

Die Birke als Klangholz

von [DIETRICH HOLZ](#)

Unter Klangholz versteht man üblicherweise ausgesuchtes Fichten- (Tannen-) und Ahornholz, wie es bei der Herstellung von Klavieren, Zupf- und Streichinstrumenten verwendet wird. So dürfte es Erstaunen auslösen zu hören, dass aus akustischen wie mechanischen Gründen auch Qualitätsholz der Sandbirke im Musikinstrumentenbau gesucht ist, und zwar speziell für die 88 Hammerstiele der Klaviermechanik (Abb. 1). Sie stellen im fertigen Klavier das verbindende Element zwischen dem mit Filz bespannten Hammerkopf und dem "Getriebe" der Mechanik dar.



Abb. 1: *Eins der 88 Glieder einer Piano-(Klavier-)mechanik*

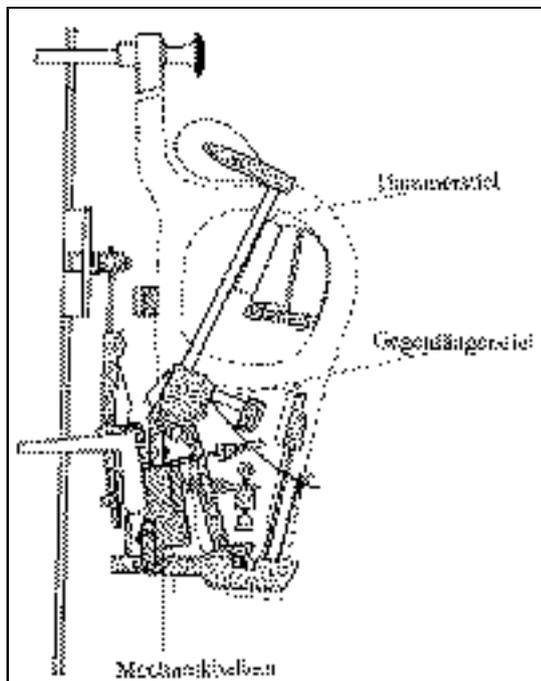


Abb. 2: *Glied einer Pianomechanik im Schema; Hammerstiel und Gegenfängerstiel sind aus Birke, die punktierten Teile aus Weißbuche (Hainbuche), der Mechanikbalken ist meist aus Rotbuche.*

Hammerstiele haben im fertigen Zustand vor dem Einleimen einen kreisförmigen Querschnitt von 5,5 mm Durchmesser und eine Länge von 120 mm; meist werden sie mit einem Fräsautomaten aus 60 mm dickem Schnittholz hergestellt. Durch einen Impuls, etwa beim Aufschlagen auf eine Stahl- oder Glasplatte, wird ein kurzer Ton hörbar; die Tonhöhe entspricht der Eigenfrequenz des Hammerstiels. Ähnlich einer Stimmgabel, die aber wegen der weit geringeren Dämpfung des verwendeten Werkstoffes Stahl viel länger nachklingt, ist nur der Grundton zu hören; Obertöne sind kaum wahrnehmbar. Die Eigenfrequenzen der Hammerstiele sind unterschiedlich und bewegen sich maximal im Bereich einer Quinte, also z.B. zwischen f3 und c4, wobei die Extreme selten auftreten.

Qualitätstest für Hammerstiele: Die "Brechprobe" und "Abklingen"

Der Klavierbauer prüft die Hammerstiele zunächst subjektiv durch eine Biegeprobe mit beiden Händen (Brechprobe), wobei einige durchbrechen, andere danach nicht in die gerade Ausgangsform zurückkehren, sondern krumm bleiben ("Gummistiele"). Beide Gruppen werden ausgesondert. Die weitere Sortierung der verbleibenden Stiele erfolgt durch "Abklingen", d. h. durch Fallenlassen auf eine Stahlunterlage, wobei die Stabachse waagrecht verläuft, und Einordnen in Gruppen entsprechend dem gehörten Eigenton. Diese Gruppen, bezeichnet mit dunkel, mittel, hell usw. (Abb. 3), unterscheiden sich annähernd halbtöne, wobei Stiele mit dazwischen liegenden Eigenfrequenzen der nächst liegenden Halbtongruppe zugeordnet werden. Bei versierten Personen mit gutem musikalischem Gehör ist die Reproduzierbarkeit überraschend hoch; Frequenzabweichungen werden ab 5 cent (1 cent = 1/100 Halbton) wahrgenommen, so dass unterschiedliche Einordnungen im Wesentlichen nur dann auftreten, wenn die Eigenfrequenz eines Stieles nahe der Mitte zwischen zwei Gruppen liegt.

