

Modalanalyse im Geigenbau.

Teil III. Praktische Konsequenzen

Dritter und letzter Teil einer Artikelserie von Martin Schleske. Teil 1 ist erschienen in Heft 2–3 (S. 98ff.), Teil 2 in Ausgabe 6/92 (S. 10ff.).

1. Zusammenfassung

Im ersten Teil wurde die Methode der Modalanalyse vorgestellt, ferner wurden unterschiedliche Darstellungsmöglichkeiten der Ergebnisse beschrieben. Es sollten dabei Ziel und Zweck der physikalischen Forschung für die Geigenbaupraxis veranschaulicht werden. Im zweiten Teil wurde als ein erstes Ergebnis der Modalanalyse die Funktion der Geige mit ihren vielfältigen Resonanzmechanismen beschrieben. Aus dem grundsätzlichen Verständnis von Eigenschwingungsformen und Schallabstrahlung der Geige wurde der Begriff der „Tragfähigkeit“ erläutert. In diesem letzten Teil werden Konsequenzen der Modalanalyse für Konstruktion und Bauweise diskutiert. Das zum Schluß ausführlich beschriebene Schwingungsverhalten einer klanglich als hervorragend eingestuften Geige von Domenico Montagnana aus dem Jahre 1740, bestätigt die theoretisch gewonnenen Beurteilungskriterien aus der Modalanalyse. Die aus der Bauweise dieses Instrumentes resultierenden günstigen Schwingungsformen liefern eine äußerst anspornende Referenz dafür, was an Schwingungsformen und damit an Klangfülle möglich ist.

2. Bauweise

Die physikalische Forschung selbst muß nicht ohne weiteres nach ihrem Nutzen fragen. Für uns als Geigenbauer aber ist natürlich der Nutzen von Forschungsergebnissen bzw. die Frage nach ihrer praktischen Umsetzung von

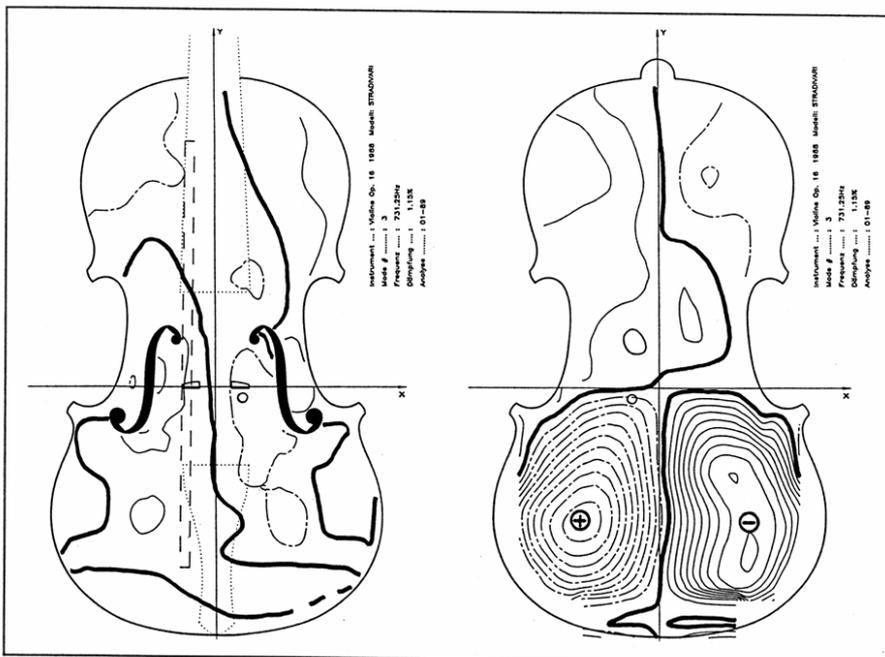
eigentlichem Interesse. Sowohl konstruktive Gesichtspunkte, etwa die Frage nach dem Modell, als auch bauliche Abstimmungen im Werdegang, etwa Wölbungsgestaltung und Ausarbeitung, wirken sich auf Eigenfrequenzen und deren Schwingungsformen aus. Wodurch lassen sich Schwingungsformen „formen“, die sich auf musikalische Kriterien, wie etwa die Modulierbarkeit des Tones, die Ausgeglichenheit oder – wie in Teil II ausgeführt – die Tragfähigkeit des Instrumentes günstig auswirken? Wodurch lassen sich bauweisebedingt möglichst große gleichphasig schwingende Flächenbereiche erzeugen?

