

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 147 (1996)

Heft: 9

Artikel: Physik der Saiteninstrumente : am Beispiel der Violine

Autor: Bariska, Mihaly

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767060>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Physik der Saiteninstrumente – am Beispiel der Violine

Von *Mihaly Bariska*

Keywords: String instruments; soundboard; physics of violins; instrument making trends.

FDK 812: 835: 907.6

1. Die Notwendigkeit der Resonanzverstärkung

Klopft man eine Stimmgabel an, wird sie, solange in der Hand gehalten, einen kaum hörbaren Ton von sich geben. Wird die Gabel aber gegen eine Tischplatte gepresst, so erregt sie Schwingungen im Material, und man hört einen Ton, nämlich jenen der schwingenden Tischplatte. Die Stimmgabel hat ein zu kleines Körpervolumen, um in der Luft hörbare Schallwellen zu erzeugen.

Mit den Saiten eines Instruments steht es noch prekärer. Die Dimensionen der Saite sind noch kleiner als jene der Stimmgabel, und die Saiten wären beim Spielen ohne Verstärkung noch weniger hörbar. Eine Klangverstärkung ist in Musikinstrumenten also unerlässlich. Traditionell geschieht sie in vielen Instrumenten mechanisch über eine resonierende Platte. Bei der Herstellung dieser Resonanzplatten spielt das Holz eine prominente Rolle, allen voran die Holzart Fichte (*Picea abies* Karst.).

2. Warum gerade Holz?

In einem Saiteninstrument wird der Klang durch eine hölzerne Platte verstärkt, die durch die Saitenschwingungen zu Vibrationen angeregt wird. Die Resonanzplatte ist somit die Kehle eines Instrumentes. In all den Geigen, Gitarren, Klavieren und weiteren Saiteninstrumenten ist somit die Stimme dieser Holzplatte zu hören. Die Rolle der Resonanzplatte tritt besonders überzeugend in Erscheinung, wenn ein nach den Regeln gebautes Instrument, z.B. ein Cello, und ein stumpfes Cello, das keinen Resonanzkasten mit Deck- und Bodenplatte besitzt, nebeneinander gespielt werden. Das stumpfe Cello strahlt einen nur schwach hörbaren Ton ab.

Aber warum will der Mensch heute im Zeitalter hervorragender Kunststoffe noch immer aus so einem almodischen Material wie Holz Resonanzplatten und Instrumentenkästen bauen? Erlesenes Klangholz ist bekanntlich teuer, hygroskopisch; es hat variable Eigenschaften und ist ungeeignet für die Massenproduktion von qualitativ hochstehenden Instrumenten. Warum wählt man also nicht eine moderne Plastiksorte? Die Antwort ist einfach: Sobald ein Kunststoff mit so vorteilhaften Eigenschaften wie jenen des Holzes auf dem Markt auftaucht, wird der Wettkampf zwischen diesen Stoffen für den Geigenbau entbrennen. Und dieser Tag naht, denn die Materialtechnologie ist heute so weit entwickelt, dass künstlich erzeugte Stoffe für den Instrumentenbau ernsthaft in Erwägung gezogen werden könnten.

Es ist im Prinzip nicht einmal korrekt zu behaupten, dass das Holz ein geeigneter Werkstoff für den Bau von Saiteninstrumenten sei. Es wäre richtiger zu sagen, dass das Holz mit seinen Eigenschaften die Entwicklung von Saiteninstrumenten erst ermöglicht hat. Ohne Holz wären die Saiteninstrumente anders geworden und existierten gar nicht in ihrer heutigen Form.

2.1 Die Vorteile des Holzes gegenüber anderen Werkstoffen

Historische Aspekte: Der Mensch war im Verlauf seiner Kulturgeschichte stets mit Holz in Berührung, brauchte er diesen Stoff doch schon für Tausende von Zwecken. Er entwickelte ein Gefühl für die Eigenschaften von Holz. Es war naheliegend, Holz für den Bau von Musikinstrumenten zu verwenden.

