibrationssinn wird für Frequenzen über ca. 250 Hz zunehmend unempfindlicher. Klangformende Obertöne bleiben dem Tastsinn deshalb weitgehend verborgen.

* wegen der hohen "Dämpfung".

Abb. 8.47 zeigt die Frequenzabhängigkeit der **Vibrationsschwelle**, d.h. die Schwingungsamplitude, die erreicht werden muss, damit überhaupt eine Vibrationsempfindung entstehen kann. Der genaue Verlauf der dargestellten Kurve hängt außer von Frequenz und Amplitude noch von der Größe der schwingenden Fläche und vom gereizten Ort ab; die Darstellung kann als typisch für das Thenar (Daumenballen) gelten. Wenn ein Gitarrist also beim Anschlagen der Saiten im Gitarrenkorpus oder -hals eine Schwingung fühlt, so wird es sich hierbei vor allem um niederfrequente Vibrationen handeln. Nimmt man für eine **Kontrollrechnung** 10 N Stegkraft, eine Masse von 4 kg und 250 Hz als Anregungsfrequenz, so erhält man 1 μm Auslenkung – kein Wunder also, dass fühlbare Schwingungen entstehen können, sogar ganz ohne Resonanzverstärkung.

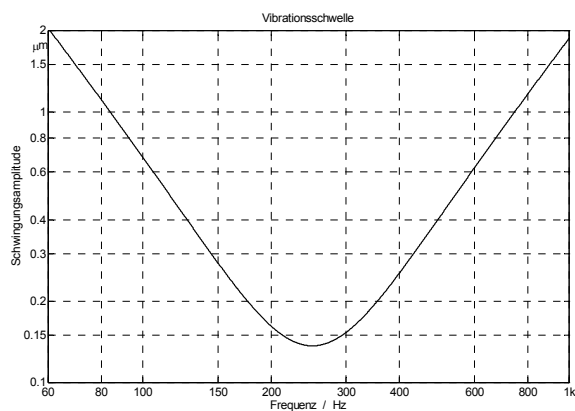


Abb. 8.47: Vibrationsschwelle. Nur die Werte, die oberhalb der Schwelle liegen, führen zu einer Vibrationswahrnehmung. Eine Schwingung mit 0,4 μm Amplitude ist nach dieser Kurve bei 300 Hz wahrnehmbar, bei 800 Hz hingegen nicht wahrnehmbar.

Die Frage ist also weniger, ob fühlbare Vibrationen entstehen können, sondern wie diese zu bewerten sind. Greift man Les Pauls Idee nochmals auf, so wäre jede nennenswerte Korpus-schwingung kontraproduktiv. Mit viel Masse (Zehnpfünder-Paula) nähert man sich diesem Ideal auf Kosten des Tragekomforts, und unter Missachtung schwingungsverstärkender Eigenmoden. Insbesondere der Gitarrenhals kann nicht beliebig schwer gemacht werden; er wird bei jeder Gitarre fühlbar schwingen. Was aber würde passieren, wenn man Korpus und Hals schwingungsfrei herstellen könnte? Auf jeder Gitarre dieser Art würden vergleichbare Saiten bei vergleichbarem Anschlag identisch schwingen! **Individualität ist Imperfektion**, und sie würde dabei auf der Strecke bleiben. Bei der Akustik-Gitarre versucht der Gitarrenbauer, das Übertragungsmaß frequenzabhängig zu gestalten, und dadurch einige Frequenzbereiche besser, dafür aber andere schwächer abstrahlen zu lassen. So entsteht individueller Klang. Auch bei der Elektro-Gitarre könnte man dieses Prinzip anwenden, und Hals und Korpus bei bestimmten Frequenzen stärker schwingen lassen, d.h. Schwingungsenergie stärker dissipieren lassen. Ob dies tatsächlich erwünscht ist, kann nur bei einer Gesamtbetrachtung aller klangformender Elemente beurteilt werden. Es wäre aber schon ein großer Zufall, wenn gerade die Frequenzbereiche, in denen der Vibrationssinn besonders empfindlich ist, die stärkste Dämpfung bräuchten. Denn Eines steht unzweifelhaft fest: Die gefühlte Schwingungsenergie kommt von der Saite. Je intensiver "die gesamte Konstruktion resoniert", desto weniger schwingt die Saite. Les Pauls Ideen kann man widersprechen oder zustimmen. Dem **Energiesatz** sollte man tunlichst nicht widersprechen.

Ob man Day et al. widersprechen möchte, ist hingegen wieder freigestellt: "*Das Vibrato-System selbst erhielt an den sechs dafür vorgesehenen Löchern eine messerkantenartige Ausarbeitung, so dass das ganze System sehr reibungsarm gelagert war, dafür aber trotzdem die Schwingungen der Saiten optimal in den Korpus leiten konnte.*" Ja, dieser Weg ist bekannt: "**Denn das Gemeine geht klanglos zum Korpus hinab**". Schiller, Nänie. Oder so ähnlich.