

Klangverbesserung von Musikinstrumenten durch Einspielen: Fakt oder Fiktion?

Gregor Weldert

Zusammenfassung:

Unter kontrollierten experimentellen Bedingungen konnte bisher keine subjektiv empfundene Klangverbesserung von Musikinstrumenten durch Einspielen nachgewiesen werden. Auch die bloße Unterscheidbarkeit zwischen viel und wenig gespielten Instrumenten misslang auf subjektiver Ebene. Spielabhängige Veränderungen in der Frequenzkurve können anscheinend messbar sein, wurden aber nicht in allen Untersuchungen gefunden. In diesem Artikel werden empirische Befunde zu natürlichem und künstlichem (maschinell) Einspielen sowie verschiedene Erklärungsansätze für einen möglichen Einspieleffekt vorgestellt.

Viele Musiker - aber auch Instrumentenbauer - vertreten die Ansicht, dass Musikinstrumente erst einmal eingespielt werden müssten, um gut zu klingen. Das Instrument als solches oder das verwendete Holz müssten sich erst einschwingen, um einen guten Klang zu entwickeln. Auch längeres Nichtspielen wirke sich negativ auf den Klang aus und das Instrument müsse nach solch einer Phase wieder durch Spielen klanglich reaktiviert werden. Somit seien alte und gut eingespielte Instrumente klanglich besser. Prinzipiell sind folgende Faktoren (einzeln oder in Kombination) als Erklärung dafür denkbar:

- *Gewöhnung*: nicht das Instrument verändert sich, sondern die Interaktion zwischen Instrument und Musiker. Dieser lernt im Laufe der Zeit die Schwächen seines Instrumentes zu überwinden und dessen Stärken besser zu nutzen.
- *Selektion*: Spitzeninstrumente werden vererbt, während die weniger guten irgendwann aussortiert werden. Instrumente klingen nicht gut, weil sie viel gespielt werden, sondern sie werden viel gespielt, weil sie gut klingen.
- *Wartungsarbeiten am Instrument*: Musiker, die nicht zufrieden mit ihrem Instrument sind, lassen Veränderungen daran vornehmen. Somit verbessert es sich im Laufe der Zeit.
- *Alterung*: klanglich relevante Eigenschaften von Holz oder anderen Materialien (z.B. Hammerkopf-Filz bei Klavieren) verändern sich im Laufe der Zeit ebenso wie das gesamte System, z. B. durch zeitabhängigen Spannungsabbau im fertigen Instrument.
- *dauerhaftes Spielen*: durch das Spielen entstehen Vibrationen, die eine Veränderung im Werkstoff Holz oder im gesamten schwingenden System hervorrufen. Es findet also tatsächlich ein klanglich relevantes Einspielen des Instrumentes statt.

Während die Faktoren Gewöhnung, Selektion und Wartung eine Verbesserung des Klangerlebens implizieren, ist bei den Faktoren Alterung und Spielen zunächst einmal lediglich von einer Veränderung auszugehen. Ob und warum diese Veränderung jedoch zwangsläufig als positiv empfunden werden sollte, ist unklar.

Veränderungen im Werkstoff Holz

Veränderungen durch Alterung

Ein hoher Elastizitätsmodul (und somit hohe Schallgeschwindigkeit) sowie eine geringe Dämpfung sind für Klangholz erwünschte Eigenschaften, die sich durch Alterung verändern. So nimmt z. B. der E-Modul von Fichte zu, wobei dieser Effekt durch Tageslicht verstärkt wird. Die Dämpfung hingegen nimmt unter Tageslicht ab, ohne Licht jedoch zu [1]. Darüber hinaus reagiert gealtertes Holz weniger stark auf Feuchtigkeitsschwankungen, was zur mechanischen und akustischen Stabilität beiträgt. Diese alterungsabhängigen Änderungen sind teilweise umkehrbar, sobald das Holz hoher Feuchtigkeit und anschließend wieder Trockenheit ausgesetzt wird [2].

Alterung ist allerdings kein linearer Prozess. Bei Fichte (nicht jedoch bei Zeder oder Ahorn) findet sich zwar eine Abhängigkeit von E-Modul, Schallgeschwindigkeit, Dämpfung, Bruchspannung, Härte und Sorption vom Alter des Holzes. Allerdings verlangsamen sich die Veränderungen der meisten dieser Eigenschaften nach 25 bis 30 Jahren oder es zeigt sich sogar eine Trendumkehr. Z.B. verringert sich bei Fichte die Eigenspannung über die ersten 30 Jahre, während sie danach wieder ansteigt [3].

Veränderungen durch Vibration

Verschiedene Untersuchungen an einzelnen Holzproben zeigen, dass sich die akustischen Eigenschaften von Holz verändern, wenn sie kontinuierlichen Vibrationen ausgesetzt werden. Dabei findet sich stets eine Abnahme der Dämpfung [4, 5, 6, 7], manchmal auch ein Anstieg des E-Moduls [7]. Außerdem zeigt sich, dass diese Effekte abhängig von der Feuchtigkeit [5, 6, 7] oder sogar durch Feuchtigkeitsschwankungen umkehrbar sind [5]. Allerdings gibt es auch eine Untersuchung, die trotz 10-wöchiger Vibration keine signifikante Veränderung bei Fichte fand [8].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Vibration ebenso wie Alterung anscheinend die akustischen Eigenschaften von Holz beeinflusst, und zwar in wünschenswerter Weise. Der E-Modul nimmt zu, während die Dämpfung abnimmt. Und ebenso wie alterungsbedingte Änderungen scheinen vibrationsbedingte Änderungen umkehrbar zu sein, wenn sich die Feuchtigkeit stark ändert.

Erklärungsansätze für den Einspieleffekt

Verschiedene physikalische Erklärungen wurden für den Einspieleffekt vorgeschlagen, darunter die Kristallisation von Harz oder Materialermüdung des Holzes oder der Leimverbindungen, die die Struktur schwächt und damit für größere Bewegung der vibrierenden Elemente sorgt [9]. Eine Theorie von Holztechnikern geht davon aus, dass die Materialermüdung das Resultat einer Unterbrechung der Cellulose Molekülketten sowie des Aufbrechens von Mikrofibrillen ist. Durch Arbeiten (feuchtigkeitsabhängiges Quellen und Schwinden) des Holzes über einen längeren Zeitraum werden die unter Stress aufgebrochenen molekularen Bindungen jedoch wieder neu formiert. Dabei ist Cellulose als Rahmensubstanz die Hauptkomponente von Holz, die jedoch eng mit Lignin und Hemicellulose verbunden ist. Diese wiederum sind hauptverantwortlich für das Arbeiten des Holzes. Die Erklärung geht nun dahin, dass die Beschädigung der Zellstruktur für den Einspieleffekt verantwortlich ist und dass diese Beschädigung durch Vibrationen in Verbindung mit den hohen Belastungen des

schwingenden Systems (z. B. Saitenspannung) verursacht wird. Das feuchtigkeitsabhängige Arbeiten des Holzes wiederum hebt den Einspieleffekt wieder auf, da sich die zerstörten Strukturen neu formieren. Dies würde das Phänomen erklären, dass auch bereits eingespielte Geigen nach einer längeren Phase des Nichtspielens erst wieder durch erneutes Spielen reaktiviert werden müssen, weil in dieser Phase das Holz weiter arbeitet [10].

Eine recht ähnliche Theorie hält die Entspannung von Trocknungsstress für eine plausible Erklärung des Einspieleffekts [2]. Wenn grünes Holz trocknet, schwinden amorphe hydrophile Polymere wie Lignin und Hemicellulose, während die kristalline Cellulose unverändert bleibt. Da kristalline Cellulose steifer als die amorphen Polymere ist, wird deren Schwinden durch die Cellulose behindert, was zu internem Stress in der Zellwand führt. Dieser Stress kann jedoch teilweise durch Alterung oder auch durch Vibration abgebaut werden, was zu verbesserten akustischen Eigenschaften führt.

Eine andere Theorie [5] erklärt den Einspieleffekt durch eine langsame Verlagerung von Wassermolekülen weg von Stellen hoher Belastung hin zu Stellen mit niedriger Belastung. Eine ähnliche Erklärung geht ebenfalls von molekularer Neuordnung aus [11]. Möglicherweise liefern Vibrationen genügend Energie um die Verbindungen zwischen Wassermolekülen aufzubrechen, was zu geringerer interner Reibung führt [6]. Allerdings ist unklar, ob am fertigen Instrument die bestimmenden Materialkenngrößen des Holzes eine begünstigende Veränderung erfahren, oder ob nicht eher die "Compositstellen" am Instrument (Leimungen, Riemchen etc.) beeinflussbar sind [12].

Überprüfung des Einspieleffekts

Wie kann man überprüfen, ob sich ein Musikinstrument durch Einspielen klanglich verbessert? Grundsätzlich bieten sich dafür zwei verschiedene Herangehensweisen an: einerseits physikalisch akustische Messungen, andererseits subjektive Bewertungen durch Spieler oder Zuhörer. Was zunächst einfach klingt, ist jedoch alles andere als trivial. Akustische Messungen können lediglich einen physikalischen Unterschied zwischen den Zuständen vor und nach dem Einspielen feststellen, nicht jedoch, ob dieser Unterschied von Musikern oder Zuhörern überhaupt wahrgenommen wird, geschweige denn, ob ein wahrgenommener Unterschied positiv oder gar negativ bewertet wird. Hinzu kommt, dass bei festgestellten Veränderungen nicht ohne weiteres zwischen einem Effekt durch Einspielen einerseits und durch Alterung andererseits differenziert werden kann. Hierzu ist eine Kontrollgruppe zwingend erforderlich. Bei subjektiver Bewertung durch menschliche Versuchspersonen ist zusätzlich eine sogenannte Doppelverblindung erforderlich: um den Einfluss von Erwartungshaltungen auszuschließen, sollten weder die Versuchsperson noch der Versuchsleiter wissen, ob das zu beurteilende Instrument eingespielt wurde oder nicht.

Auf physikalischer Ebene wird häufig die Frequenzkurve ermittelt oder gar eine komplette Modalanalyse durchgeführt. Für die Modalanalyse findet sich eine anschauliche Einführung bei Schleske [13]. Details zur Frequenzkurvenmesstechnik finden sich bei Ziegenhals [14], der die Beziehung zwischen subjektiver und objektiver Beurteilung von Musikinstrumenten untersucht hat. Seine Ergebnisse zeigen, dass sich grundsätzlich aus der Frequenzkurve Merkmale ableiten lassen, mit denen ein gut-Trend definiert werden kann und die eine hinreichende Korrelation zu Musikerurteilen aufweisen. Es lässt sich dadurch eine Rangfolge von Instrumenten verschiedener Güte aufstellen, die sich der entsprechenden Bewertung durch Musiker annähert. Allerdings gibt es auch Fälle, in denen die Frequenzkurvenanalyse keine ausreichende Differenzierung zwischen Instrumenten liefert, obwohl Musiker

Unterschiede anmerken. Daher ist eine Beurteilung auch anhand von realen Musikeranspielen anzustreben, zumal sich die Qualität eines Musikinstrumentes erst in der durch den Spieler generierten Musik realisiert. Außerdem ist bei physikalischen Messungen zu berücksichtigen, dass die Messsituation praxisrelevant sein sollte, da der Musiker durch bewusste oder unbewusste Eingriffe die akustischen Eigenschaften des Instrumentes z.T. erheblich verändert. Eine Gitarre z.B. klingt anders, wenn sie von einem Spieler gehalten wird als wenn sie auf einem Labortisch liegt.

Bisher durchgeführte empirische Untersuchungen zum Einspieleffekt

Natürliches langfristiges Einspielen

Das Tokyo String Quartet gab 1994 ein Konzert auf unterschiedlichen Instrumenten-Sets. Einerseits spielten sie auf ihren eigenen alten (gut eingespielten) italienischen Instrumenten, andererseits spielten sie drei andere Sets von Instrumenten zeitgenössischer Geigenbauer, mit denen sie nie zuvor geprobt hatten. Anschließend wurde das Publikum befragt, ob es das Set der alten italienischen Instrumente identifizieren konnte, was tatsächlich der Fall war. Allerdings konnte das Publikum sowohl die Instrumente als auch die Musiker und deren Reaktion auf die Instrumente sehen [15]. Später wurden Aufnahmen des Konzerts einem Dutzend erfahrener Musiker mit der gleichen Aufgabenstellung vorgespielt. Keiner von ihnen konnte konsistent zwischen den alten und den neuen Instrumenten unterscheiden [16].

Weitere Experimente, in denen der angeblich bessere Klang alter italienischer Geigen im Vergleich zu zeitgenössischen Geigen untersucht wurde, kamen zu ähnlichen Ergebnissen. 21 erfahrene Geiger verglichen drei alte mit drei neuen Instrumenten. Bei den alten Geigen handelte es sich um von Stradivari und Guarneri gebaute Instrumente, die neuen Geigen waren Spitzeninstrumente in der Bauart von Stradivari bzw. Guarneri. Diese Vergleichsinstrumente waren zwischen einigen Tagen und einigen Jahren alt. Unter Doppelblind-Bedingungen stellte sich heraus, dass die Spieler dazu tendierten, die neuen Geigen zu bevorzugen. Darüber hinaus waren sie auch nicht in der Lage, zwischen den alten und den neuen Instrumenten zu unterscheiden [17]. In einer Erweiterung dieses Experiments wurden auch die Urteile von erfahrenen Zuhörern mit einbezogen. Auch die Zuhörer bevorzugten die neuen Instrumente und konnten nicht zuverlässig zwischen den alten und den neuen Instrumenten unterscheiden [18].

Hutchins [19] ermittelte die Frequenzkurven mehrerer Streichinstrumente, die unterschiedlich lange gespielt wurden. Der Pegel vieler Hohlraumresonanzen war angestiegen, insbesondere nach konsistent langem Spielen und bei Resonanzen oberhalb von 1 kHz. Allerdings zeigte sich eine Veränderung der Frequenzkurve auch bei einem Instrument, das sehr wenig gespielt wurde.

Für ein recht aufwendiges Experiment ließen Forscher zwei baugleiche Geigen aus 80 Jahre abgelagertem Holz herstellen, maßen die Frequenzkurven und führten Hör- und Spieltests mit erfahrenen Musikern durch [20]. Die Frequenzverläufe waren sehr ähnlich und unterschieden sich nur in Details und auch in den subjektiven Bewertungen unterschieden sich die Geigen nicht signifikant. Dann wurde eine Geige drei Jahre lang in einem Museum gelagert, während die andere in der Zeit von einem Berufsmusiker intensiv gespielt wurde. Drei Jahre später wurden die Instrumente erneut getestet, wobei sich wieder das gleiche Ergebnis fand: weder in der Frequenzkurve noch bezüglich der Hör- und Spieltests unter Verblindung unterschieden sich die beiden Geigen signifikant. Sieben Jahre später, anlässlich des 10-jährigen Jubiläums

des Projekts, trafen die beiden Geigen erneut aufeinander. Leider handelte es sich dabei nur um einen informellen Vergleich, bei dem keine erneuten Messungen durchgeführt wurden. Jedoch waren sich alle Anwesenden einig, dass beide Instrumente immer noch sehr ähnlich klangen. Die Museumsgeige wurde etwas offener im Klang empfunden, während die gespielte Geige etwas dunkler im Ton war. Allerdings befanden sich auf der gespielten Geige ältere Saiten, während die Museumsgeige recht neue Saiten hatte [21].

Künstliches "Einspielen" durch aufgezwungene Vibrationen

Hutchins & Rodgers [10] beeinflussten mittels Vibrationen die Differenz zwischen zwei bestimmten Resonanzen bei Geigen. Dabei handelte es sich um die Hohlraumresonanz A1 (ca. 450 - 490 Hz) und die Korpusresonanz B1 (ca. 480 - 560 Hz). Diese Differenz stellt für die Autoren ein wesentliches Qualitätsmerkmal von Geigen dar. Mit einem Holzstab verbanden sie einen Lautsprecher mit dem Geigensteg und ließen einen Klassik Radiosender 1.500 Stunden lang über den Lautsprecher abspielen, so dass die Geige über den Steg in Vibrationen versetzt wurde. Bei den zwölf so vibrierten Geigen verringerte sich die Differenz zwischen A1 und B1 um durchschnittlich 22 Hz, wobei sich nur die Korpusresonanz, nicht jedoch die Hohlraumresonanz änderte. Zwei nicht behandelte Geigen dienten zur Kontrolle. Deren Korpusresonanz B1 verringerte sich durch Feuchtigkeitsschwankungen lediglich um 5 Hz. Spieler, die die Geigen unmittelbar vor und nach der Vibrationsbehandlung testeten, nahmen bei den behandelten Instrumente eine leichtere Ansprache und einen weniger scharfen Ton wahr als vor der Behandlung. Genauere Angaben zu den Testbedingungen der Anspieltests oder bezüglich einer Verblindung oder zur Anzahl der Spieler werden von den Autoren nicht gemacht. Nach mehreren Monaten des Nichtspielens war die B1 Frequenz der behandelten Geigen wieder um durchschnittlich 15 Hz nach oben gewandert.

Mit einer sehr ähnlichen Methode wurden in einem Experiment drei Geigen und eine Bratsche für 500 Stunden einer Vibrationsbehandlung unterzogen, ebenfalls mittels eines Radiosenders [16]. Unmittelbar vor und nach der Behandlung wurden die Instrumente durch fünf kompetente Spieler angespielt und Audioaufnahmen für Hörbeurteilungen gemacht, so dass für jedes Instrument sowohl Spiel- als auch Hörbewertungen durchgeführt werden konnten. Alle Teilnehmer waren sicher, dass sich die Instrumente verändert hatten und die meisten empfanden eine positive Veränderung. Eine statistische Auswertung wurde nicht durchgeführt. Unklar ist, ob die Teilnehmer um die Vibrationsbehandlung wussten und ob das Experiment unter Blind- oder gar Doppelblind-Bedingungen durchgeführt wurde.

Mittlerweile sind auf dem Markt kommerzielle Einschwingapparaturen erhältlich. In einem Experiment wurde die Wirksamkeit eines solchen Gerätes getestet, das die Saiten von Gitarren und somit über den Steg auch die ganze Gitarre in Vibrationen versetzt [9]. Drei Paare (gleicher Hersteller, Modell, Baujahr) von neuen Gitarren unterschiedlicher Qualität wurden getestet. Jeweils ein Exemplar eines Paares wurde 348 Stunden lang der Vibrationsbehandlung unterzogen, das andere Exemplar diente als Kontrolle. Sowohl die Frequenzkurven als auch die subjektiven Einschätzungen von neun erfahrenen Spielern nach Anspieltests unter Doppelblind-Bedingungen wurden jeweils vor und nach der Behandlung gemessen. Dabei zeigte sich kein Einfluss der Behandlung, weder in den Frequenzkurven noch in den subjektiven Bewertungen. Die Teilnehmer konnten auch nicht konsistent unterscheiden, welche Gitarre einer Behandlung unterzogen wurde und welche nicht. Die Autoren sehen aufgrund ihrer Daten eher Suggestion und Marketing bzw. fehlende kontrollgruppenbasierte Testung unter Doppelblind-Bedingungen als Gründe für die immer wieder anekdotisch vorgebrachte Wirksamkeit dieser Vibrationsbehandlung. Allerdings weisen sie darauf hin, dass die durch diese Einschwingapparatur in die Gitarre eingebrachte

Energie wesentlich geringer ist als die Energie, die bei normalem Spiel mit einem Plektrum eingebracht wird.

Wesentlich mehr Energie (und somit eine größere Schwingungsamplitude) wird bei einer Prozedur eingebracht, die als *Vibrationsentdämpfung* bekannt ist. Entwickelt wurde diese von Gerhard von Reumont, der sich dieses Verfahren patentieren ließ [22]. Dabei wird ein Unwuchtmotor am Steg von Streich- oder Zupfinstrumenten angebracht, die dadurch sehr starken Vibrationen ausgesetzt werden. Dadurch sollen Verspannungen im Instrument gelöst werden. Die Wirkung des Vibrationsentdämpfens soll auf einem Relaxationsvorgang beruhen, der durch sehr häufiges Overstressing, also Überdehnen, ausgelöst wird. Dies soll zu einem besseren und ausgeglichenerem Klang, einer leichteren Ansprache sowie längeren Ausklingzeiten führen. Als Maß für die Dämpfungsabnahme gilt für von Reumont die gemessene Abnahme der Leistungsaufnahme des Unwuchtmotors, weil dieser mit abnehmender Dämpfung auch weniger leisten muss. Die Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig bestätigte in einem Gutachten die Wirksamkeit dieser Methode auf Grundlage einer Frequenzkurvenmessung. Zollner [23] merkt dazu an, dass sich diese Methode nicht für *solid body* E-Gitarren eignet, da deren Korpus nicht schwingen soll. Er kritisiert auch, dass aufgrund von Messungenauigkeiten die Leistungsaufnahme des Motors kein geeignetes Maß für die Dämpfungsabnahme ist. Auch die am PTB durchgeführte Messung kritisiert er, da die in das Instrument eingebrachte Leistung nicht gemessen wurde.

Allerdings wurden in der Folgezeit auch noch weitere physikalische Messungen an vibrationsentdämpften Instrumenten veröffentlicht. Dabei zeigten sich bei Gitarren Veränderungen im Frequenzkurvenverlauf sowie eine Verlängerung der Ausklingzeiten [24]. Für zwei Celli wurde die Frequenzkurvenmessung sowie eine komplette Modalanalyse dokumentiert [12, 25]. Dabei zeigte sich eine erhöhte Gesamtzahl an Resonanzen, eine Erhöhung der Eigenfrequenzen der Moden, eine generelle Abnahme der Dämpfung (jedoch eine erwünschte Zunahme der sogenannten Strahlungsdämpfung im Bereich der tiefsten Körperschwingung) sowie geringere Niveauunterschiede der BiegeWellenamplituden.

Es gibt jedoch auch Untersuchungen, die keine wesentlichen Auswirkungen dieser Methode fanden. Meinel & Holz [26] überprüften die Wirksamkeit des Verfahrens, wobei sie jedoch mit geringerer Energieeinspeisung als vom Erfinder vorgesehen arbeiteten. Sie kommen zu dem Schluss, dass eine Verbesserung der akustischen Qualität zwar grundsätzlich möglich ist, aber es traten nicht bei allen behandelten Instrumenten nachweisliche Qualitätsgewinne auf. Insgesamt waren die Auswirkungen auf die Frequenzkurve nur unwesentlich. Im Gegensatz zu oben angeführten Ergebnissen [12, 25] fanden sie eine Frequenzabnahme (und nicht Zunahme) der Resonanzen. Weiterhin zeigten sich Pegelgewinne, aber auch Pegelverluste und Vertiefung von Resonanzlücken. Auch Leonhardt [27] fand keine dauerhafte Verbesserung bei zwei untersuchten Geigen. Nach sechs Monaten Dauerbehandlung durch Vibration fand er zwar durchaus mess- und hörbare Veränderungen, jedoch waren diese nicht nur positiv, sondern auch negativ. Nach weiteren drei Jahren des Nichtspielens waren insgesamt keine Verbesserungen festzustellen. Er kommt zu dem Schluss, dass scheinbare Vorteile gleichzeitig auch Nachteile mit sich bringen.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die vorliegenden Daten hinsichtlich eines objektiv messbaren Effekts durch natürliches Einspielen sind uneinheitlich. Eine Untersuchung fand kaum Auswirkungen auf die Frequenzkurve [20], eine andere hingegen schon, wobei sich allerdings auch Veränderungen

bei einem sehr wenig gespielten Instrument zeigten [19]. Eine subjektiv empfundene Klangverbesserung zeigte sich unter kontrollierten Bedingungen nicht [20]. Selbst eine bloße Unterscheidbarkeit von viel gegenüber wenig gespielten Instrumenten konnte nicht nachgewiesen werden [16, 17, 18, 20]. Auch ohne Nachweis scheint es zwar zunächst plausibel, dass Instrumente sich zeit- oder spielabhängig klanglich verändern, aber warum sollte dies immer positiv sein?

Künstliches "Einspielen" durch Vibrationsbehandlung kann objektiv messbare Auswirkungen haben, die jedoch nicht in jedem Fall nachgewiesen wurden [9]. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte das unterschiedliche Energieniveau sein, das je nach Methode dem Instrument zugeführt wird. Für das hoch energetische Verfahren der Vibrationsentdämpfung nach von Reumont liegen bisher in erster Linie objektiv gemessene Auswirkungen vor [22, 24, 25]. Subjektive Bewertungen hierfür wurden bisher nur informell gemacht [27] oder existieren lediglich in Form von anekdotischen Einzelfallschilderungen von zufriedenen Kunden kommerzieller Anbieter dieses Verfahrens. Auch wenn diese zahlreich vorgebracht wurden, bleiben sie jedoch genau das: anekdotische Einzelfallschilderungen. Solche Kundenmeinungen könnten theoretisch auch psychologisch erklärt werden. Ein Nachweis durch kontrollgruppenbasierte Testungen unter Doppelblind-Bedingungen wurde bisher noch nicht erbracht. Das bedeutet jedoch nicht, dass das Verfahren keine hörbaren Veränderungen bewirkt. Ein klarer Beleg dafür steht allerdings noch aus, ebenso für die Frage, ob die Veränderungen überwiegend als positiv empfunden werden.

Dieser Artikel erschien in der Zeitschrift European:

Weldert, G. (2017): Klangverbesserung von Musikinstrumenten durch Einspielen: Fakt oder Fiktion? *European* 3/2017, 37-40.

Literatur:

- [1] Dimigen, E.; Dimigen, H. (2015): Altern Geigen? Tonholz aus Sicht des Anwenders und Wissenschaftlers. Tagungsband zum Seminar des FAMA in der DEGA, Hamburg.
- [2] Obataya, E. (2016). Effects of natural and artificial ageing on the physical and acoustic properties of wood in musical instruments. *Journal of Cultural Heritage*.
- [3] Ziegenhals, G. (2013): Akustisch relevante Veränderungen von Musikinstrumenten-Holz bei Lagerung und Gebrauch. Internet-Veröffentlichung des IfM Zwota: www.ifm-zwota.de (Stand: 10.05.2017).
- [4] Sobue, N., & Okayasu, S. (1992). Effects of continuous vibration on dynamic viscoelasticity of wood. *J Soc Mat Sci Jpn*, 41(461), 164-169.
- [5] Hunt, D. G., & Balsan, E. (1996). Why old fiddles sound sweeter. *Nature*, 379(6567), 681.
- [6] Le Conte, S., Vaiedelich, S., & François, M. (2007). A wood viscoelasticity measurement technique and applications to musical instruments: first results. *J. Violin Soc. Am.: VSA Papers*, 21, 1.
- [7] Akahoshi, H., Chen, S., & Obataya, E. (2015). Effects of continuous vibration on the dynamic viscoelastic properties of wood. COST FP1302 WOODMUSICK Conference guide and abstracts, 43-44.

- [8] Grogan, J., Braunstein, M., & Piacsek, A. (2003). An experimental study of changes in the impulse response of a wood plate that is subject to vibrational stimulus. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 113(4), 2315-2316.
- [9] Clemens, B. M., Kadis, J., Clemens, D. M., Pollak, E. J., Clark, P., & Groves, J. R. (2014). Effect of vibration treatment on guitar tone: a comparative study. *Savart Journal*, 1(4).
- [10] Hutchins, C. M., & Rodgers, O. E. (1992). Methods of changing the frequency spacing (delta) between the A1 and B1 modes of the violin. *Catgut Acoustical Society Journal*, 2(1), 13-19.
- [11] Sobue, N. (1995). Effect of continuous vibration on dynamic viscoelasticity of wood, in *Intl. Symp. on Musical Acoustics*, Le Normont, Dourdan, France: SFA.
- [12] Lehmann, G., Lehmann, M. (2001). Erfahrungen und Bemerkungen über die Effizienz eines Verfahrens zur Vibrationsbehandlung von Streichinstrumenten, Teil III *Instrumentenbau Zeitschrift*, 11/12 2001, 28-33.
- [13] Schleske, M. (1992). Modalanalyse im Geigenbau - Vom praktischen Nutzen physikalischer Forschung im Musikinstrumentenbau. Teil I: Grundlagen *Das Musikinstrument*, Jahrg. 41 (2-3), 98-106.
- [14] Ziegenhals, G. (2010). *Subjektive und objektive Beurteilung von Musikinstrumenten: eine Untersuchung anhand von Fallstudien*. TUDpress, Verlag der Wiss.
- [15] Pickering, N. C. (1994). Old versus new instruments at Cambridge. *Catgut Acoustical Society Journal*, 2(6), 39-40.
- [16] Ling, D., & Killion, M. (1997). New versus old: Playing-in instruments through vibratory transmission of music to the bridge. *Catgut Acoustical Society Journal*, 3(3), 42-44.
- [17] Fritz, C., Curtin, J., Poitevineau, J., Morrel-Samuels, P., & Tao, F. C. (2012). Player preferences among new and old violins. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(3), 760-763.
- [18] Fritz, C., Curtin, J., Poitevineau, J., & Tao, F. C. (2017). Listener evaluations of new and Old Italian violins. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(21), 5395-5400.
- [19] Hutchins, C. M. (1998). A Measurable Effect of Long-Term Playing on Violin Family Instruments. *Catgut Acoustical Society Journal*, 3(5), 38-40.
- [20] Inta, R., Smith, J., & Wolfe, J. (2005). Measurement of the effect on violins of ageing and playing. *Acoustics Australia*, 33(1-25).
- [21] Lea, M. (2011). The Violin Twins 10th Anniversary. <https://maas.museum/inside-the-collection/2011/12/28/3191/> (Stand: 10.05.2017).
- [22] von Reumont, G. A. (1996). *Theorie und Praxis des Vibrationsentdämpfens zur Resonanzverbesserung von Musikinstrumenten: Beseitigung von Wolfönen und andere Regulierungsarbeiten*. Verlag der Instrumentenbau-Zeitschrift.
- [23] Zollner, M. (2007). Physik der Elektrogitarre. *preprint*. <https://homepages.fh-regensburg.de/~elektrogitarre/physikelektrogitarre-Dateien/inhaltsverzeichnis.pdf> (Stand: 10.05.2017).
- [24] Hegewald, H., von Reumont, G.A., Sandvoss, K. (1997). Forschungsarbeiten gehen weiter - Neue Erkenntnisse beim Vibrationsentdämpfen von Gitarren. *Instrumentenbau Zeitschrift*, 7/8 1997, 31-38.
- [25] Lehmann, G., Lehmann, M. (2000). Erfahrungen und Bemerkungen über die Effizienz eines Verfahrens zur Vibrationsbehandlung von Streichinstrumenten, Teil II *Instrumentenbau Zeitschrift*, 11/12 2000, 11-16.
- [26] Meinel, E., Holz, D. (1980). Überprüfung Verfahren Reumont. *Unveröffentlichter Forschungsbericht des Institut für Musikinstrumentenbau, Zwota*.
- [27] Leonhardt, K. (1997). *Geigenbau und Klangfrage*. Verlag Erwin Bochinsky.