Materialvorkommen: Holz ist leicht zugänglich. Die Natur sorgt für seine Herstellung. Der Mensch kommt auch ohne aufwendige Herstelltechnologien in den Besitz des gewünschten Werkstoffes. Holz wächst ja hinter dem Hof auf dem Berghang, man muss sich höchstens die Mühe nehmen, es zu holen.

Einfache Bearbeitung: Holz ist leicht zu bearbeiten, und ein fehlerbehaftetes Stück ist leicht zu reparieren. Auch die Werkzeuge sind relativ einfach und können heute noch von den Lehrlingen z.T. selbst hergestellt oder in Stand gehalten werden. Die Meister der früheren Jahre pflegten symbolisch zu sagen, dass ein Lehrling am Ende seiner Ausbildung fähig sein sollte, eine Geige auch mit Messer und Gabel herzustellen. Einfache Handwerkzeuge nebst leichten Holzbearbeitungsmaschinen sind heute noch die traditionellen Utensilien des Geigenbauers. All das wäre mit Metallen, Keramik oder vielen der Kunststoffe einiges komplizierter.

Die einfache Bearbeitbarkeit des Holzes ist nicht ohne Gefahr einer speziellen Art. Die leichte Handhabung des Baustoffes wurde zum Beispiel manchem alten, wertvollen Instrument zum Verhängnis. Als gegen das Ende des 18. Jahrhunderts Musik vermehrt in grösseren Sälen gespielt und, um die Säle mit Klang zu füllen, die Stahlsaiten eingeführt wurde, vergriffen sich manche Instrumentenbauer an erstklassigen Kunstwerken traditioneller Instrumente

anstatt neue zu bauen: Beispielsweise wurde der Hals von vielen Violinen verlängert und in steilerem Winkel angesetzt, Bassbalken und Griffbrett verstärkt, mit stärkeren Saiten bespannt und einiges anderes mehr. Und all dies nur deshalb, weil Holzinstrumente sich so einfach abändern lassen.

Gewicht: Gewichtsmässig ist Holz einer der leichtesten Werkstoffe. Dies ist von besonderer Bedeutung für den Berufsmusiker, der seine Geige stundenlang unter dem Kinn halten muss. Da zählt jedes Gramm.

Materialeigenschaften: Wichtig sind auch einige der sogenannten mechanischen und physikalischen Eigenschaften des Holzes, darunter die Elastizität, mechanische Schalldämpfung, Druckfestigkeit, Spannungsfreiheit, das spezifische Gewicht und die Hygroskopizität, um nur die wichtigsten zu nennen. Diese Materialeigenschaften werden im folgenden kurz unter die Lupe genommen.

2.2 Relevante Materialeigenschaften des Holzes

- Von all den zur Verfügung stehenden *Holzarten* wird traditionsgemäss die Fichte (*Picea abies* Karst.) zur Herstellung von Resonanzplatten der Saiteninstrumente herangezogen. Wegen der leichten Verwechselbarkeit mit dem Holz der Weisstanne (*Abies alba* L.) wird aber vermutet, dass auch diese Holzart bei guten Klavieren, Gitarren, Violinen usw. anzutreffen ist.
- Die *Elastizität* ist überhaupt jene Federkraft, die in einer Holzplatte Vibrationen entstehen lässt, welche wir dann als Klang registrieren. Unter allen Nadelholzarten, die für das Schnitzen von Resonanzplatten in Frage kommen könnten, zeigt Fichte das höchste Mass an dieser Federkraft (Calder-smith, 1984), in der Sprache des Ingenieurs als Elastizitätsmodul bezeichnet.
- Die *Mechanische Dämpfung* ist eine weitere wichtige Materialkonstante. Sie entsteht durch materialinterne Reibungen der vibrierenden Resonanzplatte. Die Dämpfung sorgt dafür, dass Vibrationen in einem Stoff überhaupt abklingen. Mit sehr geringer Dämpfung – wie bei einer Glocke (Schad et al., 1973) – würde der gespielte Ton viel zu lange klingen, und müsste mit extra Aufwand zum Schweigen gebracht werden. Unsere Musik würde völlig anders tönen, hätten wir nur Stoffe mit sehr geringer mechanischer Dämpfung zur Verfügung. Im Vergleich mit Metallen hat das Holz eine sehr hohe innere Dämpfung. Fichte weist aber unter allen Nadelholzarten die niedrigste mechanische Dämpfung auf (Holz, 1967; Kollmann, 1951). Durch ihre Materialwahl bezeugten die alten Meister, dass sie von den Dämpfungsunterschieden der Holzarten wussten, ohne sie je messen zu können.
- Die *Druckfestigkeit* (langs und quer zur Faser) von Holz macht es möglich, dass eine Resonanzplatte der Geige durch den Steg und die darüberlaufenden Saiten belastet werden kann. Diese Lasten sind erheblich, trägt

