

Zur Schalleistung von modernen und historischen Orchesterinstrumenten I: Streichinstrumente

Johannes Krämer¹, Frank Schultz¹, Martin Pollow², Stefan Weinzierl¹

¹TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation

²RWTH Aachen, Institut für Technische Akustik

E-Mail: stefan.weinzierl@tu-berlin.de

Einleitung

Die unterschiedlichen klanglichen Eigenschaften von Musikinstrumenten des 18. und 19. Jahrhunderts im Vergleich zu modernen Orchesterinstrumenten sind ein wesentliches Element einer historisierenden Aufführungspraxis von Musik, etwa von Werken der Wiener Klassik. Obwohl die Verwendung von Instrumenten historischer Bauweise, seien es Originale oder Nachbauten, heute gängige Konzertpraxis ist, gibt es kaum akustische Daten, die den Unterschied zu modernen Orchesterinstrumenten dokumentieren.

So beziehen sich etwa die Werte, die Jürgen Meyer zur Schalleistung erhoben bzw. aus älteren Messungen kompiliert hat [1], ausschließlich auf moderne Orchesterinstrumente. In einer umfangreichen Messreihe wurden daher für alle Instrumente des klassisch-romantischen Sinfonieorchesters und für verschiedene Stadien der instrumentenbaulichen Entwicklung Schalleistungen im *ff* und im *pp* ermittelt. Die gemessenen Werte sollen zeigen, inwieweit sich der durch das Instrument bedingte Dynamikumfang verändert hat und inwieweit sich eine modernen Instrumenten zugeschriebene, höhere akustische Durchsetzungskraft in den Werten für die Schalleistung wiederfindet.

Messmethodik

In Zusammenarbeit mit dem ITA der RWTH Aachen wurde ein 32-kanaliger, schalldruckkalibrierter sphärischer Mikrofonarray im reflexionsarmen Vollraum der TU Berlin installiert, der gleichzeitig eine Messung von Schalleistungen und Richtcharakteristiken erlaubte [2,3]. Die Messbedingungen erfüllten die Anforderungen nach DIN EN ISO 3745 für Messungen der Genauigkeitsklasse 1 für Frequenzen $f > 63$ Hz [4]. Die Instrumente wurden möglichst mittig im Array positioniert; die Musiker wurden angewiesen, eine möglichst konstante Spielhaltung einzunehmen. Für alle Orchesterinstrumente wurde ein Instrument moderner Bauweise und ein für die Zeit um 1800 typisches Instrument vermessen [5]. Das moderne Instrumentarium wurde von Mitgliedern des „Deutschen Sinfonieorchesters“ und anderer professioneller Orchester in Berlin gespielt, das historische Instrumentarium von Mitgliedern der „Akademie für Alte Musik“. Die modernen Instrumente waren auf eine Stimmtonhöhe von 443 Hz gestimmt, für die Zeit um 1800 typische Instrumente auf 430 Hz. Zunächst wurden Einzeltöne im *ff* (Anweisung: „so laut wie möglich, ohne dass der Ton unschön klingt“) und *pp* (Anweisung: „so leise wie möglich, ohne dass der Ton abreißt“) im chromatischen Tonabstand über den spielbaren Tonumfang des Instruments aufgenommen. Zusätzlich

wurde für jedes Instrument eine Tonleiter über zwei Oktaven in flüssigem Tempo, wieder im *ff* und *pp*, aufgezeichnet.

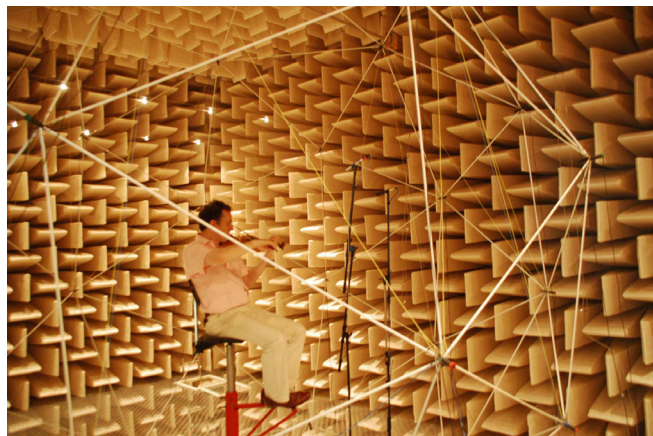


Abbildung 1: Schalleistungsmessung nach dem Hüllflächenverfahren im reflexionsarmen Vollraum der TU Berlin mit sphärischem 32-Kanal-Mikrofonarray.

Von jeweils drei eingespielten Tönen für jede Dynamik- und Tonstufe wurden gelungene Varianten manuell vorsortiert und für eine weitgehend automatisierte Berechnung der Schalleistung in Matlab der stationäre Tonbereich markiert.

Ergebnisse

Die Angaben zur Schalleistung entsprechen den Zeitmittelwerten über den stationären Bereich des Einzeltons bzw. über die gespielte Dauer der Tonfolge. Aus den Werten für die unbewertete Schalleistung im *ff* und im *pp* wurden Dynamikumfang für Einzeltöne und Tonleitern berechnet. Für Einzeltöne wurde hierbei der jeweils lauteste bzw. leiseste Einzelton über den gesamten Tonumfang ausgewählt. Weiterhin wurde, einem Vorschlag von J. Meyer folgend [1], ein mittlerer Schalleistungspegel im *forte* angegeben, der durch eine Unterteilung des Dynamikbereichs in vier gleiche Teile (*pp-p*, *p-mf*, *mf-f*, *f-ff*) als drei Viertel des Pegelabstands zwischen *pp* und *ff* berechnet wurde.

Trotz der Unterschiede im Hinblick auf Instrument, Saitenbespannung und Bogen zwischen modernen und historischen Streichinstrumenten ergaben sich überraschend ähnliche Werte für die erreichbare Schalleistung. So erreichte sowohl die moderne wie die historische Violine im *ff* eine maximale Schalleistung von 95 dB, mit Unterschieden über den gesamten Tonumfang von 10 dB im *ff* und 7 dB im *pp*. Der höhere Dynamikumfang für die moderne Violine ($\Delta L_{w,mod} = 43$ dB, $\Delta L_{w,hist} = 38$ dB) ergibt sich aufgrund der niedrigeren Werte im *pp* (Abb. 2).

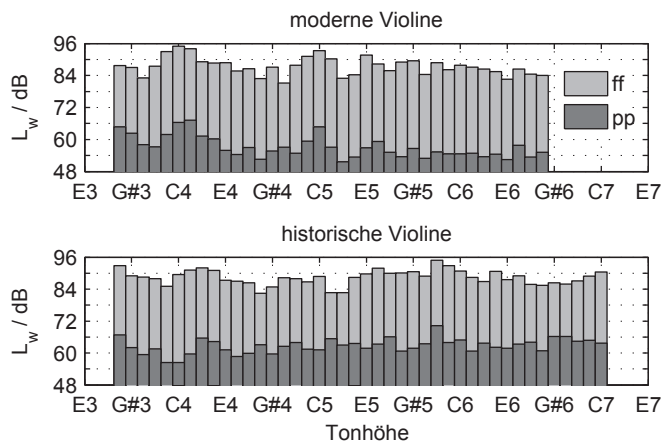


Abbildung 2: Schallleistungspegel einer Violine moderner und historischer Bauart für Einzeltöne über den gesamten Tonumfang.

Abb. 3 zeigt die gemessenen Dynamikbereiche für eine Violine, eine Viola, ein Violoncello und einen Kontrabass moderner und historischer Bauweise. Die Werte für Einzeltöne im *ff* weichen nur geringfügig von den von Meyer gemessenen Werten [1] ab. Größer sind die Abweichungen – sowohl innerhalb wie zwischen den Messreihen – für die Einzeltöne im *pp* und erst recht für die Tonleiter-Werte, was auf einen größeren Interpretationsspielraum durch den Spieler in beiden Fällen hinweist.

Die Werte der Schallleistung für modernes und historisches Instrumentarium zeigen insgesamt keine systematischen Unterschiede. Während bei der Violine die gleiche Schallleistung im *ff* erreicht wurde, war die moderne Viola um 2,5 dB lauter, das moderne Cello hingegen um 4,5 dB leiser als das Instrument historischer Bauart.

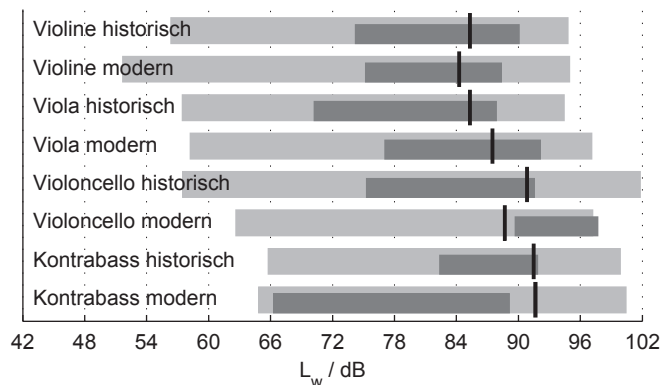


Abbildung 3: Dynamikumfange (*pp/ff*) für Streichinstrumente moderner und historischer Bauart für Einzeltöne (hellgrau) und Tonleitern (dunkelgrau), außerdem ein mittlerer Schallleistungspegel im *forte* (schwarz)

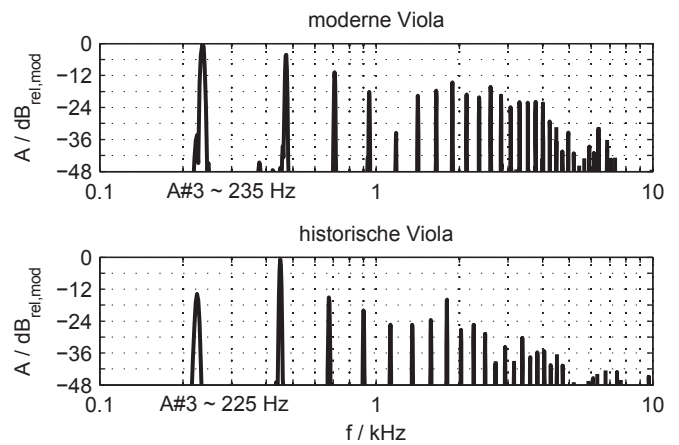


Abbildung 4: Amplitudenspektrum einer Viola moderner und historischer Bauart für den stationären Teil eines Einzeltons im *ff*

Diskussion

Angesichts einer häufig empfundenen, höheren Durchsetzungskraft moderner Streichinstrumente, die aufgrund eines teilweise größeren Instrumentenvolumens, höherer Saitenspannung, der Verwendung von Stahlsaiten gegenüber umspannenen Darmsaiten und eines höheren Bogengewichts erwartet werden kann, ist es ein überraschender Befund, dass eine neue Messreihe keine systematisch höheren Schallleistungen von modernen gegenüber historischen Streichinstrumenten finden konnte. Für das Violoncello wurden im Gegenteil sogar höhere Werte für das Instrument historischer Bauart ermittelt.

Ein historischer Wandel der Klangeigenschaften und der Klangbalance von Instrumenten und größeren Ensembles kann somit aus unserer Sicht nur mit veränderten spektralen Eigenschaften in Verbindung gebracht werden. So zeigt ein zunächst nur exemplarisch durchgeführter Vergleich (Abb. 4) bei modernen Streichinstrumenten einen durchweg höheren Anteil des Grundtons und sehr hoher Obertöne gegenüber dem Spektrum von Instrumenten historischer Bauart.

Literatur

- [1] Meyer, J.: Zur Dynamik und Schallleistung von Orchesterinstrumenten. *Acustica* 71 (1990), 277-286
- [2] Pollow, M.: Measuring directivities of musical instruments for auralisation. *Fortschritte der Akustik: Tagungsband d. 35. DAGA (2009)*, 1471-1473
- [3] Pollow, M., Behler, G.K., Schultz, F.: Musical instrument recording for building a directivity database. *Fortschritte der Akustik: Tagungsband d. 36. DAGA (2010)*
- [4] DIN EN ISO 3745:2003: Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen. Verfahren der Genauigkeitsklasse 1 für reflexionsarme Räume und Halbräume
- [5] Detzner, E., Schultz, F., Pollow, M., Weinzierl, S.: Zur Schallleistung von modernen und historischen Orchesterinstrumenten II: Holz- und Blechblasinstrumente. *Fortschritte der Akustik: Tagungsband d. 36. DAGA (2010)*