

Zu dem insgesamt dreiteiligen Beitrag „Gedanken über die Eigenschaften der Konzertsaalgitarre des 21. Jahrhunderts“, dessen 1. Teil sich insbesondere auf eine Interview-Aussage des berühmten Gitarrenbauers Paulino Bernabé stützt, der in der Druckausgabe Gitarre aktuell Nr. 124-1/14, S. 52f. zu lesen ist, bereitet der Autor hier im II. Teil den Kern seiner Betrachtung zum so genannten „Gesetz vom Kleinsten Zwang“ vor, das er wiederum als Ursache unterschiedlichster Wirkungen in Bezug auf die angestrebten Ziele im Gitarrenbau der Zukunft sieht.

Karl Sandvoss

Notizen zum Beitrag: Gedanken über die Eigenschaften der Konzertsaalgitarre des 21. Jahrhunderts

Mitteilung des Institute of Stringed Instruments Guitar & Lute ISIGL e.V., Düsseldorf

Einführung

Jeder gute Luthier hat sich sicher schon gefragt, warum sich Änderungen in der lokalen Deckenstärke oder gar der Beleistung einschließlich deren lokaler Lage so stark auf die Klangfarbe aber auch ganz allgemein auf die Tonentfaltung und natürlich auf die Eigenresonanzen auswirken können. Warum ist dies prinzipiell so und zwar ganz genau nach dem heutigen Wissenstand?

Man kann sich diesem Phänomen, das letztlich seit Jahrhunderten - so auch bei **Andrea Guarneri**, geb. 1505 in Cremona (der als Schöpfer des Kulturinstruments Geige gilt), bei **Antonio Stradivari**, geb. 1648 in Cremona, und dort eine Generation später bei **Joseph Guarneri del Gesù** aber dann schließlich später auch bei dem 1817 in La Canada de San Urbano geborenen **Antonio de Torres Jurado** - zumindest für Eingeweihte die klangliche Grundlage für den gesamten gehobenen Saiteninstrumentenbau liefert, auch heute nach wie vor auf zwei Arten erfolgreich nähern: nämlich einmal empirisch und dann wissenschaftsgestützt umfassend kalkulatorisch.

Der nachfolgende Text ist der bescheidene Versuch, eine leichte Einführung in die heutigen wissenschaftsgestützten Denkweisen zur Erklärung und Handhabung dieses Phänomens mit Betonung auf dem Gesetz vom „Kleinsten Zwang“ zu liefern. Solche Methoden vermögen heute nicht nur erstmalig die genauen Zusammenhänge zu erhellen, sondern sie lassen sich auch in bisher kaum erreichbarer Weise ganz allgemein zielgerichtet auf verschiedenen Sektoren wie dem Bauplan der Instrumente oder gar im Tuning mit entsprechender Rückkopplung kalkulatorisch einsetzen. Dem Leser sei zur Erleichterung des Verständnisses das vom gleichen Verfasser zu Lit. 1) anforderbare Glossar empfohlen.

Die schwingungsmodalen Gesetze von Freiheit und Zwang

Wir wollen uns nunmehr den schwingungsmodalen Gesetzen von „Freiheit und Zwang“ und hier insbesondere dem „Gesetz vom Kleinsten Zwang“ widmen.

Was heißt das nun genauer?

Die kinetische Energie der Saitenschwingung pflanzt sich über den Steg zweiachsig als Longitudinalwelle mit Geschwindigkeiten von bis ca. 6.000 m/s und als Transversalwelle (Biegewelle) von ca. 30 bis 340 m/s und mehr (also bis zur Schallgeschwindigkeit, die dann zur Koinzidenz führt) über die Decke und die anderen Korpusteile fort.

Wir betrachten hier im Folgenden das von diesem Vorgang aufgrund der Spiegelung der Biegewellen an den Zargen verursachte

modale Schwingungsverhalten von zu erzwungenen Biegeschwingungen - und damit zur Schallabstrahlung - angeregten Korpusteilen wie Decke, Boden und Zargen, vgl. 1), 2), 5) u. 8).

Jede mechanische Schwingung besteht aus dem Wechsel von potenzieller Energieform (Energie der Lage) und kinetischer Energieform (Energie der Bewegung), wobei das Verhältnis von Federsteife (hier Biegesteife) zu bewegter Masse die Höhe der Eigenresonanz bestimmt: Nur bei ihr befinden sich die beiden Energieformen nämlich im Gleichgewicht.

Zwang wird hier also einmal von der lokalen Biegesteife und ein andermal von der Masse ausgeübt. Den genauen zugehörigen Zusammenhang konnte übrigens erst der Musikfreund - ja Musikenthusiast und Physiker Albert Einstein in seiner Speziellen Relativitätstheorie und hier in dem Phänomen der Massenträgheit sehr einfach aufklären. Die bewegte Masse erfährt nämlich innerhalb eines jeden Schwingungszyklus in Abhängigkeit von der jeweiligen Geschwindigkeit nach der bekannten Einstein'schen Beziehung eine relativistisch geringe Änderung.

Die Masse steigt und fällt also nach *Albert Einstein* mit der Auslenkungs-Geschwindigkeit der einzelnen Deckenteilchen!

Die Aufgabe des Luthiers mit hohem Anspruch besteht nun darin, diese Zwänge generell zu minimieren aber auch zu balancieren. Das ist jedenfalls nach Ansicht des Autors nicht weniger als eine Lebensaufgabe und das hat die folgende Grundlage:

Nur ein Instrument mit minimierten Zwängen - also mit der nötigen Freiheit der Tonentfaltung - kann spielfreudig und tonstark sein. Des Weiteren beherrschen Freiheiten und Zwänge die gesamte Tongebung und Klangformung, wobei die jeweils modal bewegte Masse bei gleicher Frequenz auch die Zeitkonstanten (also die „Schnelligkeit“ und auch die Charakteristik der Tonentfaltung) bestimmt.

Es sind dabei leider auch gegensätzliche Forderungen zu beachten wie die Klangqualität, die mechanische und akustische Langzeit-Stabilität, die Höhe der Eigenresonanzen, das Spielwiderstandsverhalten sowie der Nachklang.

Es geht also hier - wie generell im Saiteninstrumentenbau - um eine hochgradige Balance!

Betrachtet man nun das Schwingungsverhalten einer Struktur bei den höheren Moden (bzw. bei den höheren Frequenzen), so sagt das *Gesetz vom Kleinsten Zwang*, dass die Energieinhalte gegenphasiger Schwingungsfelder oder -gruppen gleich hoch und ferner potenzielle Energie und kinetische Energie in der Gruppe (aber nicht zwingend im Einzelfeld) innerhalb eines Schwingungszyklus gleich hoch sind. < >

© Copyright 2014 by Karl Sandvoss.