doch die Geige etwa 10 kg Saitendruck quer zur Resonanzplatte, und das Instrument selbst steht unter etwa 30 kg Druckspannung in Längsrichtung. Um bei den Querdrucklasten zu bleiben, muss die Deckplatte des Cellos etwa 25 kg tragen, jene der Bassgeige ungefähr 60 kg (*Olson*, 1967) und die des Klaviers 600 kg (*Wolters*, 1971). Alte Geigen zeigen oft Eindruckstellen unter den Stegfüssen in der Platte als Zeichen der grossen Dauerlasten, denen eine Deckplatte ausgesetzt ist. Hier erreicht ein Instrumentenbauer, ohne sich dessen bewusst zu werden, leicht die Grenzen der Tragfähigkeit des Materials.

- Klangholz muss *frei von internen Spannungen* sein. Nebst allfälligen Verformungen des Instrumentes bewirken diese Spannungen eine temporäre Erhöhung der Klangdämpfung und eine Herabsetzung der elastischen Federkraft. Da diese internen Spannungen sich über Jahre hinweg durch materialinternes Nachgeben – Kriechen – grösstenteils abbauen, würde sich die Klangqualität eines Instrumentes, gefertigt aus solchem Holz, während dieser Entspannungsperiode fortwährend ändern. Deshalb war es zu allen Zeiten der Brauch, Holz erst nach Minimum 5 Jahren Lagerungszeit – besser aber nach 10 Jahren oder länger (*Kolneder*, 1989) – ohne künstliche Trocknung (*Schelleng*, 1982) für den Bau von Instrumenten freizugeben. Eine Limite nach oben scheint nicht vorzuliegen. Der schottische Geigenbauer James Andersen baute eine Violine von hoher Qualität, deren Resonanzplatte aus dem 700jährigen Dachbalken der renovierten Abtei Paisley geschnitten wurde (*Melkus*, 1975). Das Flössen und die anschliessende Lagerung des Rundholzes im Seewasser, wie zu früheren Zeiten, war auch von Vorteil, da sich diese internen Spannungen, meist Wachstumsspannungen, im nassen und daher nachgiebigeren Material schneller abbauten. Vermutlich verliert geflößtes Material auch manche Inhaltsstoffe, denn das Gewicht scheint leichter zu werden, und die mechanische Dämpfung merklich kleiner (Bariska, M., Zimmermann, U. (1976): Unveröffentlichte Messergebnisse).
- Das *spezifische Gewicht* ist ebenfalls eine wichtige physikalische Eigenschaft. Es ist insofern von Wichtigkeit, als Biegewellen in einer Resonanzplatte an jedem Hindernis gebeugt oder reflektiert werden. Solche Hindernisse sind die Astknoten – aber auch die Plattenränder, wo das spezifische Gewicht plötzlich auf Zero fällt. Äste werden in der Regel bei der Herstellung der Resonanzplatten vermieden. Und doch sieht man sie ab und zu. Giovanni Godoni fertigte eine Geige mit drei Ästen in der Deckplatte an (*Möckel*, 1967). Diese Leute wussten, was sie taten.
- Die *Hygroskopizität* oder die Wasseranziehungsfähigkeit des Holzes ist für den Instrumentenbauer ein Störfaktor. Die meisten Eigenschaften variieren mit der Holzfeuchtigkeit, die von den schwitzenden Händen, dem Atem oder der Luft ins Holz gelangt. Als Vorbeugung wurden und werden Instrumente aussen routinemässig mit einer Lackschicht überzogen, und

