

Tonholz - Was ist das eigentlich?

Gunter Ziegenhals

GITEC-meeting 2021

Vormals IfM - Institut für Musikinstrumentenbau e.V. an der TU Dresden, gu-ziegenhals@t-online.de

Einleitung

Liest man Artikel über Musikinstrumente, Beschreibungen entsprechender Produkte und Argumentationen zur Qualität von Musikinstrumenten taucht immer wieder der Begriff **Tonholz** auf. Firmen, die den Musikinstrumentenbau mit Holz und Holzzuschnitten versorgen, tragen den Begriff teilweise im Namen.

Augenscheinliches, Vermeintliches und Wahres

Nur sehr wenige Wissenschaftler und Ingenieure beschäftigen sich intensiv (man könnte eigentlich sagen „hauptamtlich“) mit dem Phänomen der Funktion der Musikinstrumente

Dazu wurde folgender Versuch durchgeführt. Den Anwesenden wurde der Klang zweier kleiner trompetenähnlicher Instrumente (siehe Abbildung), Länge 410 mm, live vorgespielt. Es erklang jeweils ein Ton e^1 . Die Korpusse der Instrumente bestehen aus Messing (118 g) bzw. Pappmaché (leim-



getränktes Papier, 23g). Beide Instrumente haben identische Mundstücke aus Aluminium, 34 g. Aufgrund ihrer Mensur (Bohrungsverlaufes) sprechen die Instrumente nicht wie eine Trompete auf die zweite Resonanz, sondern auf die erste gut an. Man spielt also den sogenannten Pedalton.

Abbildung 1: Demonstrierte Blasinstrumente

Trotz des unterschiedlichen Korpusmaterials klingen beide Instrumente, wie man sich den Klang eines Metallblasinstrumentes vorstellt, eben blechern. Es waren praktisch keine Unterschiede wahrnehmbar. Nun verändern sich aber zweifellos mit dem Material die Schwingungseigenschaften des Korpus. Müsste das nicht hörbar werden? Untersuchungen zeigten, dass die Wandschwingungen des Korpus tatsächlich den Schall beeinflussen. Der Einfluss liegt aber in der Größenordnung 0,5 dB! Dies nimmt man nicht wahr. Frage 2. Wenn man den Einfluss der Wand nicht wahrnimmt, woher dann der metallische Klang? Nun, jüngere Untersuchungen zeigten, dass der typische Klang der Metallblasinstrumente eben nicht auf den Schwingungen der Wand beruht, sondern auf Nichtlinearitäten der Schallausbreitung in der im Korpus eingeschlossenen Luftsäule [1], [2]. Bleibt die Frage, warum sich im Ergebnis vieler Beobachtungen und Aussagen von Musikern der Klang der Instrumente verändert, wenn man das Material und/oder die Konstruktion variiert, z. B. zusätzliche Stützen zwischen den Rohrbögen in das Instrument einbaut? Anhaltspunkte dazu gaben Untersuchungen im IfM, als man versuchte, die Schwingungen der Wand zu unterdrücken. Dazu wurde eine Trompete in ein mit Sand gefüllte KG-Rohr gesteckt und ein baugleiches Instrument daneben montiert.



Abbildung 2: "Aussanden der Trompete"



Abbildung 3: : Zwei typgleiche Trompeten, die rechte steckt spielbereit in einem mit Sand gefüllten PVC – Rohr

Beim Anspielen konnten die Musiker die Instrumente selbst nicht berühren. Sie hatten plötzlich große Probleme die Instrumente zu blasen. Dies führte zu dem Schluss, dass veränderte Schwingungen des Instrumentenkörpus zwar den Schall nicht direkt beeinflussen, der Musiker diese aber haptisch wahrnimmt. Offenbar nutzt er ertastete Reaktionen des Instrumentes für seine Spielkontrolle. Der Bläser reagiert also auf das veränderte Schwingungsverhalten des Instrumentes und verändert damit den Klang [3]. Scheinbar Bekanntes, unserer täglichen Erfahrung Entsprechendes kann also offenbar nicht ohne weiteres, oder manchmal gar nicht, einfach auf den Fall Musikinstrument übertragen werden. Vielmehr sind, wie auf allen anderen Gebieten, umfangreiche und damit teure Untersuchungen zur Klärung notwendig. Vielleicht fehlt aber manchmal auch ein echtes Interesse das Problem tatsächlich zu lösen, weil der Ist-Zustand gar nicht so unbequem ist.