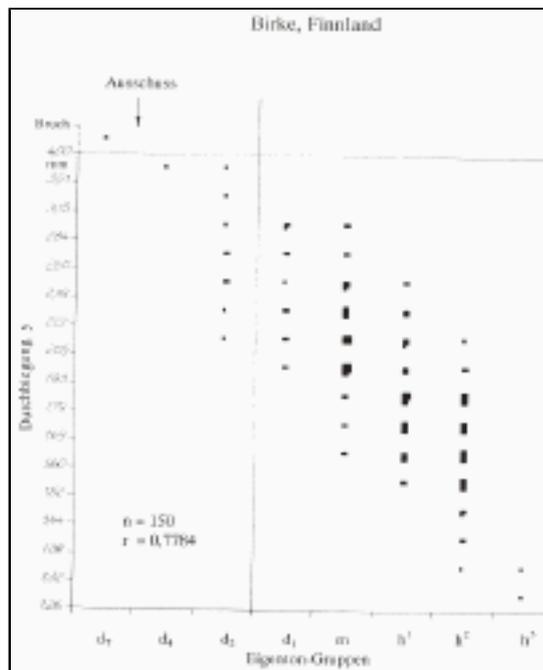


Abb. 3: Eigentongruppen (Halbtongruppen) von Hammerstielen aus finnische Birke im Vergleich zur Durchbiegung (Gruppenbezeichnungen: m=mittlere Tonhöhe, h1=heller, h2=sehr heller, h3=extrem heller, d1 =dunkler Eigenton). Die noch tieferen Gruppen d2 bis d5 gelten als Ausschuss, d2 lässt sich aber für Gegenfängerstiele verwenden. n=Probenzahl, r=Korrelationskoeffizient (negativ)

Der Klavierbauer setzt die (meist wenigen) sehr hellen Hammerstiele für die Mechanikglieder der höchsten Grundtöne des Klaviers ein, die hellen anschließend, soweit sie reichen. Angestrebt wird eine Ausrüstung mit hellen Stielen von a2 aufwärts. In der Mittellage werden die mittleren, in der Basslage die "dunklen" Stiele verwendet. Diese Anpassung an die Frequenzen der Tonlagen ist besonders im Diskant (=Sopranlage und darüber) wichtig, da andernfalls unerwünschte Schlaggeräusche auftreten können.

Man hat versucht, das subjektive "Abklingen" durch eine automatische Frequenzmessung mit nachfolgender, mechanisierter Zuordnung zu den Gruppen zu modernisieren. Das Auftreten von Teiltönen, aber auch ein (wegen der zu hohen Dämpfung des Holzes) zu rasches Abklingen des Eigentons verhinderten die Umsetzung eines solchen Vorgehens, und zwar auch dann, wenn der Hammerstiel auf einer schiefen Ebene abrollt. Ein Gegenvorschlag zielte auf die Messung der Durchbiegung, als Ergebnis einer kurzzeitig aufgebrauchten konstanten Biegekraft in der Mitte des nahe den Enden beidseitig gestützten Stieles.

Ein solches Verfahren ist technisch durchführbar, wenn auch aufwendig. Der Hauptnachteil liegt aber in der zu niedrigen Korrelation zwischen Eigentongruppe und Durchbiegung. Für Hersteller hochwertiger Instrumente sind solche Abweichungen, wie sie aus Abbildung 3 zu ersehen sind, nicht hinnehmbar.

Die Durchbiegung gibt eben nur ein (ungefähres) reziprokes Maß für den E-Modul wieder, nicht aber für das Verhältnis E/ρ oder dessen Wurzel.

Bezüglich weiterer Betrachtungen ist der funktionale Zusammenhang zwischen Eigenton und mechanischen Parametern von Bedeutung.

Für die Grundfrequenz f_0 eines Stabes in Hz ($= s^{-1}$) gilt folgende Frequenzgleichung (Randbedingungen frei - frei):

$$f_0 = \frac{4,730^2}{2\pi \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I}{\rho \cdot A}}$$

4,730 Eigenwert der Grundfrequenz, l Stablänge, E Elastizitätsmodul (E-Modul), ρ Rohdichte, I Flächenträgheitsmoment und A Querschnittsfläche des Stabes.

Bei kreisförmigem Stabquerschnitt wird $I/A = d/16 \cdot \sqrt{E/\rho}$ ist gleich der Schallgeschwindigkeit in Stäben (Dehnwellengeschwindigkeit) c_D . Für die o.a. einheitlichen Abmessungen der Hammerstiele erhält man bei Anwendung der SI-Einheiten kg, m, s, N

$$f_0 = 247,275 \cdot 1,375 \cdot 10^{-3} \cdot c_D$$

Setzt man für c_D 5000 m/s ein - einen Wert, der für Stahl, Aluminium und Glas in gleicher Weise gilt wie für manche Nadelholzsortimente und überdurchschnittlich gute Laubhölzer -, so erhält man

Werte um 5600 bis 6000 m/s sind zwar als Spitzenwerte für Fichtenresonanzholz bekannt, nicht aber von anderen Laubhölzern. Da der E-Modul als Maß für den Widerstand gegen (elastische) Formänderungen (und damit für die Steifigkeit) mit den Festigkeitseigenschaften des Holzes korreliert, wirkt sich ein hoher E-Modul bei niedrigem Gewicht auch in mechanischer Hinsicht vorteilhaft aus. Das erklärt beispielsweise die Verwendung von Birkenholz für Langlaufskier. Dennoch erfreut sich mitteleuropäisches Birkenholz bei weitem nicht einer solchen Beliebtheit wie finnisches. Dies wird mit der Wuchsform begründet, die in den mittleren Breiten allzu häufig durch

nichtschrügelige Krümmungen gekennzeichnet ist, während die Birken in Nordeuropa, besonders in Reinbeständen, geradschaftige Stammformen ausbilden. Deshalb wird für die Pianohammerstiele meist so genannte finnische Ski-Birke (Schnittholz) eingesetzt, wie auch in Abbildung 3 zugrunde gelegt. Es hat nicht an Versuchen gefehlt, auch deutsches Birkenholz für die Herstellung von Piano-hammerstielen zu verwenden, mit Erfolg, wie aus Abbildung 4 zu ersehen ist:

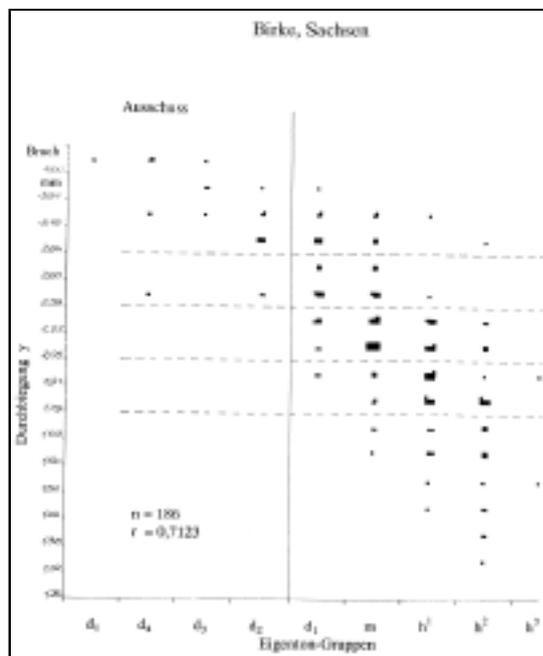


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung entsprechend Abbildung 3 von Hammerstielen aus Birke, Herkunft von Braunkohlentagebau-Nachfolgelandschaften im Regierungs-Bezirk Leipzig

Die Hammerstielbirke und ihre Qualitätseigenschaften

Die Ausbeute, besonders an hellen und sehr hellen Stielen, ist kaum niedriger als bei finnischer Birke. Unerlässlich ist es jedoch, die geeigneten Stämme sorgfältig auszusuchen, ein Problem, das anfangs erheblich unterschätzt wurde. Das verwendete Holz stammt aus Waldbeständen auf älteren Braunkohlentagebau-Nachfolgelandschaften in der weiteren Umgebung von Leipzig und wurde unter bereits eingeschlagenen Furnierstämmen ausgesucht. Schlichte Textur ist eine Voraussetzung für Hammerstielbirke; Stämme mit einer für die Furnierherstellung geschätzten geflammten oder Masertextur eignen sich nicht. Einige Ansprüche liegen über denen, die an Furnierholz gestellt werden (Einschränkungen in Bezug auf Markflecken und Drehwuchs, Farbgleichmäßigkeit), einige sind niedriger (Mindestabmessungen, Risse, Unrundigkeit, Spannrückigkeit), andere gleich (Falschkernbegrenzung, Zulässigkeit von Ästen, Krümmung, Insektenbefall u.a.).

Eine Verringerung des Ausschusses, insbesondere der durch die Brechprobe verformten (krumm bleibenden) Stiele, setzt voraus, dass bei begrenzter Jahrringbreite die Spätholzzonen stärker ausgebildet und dadurch deutlich

erkennbar sind. Derartige Birken-Standorte, bei denen gleichzeitig die geforderten hohen Qualitätsmerkmale des Rohholzes erfüllt sind, lassen sich nur bei gezielter Erkundung finden.

Birkenholz ist erste Wahl - vor Weißbuche und Ahorn

Zum Vergleich wurden Pianohammerstiele aus einheimischem Holz der Weißbuche (Hainbuche) hergestellt, wie es für die meisten übrigen Teile der Piano- und Flügelmechaniken verwendet wird. Wie aus Abbildung 5 ersichtlich, liegen die Eigentöne erheblich tiefer; der E-Modul ist zwar hier von allen einheimischen Holzarten am höchsten, wird aber durch hohe Rohdichtewerte erkaufte. Allgemein zu niedrige Eigentöne weisen auch Hammerstiele aus Ahorn auf, dessen Werte für E und ρ im Übrigen starken Streuungen unterliegen. Zugunsten von Birkenholz spricht auch die Tatsache, dass es durch Bestreichen mit einer Spiritusflamme plastisch wird und sich biegen lässt, ohne dass Spuren von der Erhitzung zurückbleiben. Hammerstiele lassen sich so im Nachhinein richten, so dass durch den Hammerkopf auch wirklich alle drei Saiten gleichmäßig angeschlagen werden. Mit Weißbuchen-Hammerstielen ist dies weit schwieriger.

Somit ist Birkenholz nach wie vor für Pianohammerstiele favorisiert, da es höchstmögliche Eigentöne infolge eines optimalen Verhältnisses von E-Modul durch Rohdichte mit sehr guter Formbarkeit verbindet.

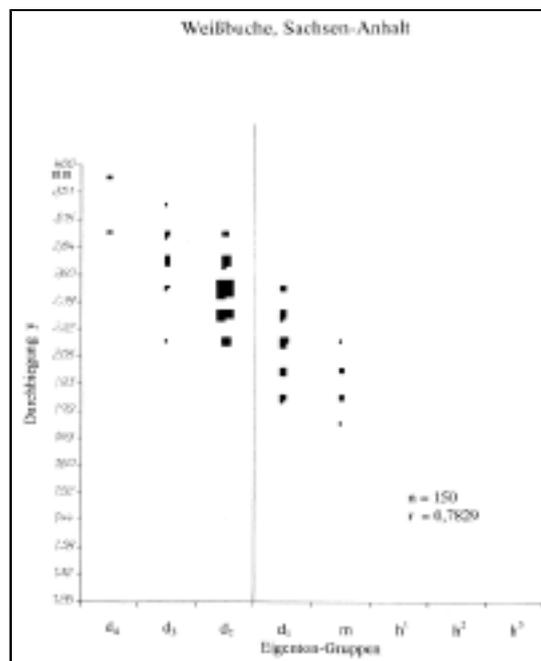


Abb. 5: Häufigkeitsverteilung von Hammerstielen aus Weißbuche (Hainbuche), Herkunft Regierungs-Bezirk Halle/Saale



© 1995-2001 Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising -Weihenstephan

Dokument: LWF-zertifiziert - Informationen aus der Wissenschaft/ aus LWF-Bericht Nr. 28

Internet: <http://www.lwf.uni-muenchen.de> Email: poststelle@fo-