von innen her oft mit Bienenwachs eingerieben. Natürlich ändert die Lackschicht die Klangqualität des Instrumentes: Die lackierte Platte zeigt zwar eine gleichmässigere Resonanz über alle Tonhöhen als eine nichtlackierte, verliert aber etwas an Brillanz durch Dämpfungseffekte (Möckel, 1967). Manche Geigenbauer glauben, dass die Lackierung ein notwendiges Übel sei, andere geben die Suche nach dem angeblich verlorengegangenen Rezept alter Geigenlacke, das Geheimnis für die hohe Qualität mancher Instrumente, noch immer nicht auf.

3. Die Geige und ihr Klang

Die Vorgänge von Klangerzeugung bis Klanginterpretation sind komplex, und es entstand eine Reihe von Wissensgebieten, die sich mit der Deutung dieser Vorgänge beschäftigt. Von dieser Reihe wird in diesem Aufsatz nur der erste Punkt, die Instrumentenphysik, etwas ausführlicher besprochen:

Instrumentenphysik
Bogenreibung und Saitenschwingung
Frequenzübertragung durch den Steg
Plattenresonanz
Kastenresonanz
Schallabstrahlung
Raumakustik
Akustische Eigenschaften des Ohrs
Hörphysiologie
Hörpsychologie
Kompositionen und Spielweise

3.1 Bogenreibung und Saitenschwingung

Die Geigensaite wird mit einem Bogenstrich in Schwingung gebracht. Die Tonhöhe, der Grundton, ergibt sich von der Schwingungsfrequenz der Saite. Neben dem Grundton schwingen in der Saite auch Obertöne mit. Obertöne sind Teilschwingungen der Saite, die etwa gleichzeitig mit der Grundschwingung entstehen. Die Frequenzen der Obertöne sind das ganzzahlige Mehrfache des Grundtons. Die Oktave ist z.B. der erste Oberton zum Grundton und hat eine doppelt so grosse Frequenzzahl, der zweite Oberton mit dreifacher Frequenzzahl ist der Quint usw. Ohne Dämpfung entstehen in einer Saite bis zu 13 Obertöne. Der Klang wechselt seinen Charakter je nach Stärke und Anzahl der vorhandenen Teiltöne (Olson, 1967).

Saiten wurden früher aus Schafs-, Schweins- und Katzendärmen produziert, heute aber werden Stahl, Aluminium, Kunststoff und deren Kombinationen zur Herstellung verwendet (Pickering, 1985). Je nach Material entstehen charakteristische Grundton-/Obertonkombinationen, die den Klang der Saite prägen. Dies ist nun der primäre Klang, der beim Musizieren noch einige Änderungen durch Filtrierung, Resonanzverstärkung und Modulierung durch das Instrument erfährt.

3.2 Frequenzübertragung durch den Steg

Die vornehmlich seitlichen Saitenschwingungen nötigen den Steg zu einem lateralen Tanz, und so die Stegfüsse zu vertikalen Stampfbewegungen. Die darunter liegende Platte wird so als eine Membrane zu Vibration angeregt.

Der Steg selbst kann auch in der Frequenz des einen oder des anderen Obertons mitschwingen und etwas Energie absorbieren. So filtert der Steg je nach Masse und Form bestimmte Obertonfrequenzen heraus. Dabei spielen schon einige Milligrammdifferenzen in der Masse und Abweichungen von Millimetern in der Form eine klangändernde Rolle. Generell kann gesagt werden, dass Stege mit etwas grösseren Massen den Ton dämpfen, mit etwas kleineren Massen den Ton aufhellen. Grosse Zierlöcher im Steg (Herz und Augen) lassen mehr Obertöne verschlucken, während kleine Zierlöcher den Ton heller, schriller machen (Cremer, 1971). So kann der Instrumentenbauer die Stimme eines Instrumentes massgebend modulieren, anpassen.