a) Umriß: Durch den Umriß ist das Instrument in seiner Größe begrenzt. Hinsichtlich der Größe ist nur ein begrenzter Variationsspielraum möglich. Darüber hinaus legt der Umriß aber auch die jeweiligen Längen- und Breitenverhältnisse fest. Er schafft durch seine Kurvenformen schwingungsfähige Flächen, erweitert diese in manchen Bereichen, schränkt sie woanders gezielt ein. Generell gesprochen weist das Modell den möglichen Schwingungsformen ihren „Platz und Spielraum“ zu.

b) Holzqualität und Wölbungsgestaltung: Die Qualität der Schwingungsformen ist (s. Teil II) charakterisiert durch eine Aufteilung der Platten in mehr oder weniger große geschlossen schwingende Bereiche. Die Größe der geschlossen schwingenden Bereiche einer Platte hängt von deren Masse und Steifigkeit ab: Je steifer und je leichter

die Platte ist, desto größer (und damit günstiger) sind die Einzelbereiche. Hier zeigt sich die Bedeutung der Materialeigenschaften des Holzes. Es soll, wie jeder Geigenbauer weiß, möglichst leicht und möglichst steif sein (s. Teil I). Durch die Gestaltung der Wölbungsform werden über die Fläche unterschiedliche Steifigkeiten und Nachgiebigkeiten verteilt. Einerseits hat das gezielte Formgeben unterschiedlicher konvexer und hohlgekehrter Wölbungspartien unterschiedliche Formsteifigkeiten zur Folge. Andererseits wird durch das bewußte Herausarbeiten aus dem massiven Holz der jeweilige Strukturverlauf des Holzes in manchen Wölbungsbereichen einfühlsam verfolgt, woanders sinnvoll durchbrochen. Dies hat unterschiedliche Struktursteifigkeiten zur Folge. Von der Bedeutung einer Wölbungsgestaltung, die den individuellen Strukturverlauf des Holzes berücksichtigt und den jeweils „lebendigen“ Verlauf der Fasern und Markstrahlen bewußt ausnützt, wurde an anderer Stelle bereits geschrieben (vgl. Schleske 1990). Die geforderte geigenbauerliche Feinfühligkeit bei der Formgebung der Wölbung, hängt damit zusammen, daß jeder Hobelstrich gleichzeitig Einfluß auf die Formsteifigkeit, als auch auf die Struktursteifigkeit hat: Insofern auf die Formsteifigkeit, als die Form verändert wird; insofern Einfluß auf die Struktursteifigkeit, als der Verlauf der Wölbung innerhalb der vorgegebenen Holzstruktur verändert wird. Dazu kommt noch, daß Formsteifigkeit und Struktursteifigkeit sich häufig gegenläufig zueinander verhalten. So erhöht beispielsweise eine hohe Wölbung zwar die Formsteifigkeit, gleichzeitig aber werden in Querrichtung die austreifenden Markstrahlen stärker durchschnitten, wodurch die Struktursteifigkeit wiederum sinkt. Es stellt wahrlich eine reiche Herausforderung an kreativer Intuition, bewußter Entwicklung und frecher Experimente dar, all die einander widersprechenden Einflüsse in einem eigenen oder ganz zu eigen gemachten Modell zu einer lebendigen ausgewogenen Spannung zu bringen. Die Feinfühligkeit beginnt bereits mit dem ersten groben Wölbungsstich. Da beginnt der Geigenbauer förmlich eine Beziehungsarbeit mit dem jeweils eigenen unberechenbaren Strukturverlauf des Holzes, den er sich vertraut zu machen beginnt. Um dem Holz gerecht zu werden, um letztlich die innere Vorstellung und Klangidee schöpferisch am Sichtbaren darzustellen, ist eine Beziehungsarbeit zwischen dem jeweils neu- „eigen-artigen“ Holz notwendig. Da wird der Neubau schöpferisch, zum Kunstwerk, zur Klangkunst, wo er eine Klangpalette, eine Klangidee ins Leben ruft, aus der sich musikalisch schöpfen läßt... An einer Wölbung, die dem

Abb. 1: Ungünstige Schwingungsverteilung einer Plattenresonanz (731 Hz) durch symmetrische Ausarbeitung



Holz gerecht wird, kommt das Neubauerz ins Schwärmen...!

