

7.14 Vibrationsentdämpfung

Verbessert sich der Klang einer E-Gitarre, wenn man sie einen Tag lang mit lauter Musik beschallt? Offenbar, denn nicht wenige verfahren so, um ein langwieriges "Einspielen" abzukürzen. Andere schicken ihre Gitarre zu Emil Weiss (G&B 12/08), der sie dann (für 770 €) einer hohen Vibrationsbelastung aussetzt, und schon kann der Korpus freier schwingen, schon ist der Klang optimiert. Grundlage der Gitarrenschüttelei ist ein Verfahren, das sich **Gerhard A. von Reumont** 1980 patentieren lies (Nr. 27 12 268): *Verfahren und Einrichtung zum Verbessern des Resonanzverhaltens von Resonanzkörpern bei Musikinstrumenten*. So ganz genau sagt der Herr Weiss zwar nicht, was er da macht, und den Herrn von Reumont erwähnt er als Urheber auch nicht explizit. Die in G&B veröffentlichten Bilder haben aber schon erstaunliche Ähnlichkeit mit denen in von Reumonts Buch [ISBN 3-87710-173-9]. Das ganz im übrigen eine von E. Weiss und v. Reumont gemeinsam erstellte Veröffentlichung zitiert – also wird's wohl dasselbe Verfahren sein. Ein Verfahren, dessen Patent, wie v. R. in seinem 1996 erschienenen Buch meint, "*inzwischen ausgelaufen*" sei. Richtig, das Patentamt bestätigt: Die Ansprüche sind 1984 erloschen, weil die Lizenzgebühren nicht mehr bezahlt wurden. Was beileibe kein Hinweis auf Insolvenz sein muss, sondern auch an den jährlich teurer werdenden Patentgebühren gelegen haben könnte.

Von Reumont schreibt, dass durch **Vibrationsentdämpfung** der Transfer von der Saitenschwingung zum abgestrahlten Luftschall verbessert wird – von Elektrogitarren oder -bässen schreibt er nichts. Seine Untersuchungen betreffen Kontrabass/Cello/Geige, Akustikgitarre oder Klavier, also Instrumente, deren Effizienz von Korpusresonanzen anhängt. Holz, so erfahren wir, wird beim Bau des Instrumentes stark verformt, und Verformung (Verspannung) behindert freies Schwingen. "*Die Wirkung des Vibrationsentdämpfens beruht auf einem Relaxationsvorgang, der durch ein sehr häufiges 'Overstressing', also Überdehnen, ausgelöst wird.*" Overstressen tut ein Elektromotor mit Unwucht, der am Steg montiert wird und das ganze Instrument stundenlang kräftig durchschüttelt. Und das wirkt? Das wirkt, die Beurteilungen der Musiker waren "*ausschließlich positiv*". Angesichts dieser erdrückenden Aktenlage kann man durchaus mal einen Vorschusskredit gewähren – aber dennoch nach quantitativen Daten fragen. Auch die finden sich, so z.B. bei einer Akustikgitarre "*14,5% Dämpfungsminderung bei 85 Hz*". **Die Dämpfung**, das ist die resistive Komponente eines Resonanzsystems, bzw. die Dämpfungskonstante, der Dämpfungsgrad, der Dämpfungskoeffizient, da haben die Maschinenbauer verschiedene Termini geschaffen ... und erst die Elektrotechniker ... und die Physiker ... das wurde ein richtiges kleines Babel-Türmchen. Das Schalltechnische Taschenbuch verweist unter Dämpfung auf "*irreversible Vorgänge, die einen Teil der Bewegungsenergie in (Verlust-)Wärme überführen.*" Das will man in einem Musikinstrument eher nicht, und deshalb wird eben diese Dämpfung durch Vibration verringert – um exakt 14,5%, im o.a. Beispiel. Wie misst man diesen Wert auf drei Stellen genau? Indem man, so v. R., die vom Elektromotor aufgenommene Leistung misst. Vor, und nach der Behandlung. Geht beim zweistündigen Schütteln die elektrische Leistungsaufnahme um 14,5% zurück, wurde (bei dieser Frequenz) das Instrument um 14,5% entdämpft. Und Tschüss? Nicht ganz, da ist ein wahrere Kern enthalten ... ein winziger ... aber wahrer.

Elektromotoren sind elektromechanische Wandler, sie wandeln elektrische Energie in mechanische. Nicht nur – auch Wärme entsteht, aber vor allem mechanische Energie. Die z.B. benötigt wird, um die Lagerreibung zu überwinden, oder die umgebende Luft zu verwirbeln, oder – bei Belastung – an der Welle ein Drehmoment zu erzeugen. Alle diese mechanischen Energien kommen nicht aus dem Nichts, sondern von der elektrischen Quelle (Batterie, Netzteil), und somit gilt: Ändert sich die mechanische Belastung, so ändert sich gleichzeitig auch die elektrische Leistungsaufnahme.

Aus dieser Energiebilanz leitet von Reumont die Vermutung ab, dass die an seinem E-Motor über Stunden beobachtete Verringerung der elektrischen Leistungsaufnahme nur an einer Verringerung der Leistungsabgabe liegen kann, und die kann ihre Ursache nur in einer Verringerung der Materialdämpfung haben. Wenn also die Leistungsaufnahme um 14,5% zurückgeht, muss die Dämpfung um eben diese 14,5% abgenommen haben. Enter: *Advocatus diaboli*.

1) Die Leistungsaufnahme hängt auch vom Widerstand der Wicklung ab (Kupferdraht), und der ändert sich bei Erwärmung. Um +5%, bei nur 13°C Temperaturzunahme.

2) Auch die Reibungsverluste des Motorlagers sind temperaturabhängig. Und verschleißabhängig sowieso, was bei Unwuchtbelastung nicht ganz unwichtig ist – von Reumont spricht von häufigem Motorwechsel, und Standzeiten von nur 150 Stunden.

3) Angenommen, die mechanische Leistung geht tatsächlich um 14,5% zurück – wieso haben dann nur die unerwünschten Verluste (die Dämpfung) abgenommen? Dann könnte doch auch die erwünschte Leistung, nämlich die abgestrahlte Schallleistung, abgenommen haben?

Zum Beweis der Wirksamkeit seines Verfahrens zitiert von Reumont aus einer in seinem Auftrag durchgeführten **PTB-Untersuchung**, die einen Kontrabass vor und nach der Behandlung analysiert. Ergebnis: In mehreren schmalen Frequenzbereichen gibt's Pegelsteigerungen von ca. 3 dB, und um 2.5 kHz sind's sogar +5dB. Leider misst die PTB nicht die in den Bass eingeleitete Leistung, sondern betreibt den LDS-Shaker lediglich mit eingepprägter Spannung. Schade, 1978 war der B&K-Impedanzkopf (Type 8001) schon jahrelang auf dem Markt, das hätte man ohne Probleme messen können. Doch immerhin: Mehr Output, nun offiziell.

Weil das extrem starke Vibrieren die dem Instrument innewohnenden Spannungen beseitigt, *"klingt das Holz dann so, als sei es vorher lange Zeit abgelagert worden."* Ob sich bei der Montage des Exzentrerschwingers der Steg geringfügig verschoben hat, oder der Stimmstock im Instrument leicht verrutscht ist, nein, das wird leider nicht untersucht. Doch unterstellen wir ruhig, dass da irgendwelche Veränderungen vor sich gehen, 500 begeisterte Musiker können nicht irren. Und auch von Reumonts Irrtümer bei physikalischen Größen sind eher ein Lapsus, eine Petitesse im Weltgeschehen (3dB mehr bedeutet nicht Verdoppelung des Schalldrucks, und Energie ist nicht Strom x Spannung, und in Watt wird die Energie auch nicht angegeben). Aber seine **Messgenauigkeit**, bzw. -ungenauigkeit, die bedarf einer eingehenden Betrachtung. Denn – so lernt man im Grundkurs Messtechnik – wenn ein Ergebnis auf drei Stellen genau angegeben wird, dann müssen auch die Startgrößen ähnlich genau sein. Die Startgrößen, das sind elektrische Motorspannung und -strom. *"Die Genauigkeit der Ablesung beträgt bei der Spannung 0,2 V und bei der Stromstärke 10 mA. Das ist für normale Behandlung ausreichend."* Das Datenblatt einer behandelten Akustikgitarre nennt Spannungen zwischen 0,9 und 2,8 V, sowie Ströme zwischen 480 und 1180 mA. Konkret: Bei 85 Hz nimmt laut Messprotokoll die Spannung (nach 120 min) von 1,6 auf 1,5 V ab, und der Strom von 860 auf 780 mA. Ergo: 14,5% Leistungsrückgang, und damit 14,5% Entdämpfung. Aber leider halt auch **14,7% Messfehler**, das relativiert dann doch. Von Reumont weist immer wieder darauf hin, dass sein Instrumentarium dem **Bastlermarkt** entstammt. An sich eine lobenswerte Idee, jeder versierte Bastler soll in die Lage versetzt werden, einen Entdämpfungsplatz selbst zu bauen. Sogar die Bezugsquelle für die Motoren wird genannt (*Mengenpreis unter 1 D-Mark*), und der Schaltplan für ein Netzteil ist auch mit dabei. Und wenn der Motor nicht rund läuft, ändert man die Drehrichtung, und notfalls lässt man ihn kurz mit ganz hoher Drehzahl laufen, die Kupplung ist ein Ventilgummi (nein, der wird hoffentlich nicht dämpfen), und schlimmstenfalls tauscht man den Motor aus. Und misst dann weiter, oder??

Die Daten zur nachfolgenden Grafik wurden von Reumonts Tabellen entnommen. Bei der Gitarre findet man bei 10600 min^{-1} (= 177 Hz) eine Dämpfungsminderung von 5,1%. Mit der erlaubten Messtoleranz hätte man aber genauso gut eine Dämpfungserhöhung um 24% erklären können, oder auch – gar keinen Effekt.

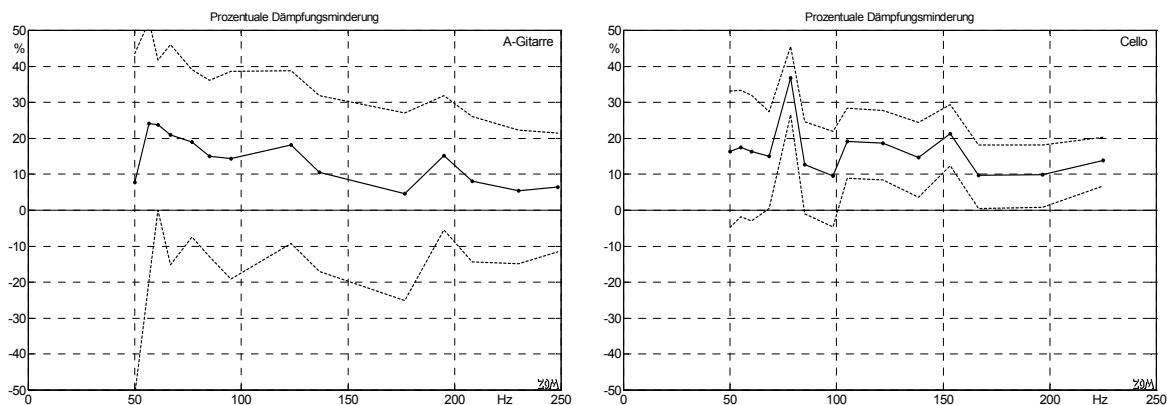


Abb. 7.151: An einer Akustikgitarre (links) bzw. an einem Cello (rechts) durch von Reumont gemessene Entdämpfung, und (gestrichelt) die hierzu laut von Reumont erlaubte maximale Messtoleranz.

Doch wenn man schon in die Welt des Zufalls einsteigt, muss man natürlich auch zugestehen, dass der maximal mögliche Messfehler nicht bei jeder Messung auftreten wird. Und bei den größeren Instrumenten und den damit verbundenen höheren Motorspannungen schrumpfen die Ablesetoleranzen plötzlich soweit, dass eine tragfähige Signifikanz ersichtlich wird: Ja, die aufgenommene Leistung nimmt tatsächlich über der Zeit ab, warum auch immer. Gab's eigentlich damals (um 1989) noch keine präziseren Voltmeter? Schon, aber bei den Digitalanzeigen *"verändern sich die Ziffern durchlaufend so schnell, dass man kaum oder gar nicht mehr ablesen kann."* Die Motorwelle taumelt nämlich etwas, und der Übergangswiderstand der Kohlebürsten ist auch nicht zeitinvariant. Ach ja, stimmt, davon hängt die Leistungsaufnahme ja auch noch ab. Und von den Dämpfungsverlusten der aus kleinen Brettchen hergestellten Stegadaptern mit ihren Samt-Klebefolien auch. Und vom Schaumstoff, der unter die Saiten geklemmt wird. Ja, es ist nicht leicht, Skeptiker zu überzeugen. Leichter scheint's, lassen sich Kontrabassisten überzeugen, *"da sie mit ihren Instrumenten selten zufrieden sind."* Und wer weiß, vielleicht wirkt's ja wirklich*^T.

Bei Hohlkorpus-Instrumenten, deren Wandungen schwingen müssen! Warum dann der Herr Weiss aber in seiner Referenzliste auch unwucht-beschwungene Stratocasters auflistet, deren Body doch gar nicht schwingen soll (sagt der weise Herr Fender, und hat ausnahmsweise mal Recht), das weiß der Himmel. Wo übrigens der Herr Fender nach allgemeiner Auffassung gerade vermutet wird – *santo subito*, für Gläubige. Bzw. bei den Leoniden, für Astronomen.

Fazit für die E-Gitarre: Teurer Lärm um nichts? Falsch: um 770 Euro.

* Wenn man erst mal 770 Euro ausgegeben hat ...