3.3 Plattenresonanz

Unter dem vertikal vibrierenden Stegfuss breiten sich Biegewellen in der Resonanzplatte aus wie Wellen im Wasser um einen hineingeworfenen Stein. Diese Wellen werden von den Plattenrändern zurückgeworfen. Die ankommenden und die reflektierten Wellen treten miteinander in Wechselwirkung (Interferenzen) und können einander verstärken, schwächen oder eben auslöschen. Welche Frequenzen sich verstärken oder auslöschen, hängt bei einer vorgegebenen Plattendicke in erster Linie von der Plattenform ab. Die Plattenform gestaltet massgeblich den Klangcharakter des Instrumentes. Dies war das grosse Verdienst der alten Italiener, dass sie diejenigen Instrumentenformen fanden, die die Klänge produzierten, welche den musikalischen und ästhetischen Vorstellungen des Musikers am nächsten standen – und bis heute stehen. Deshalb ist es heute so schwierig, die Instrumente der Geigenfamilie – Geige, Bratsche, Cello und Kontrabass – zu verbessern. Mit jeder technischen Änderung, einer sogenannten «Verbesserung», schafft man ein Instrument, dessen Stimme sich eben von diesem Klangideal entfernt.

Auch in einer Platte selbst entstehen Obertöne. Sie können z.B. durch feinen Zucker- oder Sandstaub sichtbar gemacht werden. Bei Vibrationen der Platte bilden sich verschnörkelte Staubmuster entlang der Knotenlinien, welche die Orte relativer Ruhe – Vibrationsfreiheit – markieren (*Beldie*, 1969). Diese Technik wurde von einem deutschen Rechtsanwalt namens Ernst Chladni gegen das Ende des 18. Jahrhunderts erfunden. Napoleon war davon so beeindruckt, dass er einen hohen Preis für die mathematische Beschreibung dieser Figuren ausschrieb. (Der Preis wurde etwa 20 Jahre später einer Frau namens Sophie Germain zugesprochen, der es ironischerweise nicht erlaubt war, ein Universitätsstudium zu absolvieren [*Newton*, 1995].) Die Resonanzplatte von Geigen zeigt sehr komplizierte Chladni-Figuren, die schwierig zu deuten sind. Man weiss nur soviel, dass Platten mit einfacheren Chladni-Figuren eine bessere Klangabstrahlung aufweisen (*Hutchins*, 1981). Auf das Gehör und die Erfahrung eines Geigenbauers ist in dieser Beziehung noch immer mehr Verlass als auf die Mathematik.

3.4 Kastenresonanz

Die Resonanzplatte wird normalerweise auf einem Unterbau aufgebracht. Bei manchen Instrumenten wie Gitarren und Geigen spricht man von einem Resonanzkasten, der das Halten und Spielen dieser Instrumente überhaupt ermöglicht. Die Bedeutung der Kasten ist aber nicht nur aus diesem Grunde erheblich. Der Instrumentenkörper lässt seine eigenen Schwingungen entstehen, die vor allem die tieferen Töne bereichern (*Suominen*, 1958).

Die Eigenschaften des Kastens selbst können manchen Spielern von Streichinstrumenten Unbehagen bescheren. Selbst die besten Instrumente – einschliesslich jene von Stradivari – können bei einer bestimmten Frequenz einen ächzenden-heulenden Ton, den sogenannten Wolfton, von sich geben, wofür die Schwingung des Luftkörpers im Kasten verantwortlich ist. Es gibt viele Patente und manch gute Rezepte, den Wolfton zu eliminieren, «den Wolf zu töten». Die Wahrheit ist nur, dass dabei immer etwas anderes miteliminiert wird, oft in erster Linie die Brillanz des Klangs.