Versuch einer Definition „Tonholz“

Fasst man die Aussagen verschiedener Quelle im Internet zusammen, so kann man folgende Definition formulieren

- Als **Klangholz**, **Tonholz** oder **Resonanzholz** bezeichnet man Holz, das sich für den Bau von Musikinstrumenten eignet.

Anforderungen (nach Wikipedia)

- langsam gewachsen - enge Jahresringe
- möglichst gerade gewachsen sein
- wenig Äste aufweisen
- Schallgeschwindigkeit sollte möglichst hoch sein.
- je nach Verwendungszweck verschiedene Holzarten bevorzugt.
- viele Jahre lang gelagert und luftgetrocknet, um möglichst alle Spannungen im Holz abzubauen

Diese Forderungen treffen allerdings selten alle zugleich zu.

Im Fachbereichsstandard der DDR TGL 15 799/12 (TGL = Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen) namens ROHHOLZ – Klangholz, Zündwarenholz(!) vom Dezember 1988 wurden Vorschriften für Klangholz definiert. Man findet Auszüge aus dieser TGL im Anhang. Liest man genauer, findet man eigentlich nur Forderungen hinsichtlich Äußerlichkeiten. Konkrete Materialkennndaten werden nicht aufgeführt. Diese sind aber ja gerade für das akustische Verhalten maßgeblich.

Die Suche nach einer belastbaren, technisch sinnvollen Definition für den Begriff Tonholz gestaltet sich also recht mühsam. Bevor nun konkreter nach den Holzeigenschaften gesucht wird, sollen für die im obigen ersten Definitionsversuch quasi synonym verwendeten Begriffe die in Fachkreisen typische Verwendung aufgeführt werden:

Tonholz – Umgangssprachliche, allgemeine Bezeichnung für Holz im Musikinstrumentenbau, vorzugsweise für akustisch tragende Teile. Der Praktiker versteht im Allgemeinen in Mitteleuropa die Holzarten Fichte und Ahorn darunter.

Klangholz – Der Begriff Klangholz wird für das Rundholz (Rohholz) benutzt, welches für die Herstellung von Bauteilen für Musikinstrumente mit Saiten vorgesehen ist. Oft wird der Begriff mit der Vorstellung der Klangerzeugung verbunden.

Resonanzholz – wird für aus Klangholz hergestellte Zuschnitte verwendet. Ursprünglich charakterisiert der Begriff Holz für Teile, die (durch Resonanz) die Klangabstrahlung verstärken.

Eigenschaften von Holz

Holz ist kein isotroper Werkstoff. Seine Materialeigenschaften sind nicht konstant, sondern vom Ort abhängig. Darüber hinaus weisen einige Materialeigenschaften eine Richtungsabhängigkeit auf. Man definiert im Holz drei Hauptrichtungen:

- F** – in Faserrichtung – y-Richtung
- q** – quer zur Faserrichtung – x-Richtung

- t** – tangential zum Stamm – z-Richtung



Abbildung 4: Eigenschaftsrichtungen (Orientierungsrichtungen) im Holz

Teile für Musikinstrumente werden typischerweise radial aus dem Holz (aus dem Stamm) geschnitten. Dabei liegt die Hauptlasttrichtung in Faserrichtung. Eine Gitarren- oder Geigendecke weist mit ihrer Längsrichtung in Richtung der Faser, die Breite der Decke liegt quer zur Faserrichtung und die Dicke weist in die tangentielle Richtung. Aufgrund des ungleichen Wachstums in den Jahreszeiten weist Holz Früh- und Spätholzzonen, die als Jahrringe sichtbar werden, auf. Die Zonen haben unterschiedliche Dichten, aber man gibt typisch nur einen Mittelwert ρ an. Anders beim Elastizitätsmodul E . Er differiert sehr stark in Bezug auf die Hauptrichtungen. Für Fichte beispielsweise gilt nach [4] im Mittel