c) Ausarbeitung: Neben Materialeigenschaften und Wölbungsform, legt auch die Ausarbeitung der Platten, also die Verteilung von Stärken und Stärkeverhältnissen, eine flächenmäßige Verteilung der Massen und Steifigkeiten fest. Als Ergebnis der Masse-Steife-Verteilung bilden sich die jeweiligen Schwingungsformen aus. Diese wiederum verleihen dem Klang des Instrumentes seinen Charakter. Wie soll nun grundsätzlich eine Ausarbeitung beschaffen sein, die sich auf die Qualität der Schwingungsformen günstig auswirkt? In den Bereichen, in denen Decke und Boden zum Schwingen angeregt werden, ist vor allen Dingen eine hohe Steifigkeit erforderlich, damit eine möglichst große Fläche erfaßt wird. Der Baßbalken ist eine Einrichtung zur Aussteifung der Decke, um einen möglichst großen Deckenbereich zu gleichförmigen Schwingungen anzuregen. Auch eine dickere Bodenausarbeitung im Mittelbereich wirkt in dieser Richtung. Bedenken wir nochmals die aus der Modalanalyse gewonnene Forderung asymmetrischer Knotenkonfigurationen, um eine wirksame Schallabstrahlung zu erzielen. Diese Forderung hat eine praktische Konsequenz für die Ausarbeitung der Platten. Bei der Geige mit der ungünstigen Plattenresonanz bei 731 Hz (Abb. 1) hat der Boden nahezu symmetrische Materialeigenschaften – er ist in der Mitte gefügt – und was die Stärkenverteilung betrifft, eine sorgfältig symmetrisch gearbeitete Ausarbeitung. Das Ergebnis ist der oben diskutierte sehr ungünstige symmetrische Knotenlinienverlauf. Gibt man den Backen eine asymmetrische Ausarbeitung, so erhält man als erfreuliche Konsequenz nicht eine Plattenresonanz mit zwei gleich stark gewichteten, sich auslöschenden Maxima, sondern zwei Plattenresonanzen unterschiedlicher Frequenz, wobei jeweils eine Backe in ihrer Amplitude und Größe dominiert. Ein Beispiel zeigt die asymmetrisch ausgearbeitete Decke mit einer Plattenresonanz bei 806 Hz (Abb. 2). Die klangliche Konsequenz ist also jeweils eine verbesserte Abstrahlung. Zusätzlich hat das „Aufspalten“ von Resonanzen, also das Entstehen von Resonanzgebieten, eine höhere Ausgeglichenheit und vermutlich auch leichtere Ansprache des Instrumentes zur Folge. Dieser Effekt ist im übrigen beim Umriß durch die unterschiedliche Abmessung von Ober- und Unterbügel schon grundsätzlich angelegt: Durch die geringere Breite des Oberteils und die daher relativ zum Unterenteil größere Flächensteifigkeit wiederholt sich oben bei einer etwas höheren Frequenz eine Schwingungsform, die unten schon einmal ausgenutzt wurde. Auch hier wird eine einzelne Mode aufgespalten in zwei wirksame Moden. Die einzelne Mode wür-

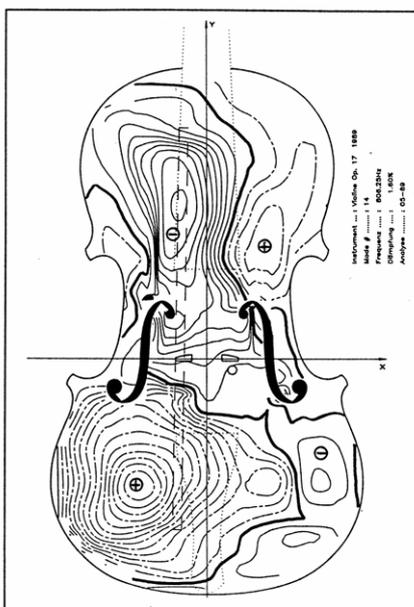


Abb. 2: Günstige Schwingungsverteilung einer Plattenresonanz (806 Hz) durch asymmetrische Ausarbeitung (es handelt sich um ein anderes Instrument als in Abb. 1)