3.5 Weitere Aspekte

Der Geigenmacher hat es also in der Hand, den Klangcharakter seines Instrumentes mit einem ganzen Arsenal von Kniffen zu gestalten, unter anderen durch

- die Wahl des Saitenmaterials,
- die Holzart, die Masse und die Form des Steges,
- die Holzart, die Dicke und die Form der Resonanzplatte,

- die Position, die Form und die Grösse der «f»-Löcher,
- die Holzarten, die Form und die Grösse des Resonanzkastens.

Dabei wurde nicht gesprochen von der Masse, Form und Position des Bassbalkens und des Stimmstocks, von den Überzugslacken und den Leimsorten (*Caldersmith*, 1985). Es braucht einiges mehr als nur eine mittelmässige Ausbildung, um aus all diesen Möglichkeiten, die den Unbegabten auf Irrwege abgleiten lassen könnten, das Optimum herauszuschälen und ein Instrument mit guten Qualitäten zu produzieren. Nicht umhin ist es eine Voraussetzung, dass ein Instrumentenbauer ein talentierter «Allrounder» ist, selbst ein Instrument spielt, sich lebhaft für das Hergestrichene interessiert, die neuauftauchenden Technologien studiert und vielleicht, wie zu vergangenen Zeiten, selber das absolute Gehör und ein ausgezeichnetes Gedächtnis besitzt. So gibt es auch heute hervorragende Instrumentenbauer, deren Arbeiten sich an den grössten Vorbildern der Vergangenheit messen und die mit ihren Erfindungen in der Gegenwart die Zukunft vorbereiten.

Es wird an dieser Stelle nicht getan, aber vollständigkeitshalber müsste bei der Erörterung der Klangentstehung noch eingetreten werden auf:

Die *Schallabstrahlung*: Ein Cellist hört zum Beispiel sein eigenes Instrument weniger laut und anders als ein Zuhörer, der ihm gegenübersteht (*Olson*, 1967);

Die *Raumakustik*: Der Klang eines Instrumentes wird durch die Dimensionen des Raumes, die Reflexionen des Schalls von den Wänden und den Gegenständen im Raum, was den Anhall und den Nachhall entstehen lässt, wesentlich mitgestaltet (*Baer-Loy*, 1978);

Die *akustischen Eigenschaften des Ohrs*: Sie bestimmen, welche Frequenzen man überhaupt hören kann (*Zwicker*, 1956);

Die *Hörphysiologie*: Junge Leute können Obertöne von höheren Frequenzen hören. Dadurch ist der Klangcharakter eines Instrumentes für sie etwas voller als für einen älteren Menschen (*Shepard et al.*, 1984);

Die *Hörpsychologie*: Fünf Töne gleichzeitig als Akkord gespielt können einem fürchterlich dissonant, hintereinander vorgetragen hingegen als ein liebliches Motiv vorkommen (*Mosonyi*, 1975).

Kompositionen und Spielweise: Die Instruktion eines Komponisten an den Spieler liest sich: «Spiele nah am Steg so, dass ein schaler, aber obertonreicher Klang entsteht!» (*Kolneder*, 1989).

4. Ausblick

Die westliche Welt des 20. Jahrhunderts produzierte nur sehr spärlich neue Instrumente, wovon sich nicht viele durchsetzen konnten (*van der Meer*, 1983). Wer hat schon vom Ondes Martin oder dem Trauton gehört? Und doch zeichnet sich ein Trend gegenüber früheren Zeiten ab:

- Die Selbstklinger (Idiophone) und insbesondere die Schlaginstrumente sind am Aufkommen. In manchen Kompositionen der neuesten Zeit nehmen sie eine ebenso wichtige Rolle wie die Geige ein; denken wir beispielsweise an das Konzert für Perkussion und Celesta von Béla Bartók.
- In unserer Zeit erleben historische Instrumente eine Renaissance. Barockgeigen, -flöten, -orgeln werden wieder gespielt, sogar nachgebaut.
- Die traditionellen Instrumente der Volksmusik fanden den Weg in moderne Kompositionen und so in die Konzertsäle wie die spanische Gitarre durch die Werke von Manuel de Falla, Villa Lobos, John Williams.
- Auch die Musik der ehemaligen Kolonien, gespielt z.B. auf der indischen Sitar, oder die Musik der sich dem Westen öffnenden Nationen wie der Japaner mit ihrem Koto bereichern nun unsere Konzert- und Radioprogramme. Infolge der sagenhaften Reiseerleichterungen in diese Länder kommt man mit der unerschöpflichen Vielfalt fremder Instrumente in Berührung.

Anstelle neuer eigener Erfindungen präsentiert uns das 20. Jahrhundert die Fülle von fremden Instrumenten, die mehrheitlich doch aus Holz hergestellt werden. Bedeutet das die ersehnte Marktlücke für das Holz, die es zu füllen gilt? Es liegt auch ein wenig an uns: Wir müssen selbst mehr Kultur machen anstatt Kultur konsumieren.

Zusammenfassung

Damit eine vibrierende Saite hörbare Töne erzeugt, braucht es eine Klangverstärkung. Sie wird üblicherweise durch die Resonanzvibration einer hölzernen Platte bewerkstelligt. Für die Herstellung von Resonanzplatten wurde in erster Linie Fichte (*Picea abies* Karst.) wegen ihrer vorteilhaften Eigenschaften verwendet. Diese Eigenschaften umfassen eine hohe Elastizität – gekoppelt mit einer relativ niedrigen mechanischen Schwingungsdämpfung –, gute Druckfestigkeitswerte, innere Spannungsfreiheit – erzielt durch jahrelanges Lagern –, eine niedrige Raumdichte, einfache Beschaffbarkeit und andere mehr. Bei der Klangentstehung in einer Violine spielen neben Materialeigenschaften eine wesentliche Rolle die Vibrationsübertragung des Steges, die Schwingeigenschaften, die Form und Dimensionen der Deckplatte, der «f»-Löcher und des Resonanzkastens usw. Tendenzen werden aufgezeigt, welche sich in bezug auf die Instrumentenentwicklung in der Zukunft abzeichnen.

Résumé

Physique des instruments à cordes – à l'exemple du violon

Pour que le son d'une corde vibrante soit audible, il est nécessaire de l'amplifier. Cette amplification est normalement assurée par la vibration de résonance d'une table de bois. Pour la construction des tables de résonance l'épicéa (*Picea abies* Karst.) fut toujours employé en priorité à cause de ses qualités avantageuses. Ces qualités comprennent une élasticité élevée combinée à un faible assourdissement mécanique des vibrations, de bonnes valeurs de résistance à la pression, le bois est exempt de tensions internes – grâce à un entreposage pendant de nombreuses années – bois de faible densité facile à travailler pour s'en tenir aux qualités principales. Pour ce qui est de la production du son dans un violon, en plus des qualités du matériau, certains facteurs tels que la transmission des vibrations du chevalet, les caractéristiques de vibration, la forme et les dimensions de la table, des ouïes et de la caisse de résonance entre autres jouent un rôle essentiel. Les tendances se dessinant dans le futur en ce qui concerne l'évolution des instruments sont évoquées.

Summary

Physics of string instruments – taking the violin as an example

In order to make a vibrating string emit an audible sound the vibration must be amplified. This is accomplished by mechanical resonance of a wooden plate. Because of its advantageous properties, Norway spruce (*Picea abies* Karst.) is used for the manufacture of a resonance plate. Among these advantageous properties, a high modulus of elasticity coupled with relatively low mechanical vibration damping, favourable compression properties, freedom from internal stresses – achieved through storage over a long period –, low specific gravity, easy availability, etc. should be mentioned specifically. When a violin is being played additional factors are also of importance such as the vibration transmission of the bridge, the vibration properties, shape and dimensions of the top plate, those of the «f»-holes and the whole instrument body, among others. Some trends affecting the development of musical instruments in the future are discussed.