- $E_F = 10 \text{ GPa}$
- $E_q = 0,8 \text{ GPa}$
- $E_t = 0,45 \text{ GPa}$

Der Elastizitätsmodul (E-Modul) wird in der Druckeinheit **Pascal (Pa)** angegeben. Da die Werte sehr hoch ausfallen, verwendet man zur Vereinfachung der Zahlenwerte den Vorfaktor $G = \text{Giga} = 10^9$. Für die akustischen Eigenschaften der Musikinstrumente sind E_F und ρ die entscheidenden Größen. Welche Werte für diese zu empfehlen sind, hängt von der Verwendung ab. Stabspiele sollen z. B. nach dem Anschlag möglichst lang klingen. Die Dämpfung einer Schwingung ist nun umso geringer, je mehr Masse das schwingende Objekt hat.

$$x(t) = e^{-\frac{r}{2m}t} \left(A e^{i \left(\sqrt{\frac{k}{m} - \frac{r^2}{4m^2}} \right) t} + B e^{-i \left(\sqrt{\frac{k}{m} - \frac{r^2}{4m^2}} \right) t} \right)$$

Man strebt also schwere Klangstäbe an. Damit sie nicht unhandlich werden, braucht man also Hölzer hoher Dichte. Um alle Töne mit nicht zu großen Stäben realisieren zu können, müssen sie hinreichend steif sein. Hierfür sorgt ein möglichst großer Elastizitätsmodul in Faserrichtung. **Tabelle 1** listet E

und ρ für verschiedene Hölzer auf. Da Holz ein nicht DIN-gerecht wachsender Naturstoff ist, kann man in der Regel nur Bereiche angeben in denen sich die Größen bewegen. Fett sind häufige, typische Werte hervorgehoben.

Tabelle 1: E_F und ρ einiger Holzarten nach [4], [5]

Holzart	E_F / GPa	ρ / g/cm ³
Amerikanischer Nussbaum	11,0 .. 11,85 .. 13,5	0,57 .. 0,64 .. 0,81
Ostindischer Palisander	11 .. 14	0,7 .. 0,87 .. 0,95
Ahorn	6,4 .. 10,5 .. 15,2	0,45 .. 0,63 .. 0,79
Aningre	10,9 .. 13,2	0,51 ... 0,6
Amerikanischer Mahagoni	6,4 .. 9,5 .. 15,0	0,44 .. 0,52 .. 0,6
Afrikanischer Mahagoni	9,5	0,45 .. 0,51 .. 0,62
Fichte	7,3 ... 11 ... 21,4	0,33 .. 0,47 .. 0,68

Für Klangstäbe setzt man also typisch tropische Holzarten, am liebsten Palisander ein, da diese hinreichend große Werte für E und ρ aufweisen. Übrigens strahlen die Klangstäbe der großen Stabspiele den Schall nicht selbst in den Raum. Vielmehr regen sie Luftresonatoren in ihrer unmittelbaren Umgebung an. Diese Resonatoren sind auf die jeweiligen Töne bzw. Tonbereiche abgestimmt und übernehmen die Abstrahlung in die Umgebungsluft.

Ganz anders für übertragende Teile wie Gitarrendecken oder Resonanzböden der Klaviere. Diese werden durch die Saiten in Schwingungen versetzt und sollen aus dieser Bewegung heraus Schall in die Luft abstrahlen. P_0 , die maximal von einer kolbenartig, also „im Ganzen“, schwingenden Platte abgestrahlte Schallleistung berechnet sich wie folgt:

$$P_0 = \rho \cdot c \cdot \overline{v_n^2} \cdot S$$

wobei ρ die Luftdichte, c die Schallgeschwindigkeit, v_n die Schnelle der senkrechten Bewegungskomponenten der Plattenteile und S die Plattenfläche darstellen. Die Schnelle der Teilchen geht quadratisch und als Mittelwert über die Platte ein. Bei genauerer Berechnung der realen Abstrahlung werden entsprechend Minderungseffekte berücksichtigt. Im Idealfall sollte die Platte also möglichst groß sein und sich schnell bewegen. Eine schnelle (natürlich der jeweiligen Frequenz angepasste) Bewegung erreicht man durch eine große Beschleunigung a . Diese hängt wiederum von der wirkenden Kraft F und der zu bewegenden Masse m ab, $F = m \cdot a$! Die Kraft kommt von den schwingenden Saiten. Für eine möglichst große Schallabstrahlung sollte also die Masse der Decke oder des Resonanzbodens möglichst gering sein, d. h. eine geringe Dichte des Materials ist günstig. Andererseits muss die Decke hinreichend steif sein, um die Struktur gegen den Saitenzug zu sichern. Damit die Decke nicht zu dick gebaut werden muss (Masse!), ist ein möglichst hoher E-Modul des Materials anzustreben. Man braucht also ein Holz mit kleinem ρ und großen E , oder auch mit einem großen Verhältnis E/ρ . Schaut man in **Tabelle 1** so kommt eigentlich nur die Fichte in Frage. Aber auch hier nicht Fichte generell, sondern der Anteil mit den günstigsten Werten. Die Frage ist nun, hängen

beide Werte so zusammen, dass kleine ρ und große E zusammenfallen? Leider nicht! Es gilt also abzuwägen, welcher der beiden Parameter der wichtigere ist. Man betrachtet deshalb nicht das Verhältnis E/ρ , sondern die longitudinale Schallgeschwindigkeit c_L im Holz:

$$c_L = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

bzw. die sogenannte Akustische Konstante AK:

$$AK = \sqrt{\frac{E}{\rho^3}}$$

Bei der Akustischen Konstante wird ρ höher gewichtet. Insbesondere in russischen und slowakischen Arbeiten spielte die akustische Konstante bis Anfang der 1980er Jahre eine große Rolle. In [6] wird in diesem Zusammenhang auf erste, gefundene Veröffentlichungen aus dem Jahre 1917 verwiesen. Bereits dort wird gezeigt, dass die von einer Platte in den Raum abgestrahlte Energie proportional zur akustischen Konstante ist. Nach einer gewissen „Interessenpause“, tritt die Akustische Konstante seit den Nullerjahren wieder verstärkt, insbesondere in Zusammenhang mit der Geigenproblematik und in der amerikanischen Literatur in den Vordergrund. Wie dem auch sei, die Schallabstrahlung einer Platte wird stärker mit sinkender Dichte und wachsendem E-Modul, wie in einem kleinen Experiment veranschaulicht werden konnte.

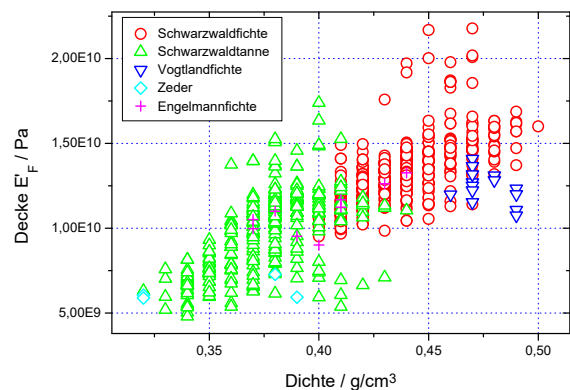


Abbildung 5: Verteilung von E_F und ρ für Proben aus verschiedenen Stämmen Fichte, Tanne und Zeder

Abbildung 5 zeigt die Verteilung der Größen E_F und ρ für zwei Tannen und drei Fichten aus dem Schwarzwald sowie drei weiteren Stämmen. Die Daten entstammen eigenen Arbeiten des Autors. Es zeigt sich für Tanne und Fichte eine erhebliche Streuung der Werte mit einer generellen Tendenz, dass der E-Modul mit wachsender Dichte steigt. Nun sind die beiden oben eingeführten Größen c_L und AK jeweils per Definition von E_F und ρ abhängig. Anhand der in **Abbildung 5** dargestellten Messwerte kann ich nun eine Abhängigkeit der beiden Größen $E_F = E_F(\rho)$ approximieren. Setzt man diese in

die Definitionen für c_L und AK ein, so erhält man deren Abhängigkeit von der Dichte allein. Das interessante Ergebnis stellt **Abbildung 6** dar.

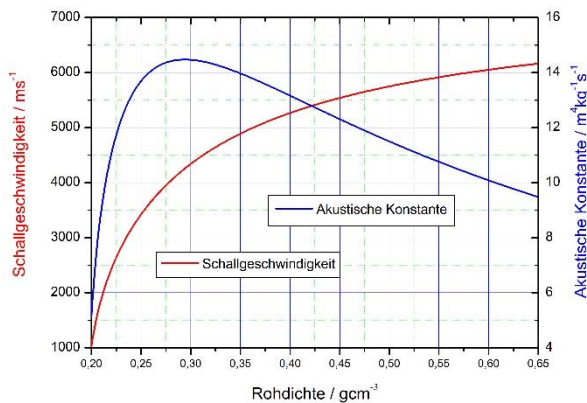


Abbildung 6: Verlauf der Schallgeschwindigkeit und der akustischen Konstante über der Dichte

Während die Schallgeschwindigkeit einfach die Wurzelfunktion des bekannten Zusammenhanges, dass der E-Modul mit der Dichte steigt, darstellt, zeigt die akustische Konstante ein Maximum um den Dichtebereich von $0,3 \text{ g/cm}^3$. Und genau in diesem Bereich liegen die Werte von Deckenholz, die man an altitalienischen Instrumenten bei entsprechenden Untersuchungen fand. Man müsste also unter Beachtung der vorgefundenen Streuung (Holz wächst nicht nach DIN, auch nicht innerhalb eines Stammes!) die besten Stücke aus einem Holzvorrat aussortieren (und den übergroßen Rest wegwerfen?). Die Frage bleibt: Sind diese optimalen Parameter wirklich erforderlich? Manche Untersuchungen bejahen das, andere nicht.

Tonholz für Solidbody-Gitarren

Das bisher Dargelegte ist zweifellos interessant in Bezug auf das Verständnis des Begriffes Tonholz, aber für die hier interessierende Solidbody-Gitarre eher weniger. Bei der E-Gitarre will man ja nicht mit Hilfe von Resonanzholz möglichst viel Schall in die Luft und damit zum Zuhörer bringen. Vielmehr sollen die Schwingungen in der Saite bleiben, damit sie der Tonabnehmer dort auf sammeln kann. Damit wenig Energie aus der Saitenschwingung in den Korpus abfließt, muss am Übertragungspunkt, also am Auflagepunkt der Saite eine möglichst große mechanische Impedanz auftreten. Ein solcher Punkt einer Übertragung kann durch einen fiktiven Ein-Massen-Schwinger simuliert bzw. beschrieben werden. Rein beispielhaft mit frei gewählten und variierten Daten, Masse m , Steifigkeit k und Dämpfung r eines Ein-Massen-Schwingers ist der Verlauf der Impedanz über der Frequenz in **Abbildung 7** dargestellt.

Die kleinste Impedanz, die erscheint im Bild wegen des erforderlichen Maßstabes gleich 0, liegt bei der Eigenfrequenz des Ein-Massen-Schwingers vor. Unterhalb der Eigenfrequenz dominiert der Steifigkeitseinfluss, oberhalb der der Masse. Dabei sind die Veränderungen durch die Masse als

größer zu bewerten. Es scheint also günstig, den E-Gitarrenkorpus schwer zu bauen, also ein Material hoher Dichte zu verwenden.

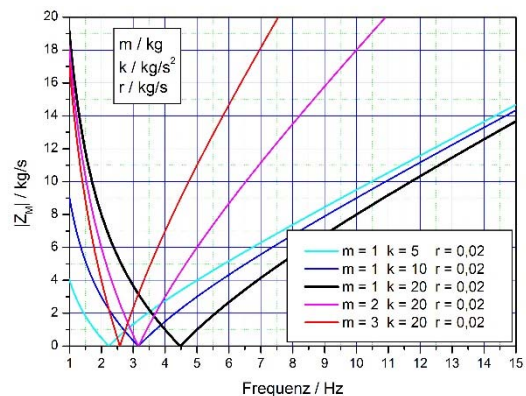


Abbildung 7: Impedanzverlauf Ein-Massen-Schwinger für fiktive Beispieldaten

Damit würden wir im Falle von Holz auf die dichten tropischen Hölzer, oder die einheimischen Harthölzer als **Tonholz**, also geeignetes Holz für die E-Gitarre, setzen. Es gäbe aber durchaus Alternativen. In einem Experiment zusammen mit einem Studenten der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde wurde die Eignung von Bambus (Wer hätte das gedacht?) getestet. Zum Einsatz kam Mosobambus. Der wächst unter optimalen Bedingungen bis zu einem Meter in 36 Stunden. Die ausreichende Materialbeschaffung wäre also zu organisieren. Mosobambus weist eine hinreichende Dichte von $0,7 \text{ g/cm}^3$ bei einem E-Modul von 4 GPa auf. Aus den rohrförmigen Rohlingen müssen nach dem Aufschneiden eine Art Tischlerplatten verleimt werden. Für die Untersuchungen wurden zwei an die Telecaster angelehnte Korpusse, aus Erle bzw. Mosobambus gefertigt, abwechselnd mit einem Hals kombiniert und die akustischen Eigenschaften, z. B. das Sustain verglichen.



Abbildung 8: E-Gitarre mit Korpus aus Mosobambus auf einer Apparatur zur Sustain-Messung

Die Ergebnisse zeigten, dass die Bambusvariante nicht nur nicht schlechter, sondern in einigen Bereichen sogar besser als der Erlen-Korpus abschneidet.

Quellen und Schwinden

Eine häufig im Musikinstrumentenbau gebrauchte Werbeaussage ist, dass man lange gelagertes Holz einsetzt. Obwohl natürlich oft etwas übertrieben dargestellt, hat die Sache einen wahren Kern. Auch Untersuchungen im IfM bestätigten, dass die langjährige Lagerung wesentliche Merkmale von Holz in Bezug auf die Verwendung als Tonholz verbessert. Wir konnten folgendes nachweisen:

- E_F - erhöht sich
- c_F - erhöht sich
- die Dämpfung - verringert sich
- die Bruchspannung - erhöht sich
- die Härte - erhöht sich
- die Sorption - verringert sich

Als innere Ursache zeigte sich eindeutig nur eine Veränderung: Eine der drei Hauptbestandteile des Holzes, die Hemizellulose wird teilweise abgebaut. Die anderen beiden, die Zellulose und das Lignin verändern sich nicht. Da die Hemizellulose im „Faserverbundwerkstoff Holz“ praktisch als Weichmacher fungiert, wird es spröder, was die Bearbeitbarkeit etwas verschlechtert.

In der Aufzählung ist die Sorption fett hervorgehoben. Sie ist eine der wichtigsten Eigenschaften und beschreibt die permanente Aufnahme und Abgabe von Feuchtigkeit in Abhängigkeit vom Umgebungsklima (Temperatur und Luftfeuchte). Dies führt zum bekannten „Arbeiten von Holz“ und das wiederum zum Verziehen z. B. von Hälsen. Die Feuchteaufnahme funktioniert auf der Basis verschiedener Vorgänge. Seien H_F die Holzfeuchte und H_L die Luftfeuchte.

- $H_F = 0\%$ - Darrtrocken, wird nur für Messzwecke hervorgerufen, Holz unbrauchbar
- $H_F = 0\% \dots 6\%$ - Wasser chemisch gebunden, bei $H_L < 20\%$.
- $H_F = 6\% \dots 15\%$ - Wasser physikalisch gebunden $H_L < 75\%$.
- $H_F = 15\% \dots 30\%$ - Wasserbindung über Kapillarkwirkung im Holz, H_L bis 100% .
- $H_F = 28\% \dots 32\%$ - bezeichnet man als den Bereich der Fasersättigung
- $H_F = 32\% \dots 770\%$ - bezeichnet man als den Bereich der Wassersättigung

Holzfeuchten über 30% (32%) entstehen nur bei Wasserlagerung oder im lebenden Baum durch Wasseraufnahme über die Wurzeln. Nach dem Fällen trocknet die Wassersättigung relativ schnell aus. Anschließend stellt sich stets (langsam) eine Gleichgewichtsfeuchte mit dem Umgebungsklima im Bereich (0%) bis 30% ein. Holz kann also an der Luft nur soweit getrocknet werden, wie es das örtliche Klima hergibt. Welche Gleichgewichtsfeuchte sich einstellt, kann man grob über das (vom Autor nach seinem Schöpfer benannte) Lough-

borough-Diagramm (**Abbildung 9**) abschätzen. Das Diagramm beruht auf entsprechend vielen Messungen und gilt streng nur für Fichte. Für andere europäische Holzarten funktioniert es nur in sehr grober Näherung,

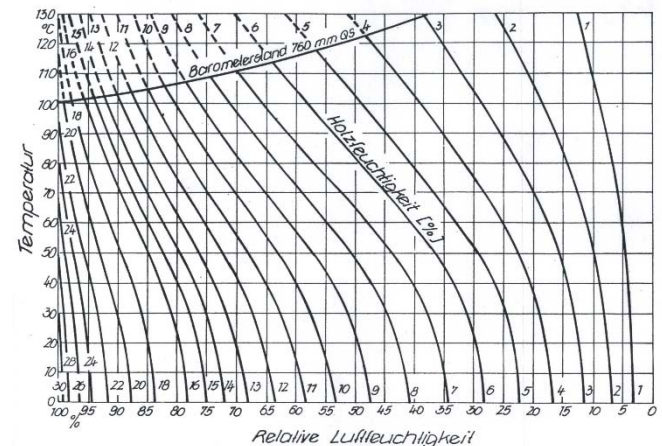


Abbildung 9: Loughborough-Diagramm

Beispiel: Bei 20°C und 50% rel. Luftfeuchte wird sich im Holz eine Gleichgewichtsfeuchte von 9% einstellen.

Infolge des Abbaus von Hemizellulose beim Lagern (Altern), verringern sich die durch die Hemizellulose bereitgestellten freien Bindungen und das Holz kann nicht mehr so viel Wasser binden. Der Sorptionsprozess und damit das Quellen und Schwinden verringert sich. Man kann durch Holzmodifikation, z. B. thermische Behandlung Hemizellulose künstlich abbauen mit gleichem Effekt auf die Sorption. Andere Modifikationsverfahren besetzen die für die Sorption verantwortlichen freien Bindungen mit eingelagerten Stoffen. Zumindest die thermische Modifikation wird im Musikinstrumentenbau erfolgreich angewendet.

Literatur

- [1] Rendon, L.; u. a.: Nonlinear Sound Propagation in Trumpets. Acta Acustica 99(2013)4 S. 607 - 614
- [2] Myers, A.; u. a.: Effects of nonlinear sound propagation on the characteristic timbres of brass instruments. J. Acoust. Soc. Am. 131 (2012) 678–688
- [3] Ziegenhals, G.: Wandschwingungen von Metallblasinstrumenten. In Fortschritte der Akustik DAGA 2006
- [4] Wagenführ, A.; u.a.: Taschenbuch der Holztechnik. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, München 2008
- [5] Wagenführ, R.; Holzatlas. Carl Hanser Verlag, 1996 mit aktualisierten Einlageblättern
- [6] Podobsky, J.: Was ist das, eine akustische Konstante. Hudebni nastroje 9(1972)1 S. 21-24

Anhang

Auszüge aus TGL 15 799/12, Dezember 1988

DK 634.0.835

Fachbereichstandard

Dezember 1988

Deutsche
Demokratische
Republik

ROHHOLZ

Klangholz, Zündwarenholz

TGL

15 799/12

Gruppe 53 011
35 019

Древесное сырьё; резонантный кряж; спичечный кряж

Raw Timber; Resonant Round Log, Timber for Matches

Deskriptoren: Rohholz; Klangholz, Zündwarenholz

Umfang 5 Seiten

Verantwortlich/bestätigt: 23.12.1988, Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft, Hauptabteilung Forstwirtschaft, Berlin

Verbindlich ab 1.1.1990

1. KURZZEICHEN

nach TGL 28 339; weitere Kurzzeichen nach Tabelle 1

2. SORTEN

Tabelle 1

Seite 2 TGL 15 799/12

3.2. Klangholz GFI WTa Dg			
3.2.1. Gemeine Fichte, Weißtanne, Douglasie			
Tabelle 2			
Merkmal		Sorte	
		K1	K2 K3
Holzart		GFI, WTA GFI, WTA, DG	
Maße	l m	1,0	2,5
mindestens	d _M oR cm	35	30
	d _Z oR cm		
Äste	offene	nicht zulässig	auf den unteren 2 m bis DGr 3b 3 Äste bis 2 cm, ab DGr 4a 6 Äste bis 2 cm, sonst Astquirle im Mindestabstand 50 cm mit Ästen bis 2 cm zulässig; bei Aushaltung von Mindestlängen bei K2 auf einem Meter 2 Äste bis 2 cm zulässig
	überwallte	Siegel bis 4 cm zulässig; Astbeulen nicht zulässig	
Breite der Klangholzzone		12	8
mindestens cm			
in der Klangholzzone annähernd gleichmäßige oder stetig zu- und/oder abnehmende Jahrringbreiten			

3.2.2. Bergahorn, Spitzahorn *Acer pseudo-platanus*, *A. platanoides*

Tabelle 3

Merkmal		Sorten K4 und K4R
Maße	l m	1,0
mindestens	d_{MoR} cm	35
	d_Z cm	30
Äste, offene, überwallte		gesunde Äste und Wasserreiser bis 2 cm und Siegel bis 5 cm zulässig; je angefangene 0,6 m ein gesunder Ast von 2 bis 5 cm oder ein Siegel über 5 cm zulässig
Falschkern		bis $1/5$ des d_Z zulässig
Drehwuchs cm höchstens		3
Fäule		Kernfäule, zentrisch gelegen bis 5 cm zulässig
Bohrlöcher seitliche Trockenheit Stammtrockenheit Fremdkörper, äußerlich erkennbare		nicht zulässig

wavy, undulate texture
Bei K4R ist die Riegelung an Fallkerbspänen oder am tangential gewellten Faserverlauf der äußeren Holzonen zu beurteilen.

Jahrringe	in der Klangholzzone annähernd gleichmäßige oder stetig zu- und/oder abnehmende Jahrringbreiten		
	bis 2 mm	bis 3 mm ab 70 cm d_{MoR} : bis 4 mm	bis 3 mm ab DGr 4a: bis 4 mm
	max. Breitendifferenz aufeinanderfolgender Jahrringe; Beurteilung am 1. Trennschnitt		
	0,5 mm	1,0 mm	
Druckholz	nicht zulässig	in der Klangholzzone nicht zulässig	
Krümmung einschnürrig cm/m höchstens	2		
Drehwuchs cm höchstens	rechts links	nicht zulässig 3	3
Farbe	gleichmäßig hell	hell	gleichmäßig
Risse	Kernrisse außerhalb der Klangholzzone bis $1/4$ des d_M zulässig		
Fäule	Kernfäule, zentrisch gelegen, größte Ausdehnung		
	bis 5 cm zulässig	bis $1/4$ des d_M zulässig	