de bei gleicher Breite von Ober- und Unterenteil und gleichzeitig gleichmäßiger Ausarbeitung entstehen. Dabei würden die jeweils gegenüberliegenden Backen gleich-, die nebeneinander liegenden Backen gegenphasig schwingen. (Man spricht in diesem Fall von einem unwirksam abstrahlenden sog. Vierpol). Ganz ähnlich, wie die Wölbung, fordert auch die Ausarbeitung ein hohes Maß an Intuition und Erkenntnis. Auch bei der Ausarbeitung läßt sich nicht eine einzige Maßnahme isoliert vornehmen. Verlauf oder Amplitude einer Schwingungsform können durch Stärkekorrekturen und gezieltes Nacharbeiten verändert werden. Schwierig aber wird es, weil solch eine Maßnahme nicht diese eine Schwingungsform allein verändert, sondern mit freilich unterschiedlichem Maß alle Schwingungsformen, derer bei guten Instrumenten allein bis 1600 Hz um die dreißig vorhanden sind. Die Schwingungsformen entstehen, wie ausgeführt, aus der entsprechenden Masse-Steifigkeits-Verteilung. Der möglicherweise optimierende Einfluß eines, wenn auch nur partiellen Nacharbeitens, verändert die Masse-Steifigkeits-Verteilung des gesamten Systems. Die Kunst besteht nicht nur in einer isolierten Optimierung einzelner Schwingungsformen, was schon anspruchsvoll genug wäre, sondern darüber hinaus im rechten „Ausbalancieren“ sämtlicher Schwingungsformen untereinander. Verkürzt also auf die lapidare Feststellung: Alles verändert alles. Hier kann sich die Modalanalyse nützlich erweisen, als eine intuition- und erkenntnisfördernde Optimierungshilfe.

3. Ein Beispiel: Domenico Montagnana

Die bisher ausgeführten theoretischen

Überlegungen bezüglich asymmetrischer Ausarbeitung und abstrahlungsgünstiger Schwingungsformen fanden geradezu verblüffend Bestätigung durch Modalanalyse-Messungen an einer klanglich hervorragenden Geige von Domenico Montagnana aus dem Jahre 1740. Diese Geige stellt eine „asymmetrische Provokation“ dar.

a) Bauweise: Modell mit 363 mm sehr langer Korpus, wirkt optisch schlank und langgestreckt; offene runde Mittelbügel; Breiten 165/107/203,5.

– Ausarbeitung:

Abb. 3 zeigt die Stärken von Decke und Boden. Man beachte die asymmetrische Ausarbeitung vor allem der jeweils gegenüberliegenden Backen: 1,2 mm rechte – 2,3 mm linke untere Bodenbacke; 1,9 mm rechte – 2,5 mm linke obere Bodenbacke, 1,3 mm rechte – 1,9 mm linke obere Deckenbacke. Angesichts der heute neubauüblichen „Schmerzgrenze“ sind die insgesamt geringen Stärken von teilweise 1,2...1,6 mm ungewöhnlich und erstaunlich.

– Wölbung:

Mit 18,0 mm Decken- und 15,2 mm Bodenhöhe im Rahmen des Üblichen. Auffällig die langgezogenen, gut den Markstrahlen entsprechend gearbeiteten Wölbungen; gleichmäßig ausgeglichen voll; Decke fast ohne Gegenschwung; tief vor allem in die Ecken hineingezogene Hohlkehle; Boden steil ansteigende Brust, eher X-Charakter.

– Holz:

Auffällig enge und gleichmäßige Deckenjahre 12...16 Jahre/cm; zedernfarbener Grund; Boden und Decke sehr geringer Spätholzanteil; Bodenjahre fast unsichtbar, sehr flache enge Flammen, circa zwei je cm.

b) Charakteristika oder Resonanzen: Hinsichtlich des (im Video vorgeführten) Resonanzverhaltens dieser Geige können folgende Charakteristika beobachtet werden:

(1) Trotz der teilweise extrem dünnen Ausarbeitung keine auffällig tief abgestimmten Resonanzen, was einen topfigen, dumpfen Klang zur Folge hätte. Daraus läßt sich schließen, daß trotz geringer Stärken eine große Steifigkeit vorhanden sein muß.

(2) Eine geringe gegenphasige Inselbildung und große gleichphasige Schwingungsbereiche. Eine Auslöschung durch gegenphasige Inseln findet verstärkt im klangästhetisch unangenehmen Nasal-Formantbereich statt.

(3) Eine große Resonanzdichte in klangästhetisch entscheidenden Formantbereichen:

– fünf Korpusresonanzen oberhalb der Helmholtzresonanz. Lediglich eine davon mit ungünstiger Abstrahlung.

– bereits unterhalb der typischen Hauptkorpusresonanz eine sehr wirksame Plattenresonanz (437 Hz). Der Frequenzbereich bis knapp 500 Hz ist also durch sechs gut wirksame Resonanzen abgedeckt. Darauf ist

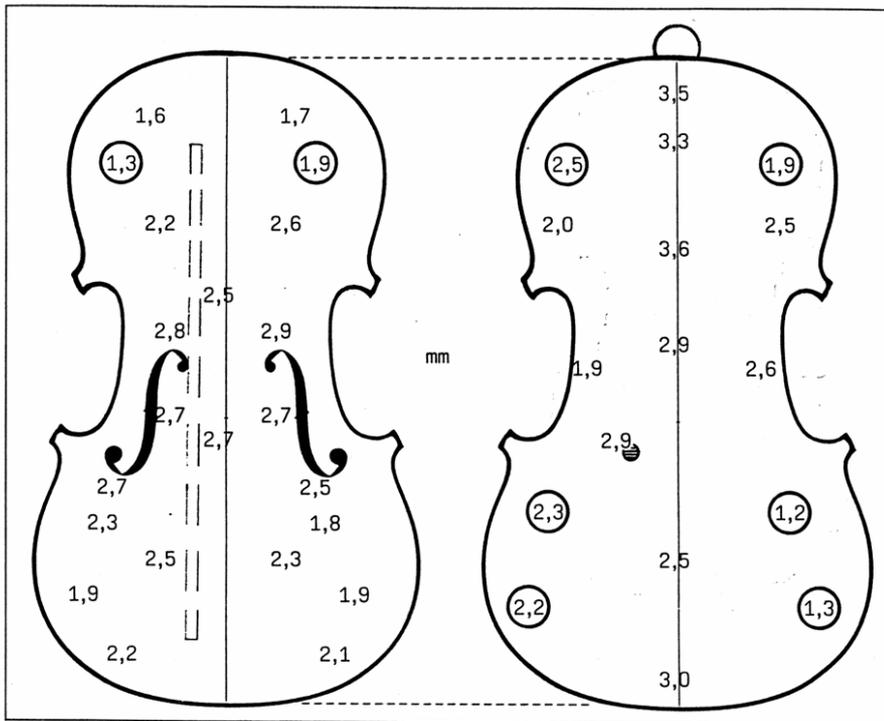


Abb. 3: Ausarbeitung Domenico Montagnana, Stärken in Millimeter (Ansicht: „aufgeklappt“ von außen). Mit Kreisen markiert sind jeweils auffällige Asymmetrien der Backen. Zeichnungen: Schleske

die ausgesprochene Sonorität, das stark empfundene „Klangvolumen“ des Instrumentes zurückzuführen.

– ebenso im a-Formant (600...900 Hz) eine außerordentlich große Resonanzdichte mit folgenden Resonanzfrequenzen (in Klammern die entsprechenden musikalischen Töne): 625 Hz (dis' auf der a-Saite); 662 Hz (e''); 693 Hz (f''); 718 Hz (knapp fis''); 737 Hz (fis''); 775 Hz (g''); 800 Hz (knapp gis''); 843 Hz (gis''); 975 Hz (h'). Auf diese erstaunliche Resonanzfülle, die in diesem Frequenzbereich sogar die musikalischen Halbtonschritte übertrifft, ist die singende sehr „volle“ e-Saite zurückzuführen. Der a-Formantbereich ist optimal abgedeckt.

(4) Die Schwingungsformen der Plattenresonanzen sind folgendermaßen charakterisiert:

- Ober- und Unterteil schwingen häufig jeweils als Ganzes, d. h. linke und rechte Backe selten gegeneinander.
- wenn eine Aufteilung in gegenphasige Flächenbereiche („Vierpol-Ansatz“) unvermeidbar ist, dann sind gegenphasige Zonen entweder nach außen gedrückt (z. B. Mode bei 775 Hz) oder in ihrer Amplitude fast lahm gelegt. Es liegt also wieder quasi eine Monopolwirkung vor.
- einander entsprechende, also gegenüberliegende Plattenbereiche von Decke und Boden schwingen häufig gegeneinander. Es liegen also quasi „Plattenpumpenschwingungen“ vor.

c) Beschreibung der Moden: Abschließend sollen die Moden, also Eigenfrequenzen, Dämpfungen¹⁹ und Schwingungsformen dieses optisch, physikalisch und klanglich faszinierenden Instrumentes beschrieben werden. Dabei gibt die erste Zahl die laufende Moden-

Nummer (#), die anschließende Zahl die Frequenz (in Hz) und die letzte Zahl die Dämpfung (in %) an. Anschließend erfolgt die Beschreibung und Kommentierung der Schwingungsform:

- # 1: 193 Hz, 9%
Saitenhaltertorsion
- # 2: 268 Hz, 5,3%
Helmholtzresonanz: Decke teilt sich in zwei längliche Schwingungsbereiche, Fuge bildet Knoten, Baßbalken lenkt weite Teile der Decke mit großer Amplitude aus, gegenphasige Insel um rechtes F-Loch und Stimme; Boden in Ruhe; rechter Stegfuß in Ruhe, Drehpunkt nah an Stimme.
- # 3: 337 Hz, 4,1%
Korpusresonanz: Deckenschwingung ähnelt # 2; Boden schwingt gleichphasig mit Decke; Boden und Decke je zwei längliche gleich große Schwingungsbäuche, Knoten entlang den Fugen.
- # 4: 368 Hz
Korpusresonanz: Zargenkranz wird extrem quer verbogen, Mittelbügel gegeneinander hoch und runter gezogen; schlecht abstrahlende Mode.
- # 5: 418 Hz, 0,6%
Korpusresonanz: Deckenmittelteil schwingt auf gesamter Länge gegen den gesamten rechten Rand, rechte Zargenhälfte und F-Klappen mit großer Amplitude; Boden pumpt ganzflächig gegenphasig gegen das Deckenmittelteil; gute Abstrahlung.
- # 6: 437 Hz, 2,7%
Bodenplattenresonanz: Bodenunterbügel auf gesamter Breite sehr große

Amplituden, symmetrisch mit Maximum in der Mitte, keine gegenphasigen Bereiche.

Frequenz sehr nah an # 5, jedoch davon ganz verschiedene Schwingungsform; Plattenresonanz noch unterhalb # 7 (Hauptkorpusresonanz); sehr gute Abstrahlung.

7: 475 Hz, 3,3%
Typische Hauptkorpusresonanz: Decke überall große Amplituden, lediglich rechter Unterbügel und Stimme als gegenphasige Insel; Boden große Amplituden auf gesamter Länge mit typischen zwei Knoten längs; Zargen werden stark ausgelenkt, Ober- und Unterklotz in Ruhe, beide Mittelbügel mit maximaler Amplitude gleichphasig auf und ab; sehr wirksame Pumpbewegung.

8: 625 Hz, 1,7%
Schwach ausgeprägte Korpusresonanz: Decke ähnlich # 3; Boden ähnlich # 7.

9: 662 Hz, 2,9%
Plattenresonanz: Boden großflächig gleichphasig mit extremem Maximum der rechten unteren Backe, linke untere Backe gleichphasig, lediglich obere Backen mit geringer Amplitude gegenphasig; Decke fast in Ruhe; strahlt sehr gut ab.

10: 693 Hz, 4,1%
Plattenresonanz: Boden ähnlich # 8, jedoch mit größeren Amplituden der oberen Backen; obere Deckenbacken gleichphasig dazu; Hals biegt sich leicht durch.

11: 718 Hz, 2,5%
Plattenresonanz: starke Bodenamplituden, untere linke Bodenbacke bildet starkes und großes Schwingungsgebiet und drängt rechte Backe (gegenphasig, klein, schwach) weit an den Rand; obere Bodenbacken schwingen als Ganzes gegen untere linke Backe; Decke wenig aktiv, nur obere F-Klappen schwingen (gleichphasig); Hals und Griffbrett biegen sich mit zwei Querknoten stark durch; Steg kippt erstmals fast symmetrisch: erstmals rechter Stegfuß fast so große Amplituden, wie linker Stegfuß; durch asymmetrischen Knotenverlauf und asymmetrische Amplitudenverteilung des Bodens gute Abstrahlung.

12: 737 Hz, 2,0%
Plattenresonanz: Deckenunterteil großflächig gleichphasig, Rest der Decke fast in Ruhe, Baßbalken zieht Decke mit; linker Stegfuß sehr große Amplituden; Boden schwach, ähnlich # 7; Frequenz sehr nah an # 11.

13: 775 Hz, 1,1%
Pumpende Plattenresonanz: Boden- und Deckenoberteile schwingen ganzflächig gegenphasig gegeneinander (pumpen); Rest wenig aktiv; gegenphasige Bereiche innerhalb der einzelnen Platten sehr schwach ausgeprägte Amplituden, d. h. abstrahlungsungünstige Bereiche stören wenig, bei Decke und Boden gleichermaßen; sehr wirksame Abstrahlung.

14: 800 Hz, 0,3%

Plattenresonanz: Boden mit zwei Quer-knoten, dabei schwingt der größte Flächenanteil (obere und untere Hälfte) gegen das Mittelteil und gegenphasig zum größten Flächenanteil der Decke. Zargen fast starr. Steg kipgelt symmetrisch. Auch hier wieder (ähnlich # 13) abstrahlungsgünstige Schwingungsform: Decke ansich Vierpol, jedoch sind gegenphasige Pole (rechte obere und linke untere Backe) sehr viel schwächer ausgeprägt, als linke obere und rechte untere, die sich zu einem ganzflächigen Gebiet zusammenschließen.

15: 843 Hz, 1,2%

Plattenresonanz: obere Deckenbacken gegenphasig, jedoch rechte Seite mit größerem Flächeninhalt. Boden ähnlich # 14. Steg: erstmals linker Stegfuß nahezu in Ruhe, rechter Stegfuß mit großem Schwingungsausschlag starke Übertragung auf den Boden.

16: 975 Hz, 0,5%

FF-Klappenresonanz: Beide oberen F-Klappen gleichphasig mit großen Amplituden; Rest fast in Ruhe.

17: 1037 Hz, 1,8%

Plattenresonanz: Deckenunterteil weitgehend gleichphasig, Inselbildung um rechtes F-Loch. Boden: zwei Knoten längs, ein Knoten quer. Ab hier (bei allen höheren Moden) Zargen in Ruhe.

18: 1100 Hz, 0,9%

FF-Klappenresonanz: Obere FF-Klappen gegen Deckenunterteil.

19: 1137 Hz, 0,9%

FF-Klappenresonanz: Obere rechte F-Klappe gegen Deckenoberteil und untere linke Backe.

20: 1206 Hz, 2,0%

Plattenresonanz: Obere rechte F-Klappe mit rechtem Oberteil gegen linkes Oberteil. Boden: Zwei Knoten quer, zwei Knoten längs.

21: 1250 Hz, 0,7%

FF-Klappenresonanz: Obere rechte F-Klappe gegen linke untere F-Klappe.

22: 1306 Hz, 1,8%

Boden: mehrere Inseln

23: 1381 Hz

Ähnlich # 21

24: 1425 Hz, 2%

Boden und Decke bilden viele kleine, kaum mehr identifizierbare Inseln. Stegausschnitt (Ohr) starke Biegeschwingungen.

25: 1437 Hz

Stegausschnitt (linkes Ohr) starke Biegeschwingungen (in Korpuslängsrichtung). Hier wirkt der Steg als akustischer Filter. Er wird bei diesen Frequenzen zu starken Eigenschwingungen angeregt und überträgt diesen klangästhetisch unangenehmen Formantbereich weniger stark auf den Korpus. Er filtert durch seine Eigenschwingungen also bestimmte Frequenzen heraus.

fluß – Resonanzen, wie die Palette Maters...

Im ersten Teil der vorliegenden Arbeit einen kleinen Einblick in

die Modalanalyse ermöglicht zu haben und daß der zweite Teil zu einem zusätzlichen Verständnis der Funktion der Geige beitragen konnte. Mein Wunsch wäre, durch den dritten Teil den einen oder anderen hilfreichen Impuls für den Neubau gegeben haben zu können. Der Behandlung der vielerlei Resonanzen wurde ein großes Gewicht beigemessen, weil sich mit ihnen entscheidet, ob ein Instrument den musikalischen Herausforderungen gewachsen sein wird. Musikalisches schöpferisches Gestalten des Musikers verlangt nach Freiheit. Welche Freiheiten erlaubt das Instrument? Wie flexibel kann der Klang geformt werden? Die Resonanzen der Geige gleichen einer Farbenpalette, die der Geigenbauer mischt und bereit stellt. Der Musiker taucht hinein in die Gestaltung eines Klangbildes, „zaubert“ mit der Klangfarbe und Ausdrucksstärke seines Instrumentes. Wenn dem Geigenbauer das Instrument gelungen ist, dann ist es ihm gelungen, Farben hineinzulegen: eine hohe wirksame Resonanzdichte. Was der Musiker daraus macht, bleibt ihm überlassen. Wenn aber wesentliche Resonanzen fehlen oder mangelhaft entwickelt sind, was soll er gestalten, womit spielen, wie den Klang modulieren? Begrenzt in Einfarbigkeit. Öde Eintönigkeit.

Wenn ich abschließend frage, ob die Modalanalyse notwendig ist, möchte ich sagen: Die physikalischen Gesetzmäßigkeiten von Schwingungen existieren in jedem Fall. In jedem Fall wird das fertig gestaltete Instrument mit seiner spezifischen Wölbung, Ausarbeitung, seinem Material etc. durch eine bestimmte Masse-Steife-Verteilung charakterisiert. In jedem Fall wird diese Masse-Steife-Verteilung bestimmte Eigenschwingungsformen hervorbringen. In jedem Fall ermöglichen diese Schwingungsformen einen bestimmten Klangcharakter, mehr oder minder ausgeprägte Farbenfülle. Natürlich ist es möglich, auf jegliche Analyse und Bewußtheit zu verzichten und ausschließlich der Intuition zu vertrauen. Jeder Neubaustrategie gemeinsam ist die Erfahrung. Intuition ist wohl so etwas wie ein unbewußtes Zurückgreifen auf verinnerlichte Erfahrungen. Diese Erfahrungen werden durch die Analyse nicht ersetzt, sondern ergänzt. Erfahrung wird gewonnen durch bewußt oder unbewußt verarbeitete Wahrnehmung. Die Modalanalyse schafft eine neue Wahrnehmungsform der Geige, die es möglich macht, den Klang nicht nur zu hören, sondern ihn auch zu „sehen“. Diese zusätzliche Sinneswahrnehmung schafft Erfahrungen, die sich auch unbewußt in den Entstehensprozeß der Geige „hineinarbeiten“. So kann ein Gefühl für die modalanalytisch sichtbar gewordenen Schwingungen – über das bewußte Wissen hinaus – zu einem geschärften intuitiven Arbeiten führen. Modalanalyse

ist gewiß nicht notwendig, meines Erachtens aber hilfreich. □

Ich danke meinem Lehrer, dem Physiker Helmut A. Müller, für die hilfreiche Beratung und Betreuung meiner Arbeit. Und ich danke dem Schalltechnischen Beratungsbüro Müller-BBM, in dessen Schwingungslabor ich die Modalanalysen durchführen konnte.

Anmerkung

¹⁹ Die Dämpfung wurde in unserem Fall ermittelt aus dem Verhältnis der halben 3-dB-Bandbreite zur Resonanzfrequenz. Die 3-dB-Bandbreite wurde vom Analysator aus dem Spektrum der jeweils größten Modenamplitude herausgelesen.

Literatur

- Hutchins, C. M.: Checking Eigenmodes of Free Violin Plates During Instrument Construction. In: Hutchins, C. M. (Hrsg.): Acoustics for the Violin Maker, Catgut Acoustical Society, Montclair 1978, New Jersey, S. 23.
- Müller, H. A.: How the Violin Maker Chooses the Wood and what the Procedure Means from a Physical Point of View. Catgut Acoustical Society Symposium 1986.
- Müller, H. A.: Kleine Einführung in die Modalanalyse. Unveröffentlichter Vortrag, VDG-Jahreshauptversammlung, Bamberg 1991.
- Müller, H. A.: Skriptum zum Physikunterricht an der Geigenbauschule Mittenwald (unveröffentlicht).
- Physikalisch Technische Bundesanstalt, Braunschweig: Schwingungsuntersuchungen an Musikinstrumenten mit Hilfe der Modalanalyse, Forschungsbericht. Instrumentenbau-Zeitschrift 1/91 (Teil I), 2/3/92 (Teil II).
- Schleske, M.: Steifigkeit und Dämpfung von Fichtenholz in Abhängigkeit vom Verlauf der Fasern und der Markstrahlen. Konsequenzen für die Gestaltung der Geigenwölbung. Das Musikinstrument 6/90.
- Roederer, J. G.: Physikalische und psychoakustische Grundlagen der Musik, Berlin 1977.
- Veit, I.: Technische Akustik, Grundlagen der physikalischen, physiologischen und Elektroakustik. Würzburg 1988.