Literatur

- Baer-Loy, T. (1978): Neue Sicht in der Raumakustik. Schweiz. Bauztg., 96, 11: 857–859.
- Beldie, I. (1969): Chladnische Figuren und Eigentöne der Geigenplatten. Instrumentenbau-Ztschrft, 23: 168–173.
- Caldersmith, G. (1984): Vibration theory and wood properties. J. Catgut Acoust. Soc., No. 42: 4–11.
- Caldersmith, G. (1985): The violin quality debate: Subjective and objective parameters. J. Catgut Acoust. Soc., No. 43: 6–12.
- Cremer, L. (1971): Die Geige aus der Sicht des Physikers. Nachrichten Akad. Wiss. Göttingen, van den Hoeck & Ruprecht Verl., Göttingen, S.: 223–259.
- Holz, D. (1967): Untersuchungen an Resonanzholz – Über die gleichzeitige Bestimmung des dynamischen Elastizitätsmoduls und der Dämpfung an Holzstäben im hörbaren Frequenzbereich. Holztechnologie, 8, 4: 221–224.
- Hutchins, C. M. (1981): Klang und Akustik der Geige. Spektrum der Wissenschaft, Weinheim Verlagsgesellsch., Heidelberg, 12: 113–122.
- Kollmann, F. (1951): Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Band I: Anatomie und Pathologie, Chemie, Physik, Elastizität und Festigkeit. 2. Auflage. Springer Verl., Berlin, Göttingen, Heidelberg; J. B. Bergman Verl., München, 1050 S.
- Kolneder, W. (1989): Das Buch der Violine – Bau, Geschichte, Spiel, Pädagogik, Komposition. 4. Auflage. Atlantis MusikbuchVerlag, Zürich, 612 S.
- Melkus, E. (1975): Die Violine – Eine Einführung in die Geschichte der Violine und des Violinspiels. Hallwag Verl., Bern und Stuttgart, 124 S.
- Mosonyi, D. (1975): Psychologie der Musik. Tonos Verl., Darmstadt, 138 S.
- Möckel, O. (1967): Die Kunst des Geigenbaues. Bernh. Friedr. Voigt Verlag Handwerk u. Technik, Hamburg, 378 S.
- Newton, R. G. (1995): Sternstunden der Physik – Wie die Natur funktioniert. Birkhäuser Verl., Basel, Boston, Berlin, 273 S. (Original (1993): What makes nature tick? Harward Univ. Press, Cambridge, USA).
- Olson, H. F. (1967): Music, physics and engineering. Dover Publ., New York, 460 S.
- Pickering, N. C. (1985): Physical properties of violin strings. J. Catgut Acoust. Soc., No. 44: 6–8.
- Schad, C. R., Warlimont, H. (1973): Akustische Untersuchungen zum Einfluss des Werkstoffes auf den Klang von Glocken. Acoustica, 29, 1: 1–14.
- Schelleng, J. C. (1982): Wood for Violins. Catgut Acoust. Soc. Newsletter, No 37: 8–19.
- Shepard, R. N., Jordan, D. S. (1984): Auditory illusions demonstrating that tones are assimilated to an internalized musical scale. Science, 226, 14. Dez.: 1333–1334.
- Suominen, L. (1958): Untersuchungen über die Schwingungseigenschaften des Geigenkörpers. Acoustica, 8: 363–370.
- van der Meer, J. H. (1983): Musikinstrumente. Prestel Verl., München, 320 S.
- Wolters, K. (1971): Das Klavier – Eine Einführung in die Geschichte und Bau des Instruments und die Geschichte des Klavierspiels. Hallwag Verl., Bern und Stuttgart, 91 S.
- Zwicker, E. (1956): Die elementaren Grundlagen zur Bestimmung der Informationskapazität des Gehörs. Acoustica, 6: 365–381.

Autor: PD Dr. Mihaly Bariska, Professur für Holzwissenschaften der ETH Zürich, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich.