

Holzalterung und akustisch relevante Eigenschaften

Holger Schiema, Gunter Ziegenhals

IfM - Institut für Musikinstrumentenbau e.V. an der TU Dresden, 08267 Zwota, post@ifm-zwota.de

Einleitung

HOLZ [1] kam im Ergebnis seiner Arbeiten zu dem Schluss, dass das Quell- und Schwindverhalten zwar im Mittel nicht vom Alter der Holzprobe abhängt, jedoch die Streuung der Ergebnisse zwischen verschiedenen Proben mit deren wachsendem Alter abnimmt. Nun wird im Instrumentenbau immer wieder auf die Abhängigkeit der Dämpfung von der Holzfeuchte verwiesen. Der anerkannte Kenntnisstand besagt, dass die Dämpfung bei 8 % ... 9 % Holzfeuchte ein Minimum aufweist. Es gab sogar einmal Bestrebungen, kleine Klimageräte in Klaviere einzubauen, um den Resonanzboden immer auf 8 % Holzfeuchte zu halten. Nun ergaben verschiedene Recherchen, dass alle diese Aussagen letztlich auf eine Veröffentlichung von KOLLMANN [2] zurückgehen. Das in der Regel von vorangehenden Generationen angelegte Holzlager stellt den Schatz jedes Streich- und Zupfinstrumentenmachers dar, auf den er gern beim Instrumentenverkauf und in der Werbung verweist. Angaben von Lagerzeiten im Bereich einiger Jahrzehnte sind dabei eher die Regel als die Ausnahme. Im Rahmen aktueller Arbeiten im IfM ergab sich nun die Frage, ob die Abhängigkeit des Elastizitätsmoduls und der Dämpfung von der Holzfeuchte sich mit zunehmendem Alter des Holzes, d.h. mit zunehmender Lagerdauer verändert. In Zusammenhang mit den Ergebnissen von HOLZ [1] stellt sich konkret die Frage, ob aus sehr lange gelagertem Holz gefertigte Instrumente hinsichtlich ihrer akustischen Eigenschaften weniger auf Klimaschwankungen reagieren.

Probenmaterial und Feuchtebereich

Die Untersuchungen fanden an langen, dünnen Probestäben der Abmessungen 460 mm x 20 mm x 3 mm statt. Diese wurden aus Holzproben gefertigt, deren Alter (nach dem Einschlag) bekannt war. Tabelle 1 stellt die Proben zusammen. Die Bezeichnungen resultieren aus der Gesamtbezeichnung der Proben im Rahmen des Projektes.

Tabelle 1: Verwendete Proben, Fi – Fichte, Ze – Zeder (Western red cedar), Ah – Ahorn

Bezeichnung	Alter/a	Bezeichnung	Alter/a
Fi T1	?	Ah 17/1	0,5
Fi T2	?	Ah 17/2	0,5
Fi 6-1/1	10	Ah 17/3	0,5
Fi 6-1/2	10	Ah 20/1	21
Ze 11-1/1	15	Ah 20/2	21
Ze 11-1/2	15	Fi 21-2/1	0,5
Ze 12/1	1	Fi 21-2/2	0,5
Ze 12/2	1		

Die Untersuchungen sollten Feuchtigkeitswerte berücksichtigen, die sich bei Klimawerten einstellen, mit denen

man im Rahmen der typischen Nutzung klassischer Musikinstrumente rechnen muss. Wir gingen hierbei von Temperaturen zwischen 20°C und 45°C sowie rel. Luftfeuchten zwischen 15 % und 85 % aus. In diesem Klimabereich können sich Holzfeuchten zwischen etwa 3 % und 20 % einstellen. Wir wählten nun die in Tabelle 2 zusammengestellten Klimapaare, auf die wir die Atmosphäre in unserem Klimaschrank einstellten. Nach dem Loughborough-Diagramm (Kollmann [3]) sollten sich im Gleichgewichtszustand die ebenfalls in Tabelle 2 aufgeführten Holzfeuchten einstellen.

Tabelle 2: Für den Feuchteversuch im Klimaschrank eingestellte Wertepaare und resultierende Gleichgewichtsfeuchte im Holz

Temperatur in °C	rel. Luftfeuchte in %	Holzfeuchte in %
30	86,5	18
40	80	15
40	70	12
45	55	9
25	30	6
45	35	6
44	15	3

Vor Beginn der Messungen befanden sich alle Proben im Lager des IfM, in dem ein Klima von 21°C ± 0,5 grad und einer rel. Luftfeuchte von 50 % ± 3 % aufrecht erhalten wird. Zu Beginn des Experimentes wurden alle Stäbe X/2 und (soweit vorhanden) X/3 aus dem Lager entnommen und im Klimaschrank über 48 h bei 30°C und 86,5 % rel. Luftfeuchte auf 18 % Holzfeuchte konditioniert. Nach der Konditionierung erfolgte die Messung und die Umstellung der Klimadaten auf die nächst niedrigere Holzfeuchte. Es begann die nächste Konditionierung über 48 h. Das Experiment verlief fortlaufend. Fiel in die Konditionierung ein Wochenende, so dauerte sie 72 h. Die Stäbe /1 verblieben zunächst im Lager, wurden jeweils 45 min vor der Messung in das aktuelle Versuchsklima gebracht und nach der Messung wieder in das konstant klimatisierte Lager gelegt. Es lagen also Proben mit zwei Belastungsvarianten vor: kurzzeitige Klimabelastung und anschließende Rückkonditionierung auf Normalklima (Kurzbezeichnung: kurz) und Dauerbelastung mit schrittweiser Verringerung der Holzfeuchte (Kurzbezeichnung: lang). Nach Abschluss der Serie und einer Konditionierung aller Proben im Lager des IfM über eine Woche erfolgte eine abschließende Messung aller 15 am Experiment beteiligten Stäbe.

Durchführung der Messungen

Anhand der Abmessungen der Stäbe und deren Massen erfolgte zunächst die Bestimmung der Dichten nach der Konditionierung. Anschließend fand ein Biegeschwingversuch in Anlehnung an EN ISO 6721-3 statt. Aus den erhaltenen Übertragungskurven Schwingweg pro Krafein-

trag berechnet man Elastizitätsmodul und Dämpfung für einzelne Moden. In die Auswertung gelangten jeweils die von den ersten drei Biegemoden hervorgerufenen Resonanzen.

Ergebnisse

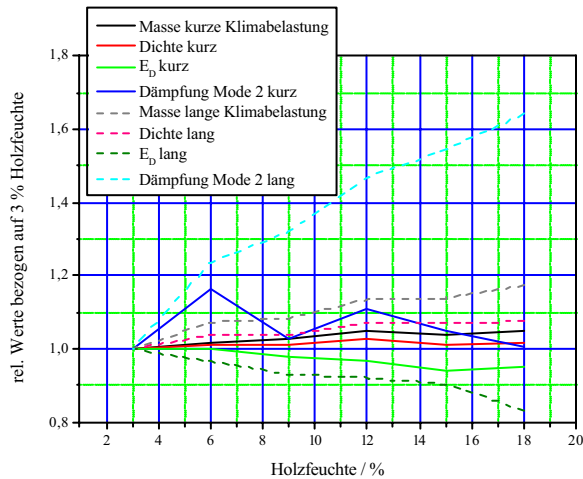


Abbildung 1: Über alle Proben gemittelte Ergebnisse, aufgespalten in kurze und lange Klimabelastung

In Abbildung 1 sind die relativen Verläufe der Merkmale in Abhängigkeit von der Holzfeuchte, normiert auf den Zustand Holzfeuchte 3 % dargestellt. Es zeigt sich das zu erwartende Ergebnis: Der Elastizitätsmodul sinkt mit wachsender Holzfeuchte, Masse, Dichte und Dämpfung steigen. Der Abfall des Elastizitätsmoduls liegt ähnlich wie der Anstieg der Masse im Mittel im Bereich von 10 %. Die Dichte steigt um nur 5 %. Dies resultiert aus der mit der Feuchteaufnahme einhergehenden Quellung des Holzes! Die Dämpfung steigt deutlich an. Das bei 9 % erwartete Minimum der Dämpfung deutet sich zwar an, ist aber nicht wirklich als Minimum ausgeprägt. Die Effekte erhöhen sich bei längerer Belastung.

Vergleicht man den Zustand der Probestäbe vor und nach dem Experiment, wobei vor der Nachmessung eine erneute Konditionierung im Lager des IfM von einer Woche erfolgte, so weist die Dichte wieder ihren ursprünglichen Zustand auf. Der E-Modul erhöhte sich im Schnitt um 4 %, wobei die kurz behandelten Proben nur Erhöhungen um 2 % aufweisen. Die Dämpfung der 2. Biegemode sinkt im Schnitt um 16 %. Mode 1 und 3 zeigen hier sehr unübersichtliche Ergebnisse.

Abbildung 2 stellt Ergebnisse für Einzelproben, hier den auf 3 % Holzfeuchte normierten E-Modul dar. Generell zeigen sich die Tendenzen, die wir schon aus der Darstellung der Mittelwerte kennen. Man erkennt darüber hinaus eine deutlich wachsende Streuung der Werte zu höheren Holzfeuchten hin. Interessant ist, dass Zeder in Hinblick auf den Elastizitätsmodul praktisch nicht auf die kurze Klimabelastung reagiert, im Falle der langen Konditionierung sich aber wie die anderen beiden Hölzer verhält. **Eine vom Probenalter abhängige Tendenz ist nicht festzustellen. Im Falle der Dämpfung ist eine geringfügige Neigung**

älter Proben zu weniger Streuung zu verzeichnen. Der Effekt ist jedoch nur sehr schwach ausgeprägt und seine praktische Bedeutung fraglich. Insofern bestätigen sich hinsichtlich der generellen fehlenden Abhängigkeit der Veränderungen vom Probenalter die Beobachtungen von Holz aus dem Jahre 1967. Im Falle der Streuung der Werte kann die HOLZsche Aussage auf die elastomechanischen Größen nur sehr bedingt übertragen werden.

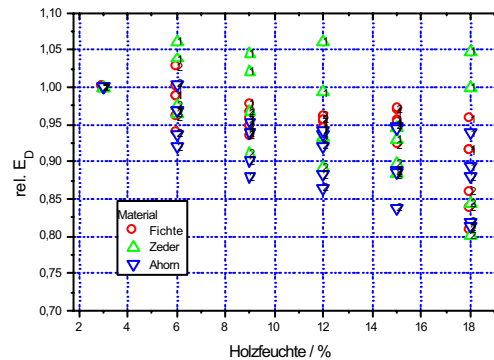


Abbildung 2: relativer E-Modul für die Einzelproben in Abhängigkeit von der Holzfeuchte, 1-45 min. Behandlung, 2-48 h Behandlung

Zusammenfassung

Im gesamten betrachteten Klimabereich verändern Masse und Elastizitätsmodul bei Ahorn, Fichte und Zeder (Western red cedar) ihre Werte um ca. 17 %, die Dichte um ca. 8 %. Die Dämpfung variiert um 100 %. Beschränkt man sich auf den häufigen Raumklimabereich, der Holzfeuchten zwischen 6 % und 12 % bedingt, so beschränkt sich die Variation für Elastizitätsmodul, Masse und Dichte auf rund 5 %, bei der Dämpfung auf rund 50 %. Bereits nach 45 min. Einfluszeiten der jeweiligen Bedingungen sind ca. 30 % dieser Veränderungen realisiert.

Letztere Feststellungen korrespondieren mit Beobachtungen bei Messungen im IfM im Zusammenhang mit Messungen an Referenzinstrumenten. Diese werden im klimatisierten Lager aufbewahrt. Für Messungen werden sie jeweils für ca. 45 min. in ein nicht klimatisiertes Labor gebracht. Aus Frequenzkurvenmessungen gewonnene Merkmale korrelieren mit der Außentemperatur.

Literatur

- [1] Holz, D.: Untersuchung zu Möglichkeiten zur Verkürzung der Vorratsnorm bei Exotenhölzern. Unveröffentlichter Bericht IfM 1967
- [2] Kollmann, F.; Krech H.: Dynamische Messung der elastischen Holzeigenschaften und der Dämpfung. Holz als Roh- und Werkstoff 18(1960)2 S. 41-54
- [3] Kollmann, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe Springer Verlag 1982

Das IGF-Vorhaben 16044 BR der Forschungsvereinigung Forschungsgemeinschaft Musikinstrumente e.V., Brunnenstr. 31, 65191 Wiesbaden wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.