

Tonales Volumen und Offenheit zeitlich veränderlicher Schalle

Hannes Löschke¹

¹ *Institut für Musikinstrumentenbau, 08267 Zwota, Email:hannes_loeschke@yahoo.de*

Einleitung

Die Psychoakustik der letzten Jahre entwickelte sich vornehmlich um das wichtige Untersuchungsgebiet der technischen Schalle. Diese Beschränkung lässt einige Vereinfachungen, wie die Annahme quasistationärer Signale zu und führt zu einer Fokussierung auf die Messung störender Schallkomponenten. Eine einfache Inversion der negativ belegten Attribute wie beispielsweise Schärfe erscheint nicht ausreichend um den positiven Klangeindruck wiederzugeben. Es konnte nachgewiesen werden dass Helligkeit oder Brillianz zwar stark mit der Schärfe korreliert, jedoch nicht in gleichem Maße negativ belegt ist. Zudem werden unter Musikern und Instrumentenbauern häufig auch weitere Verbale Attribute verwendet, die offenbar nicht direkt mit den bisher messbar gemachten psychoakustischen Größen zusammenhängen. Dazu gehört vor Allem das tonale Volumen, welches speziell für basslastige Instrumente ein starkes Verkaufsargument ist.

Im Rahmen eines Gemeinschaftsprojektes zwischen dem Institut für Musikinstrumentenbau Zwota und Sinus Messtechnik GmbH Leipzig sollen unter Anderem die bisher nicht implementierten psychoakustischen Größen tonales Volumen und Offenheit in ein Messsystem integriert werden. Dazu sind Untersuchungen zur Relevanz und zur Beschaffenheit dieser Größen notwendig.

Das tonale Volumen wurde in der Mitte des letzten Jahrhunderts intensiv untersucht [2], [3], geriet dann aber aus den oben beschriebenen Gründen zunehmend in Vergessenheit. Als eine Schwierigkeit bei der Untersuchung des tonalen Volumens stellt sich die Definition des Begriffes dar. Erste Versuche einer Definition verwenden die Begriffe „Volumen“, „Ausdehnung“, „Massivität“ oder „raumfüllende Eigenschaft“ und bringen diese mit großer Bandbreite, hoher Lautstärke und tiefem Frequenzschwerpunkt in Verbindung. Neuere Untersuchungen sehen die wahrgenommene Ausdehnung einer Quelle vornehmlich in Zusammenhang mit der interauralen Dekorrelation. Letzteres ist eher eine Eigenschaft welche die Interaktion der Schallquelle mit dem umgebenden Raum charakterisiert als die Quelle an sich. Sie erscheint somit für die Beurteilung der Quelle wenig aussagekräftig. Vielmehr muss abschließend geklärt werden, welchen Einfluss die Einhüllende des Klangspektrums auf das wahrgenommene tonale Volumen hat, da diese direkt mit der Schallabstrahlung der Quelle in Verbindung steht.

Ein weiteres Merkmal, das auf der Struktur der spektralen Einhüllenden basiert, ist die Offenheit [4]. Diese Größe wurde bei der Qualitätsbeurteilung von Klaviertönen als Hauptkomponente neben der bekannten Schärfe gefunden. Es zeigte sich, dass die berechnete Offenheit von Gitarrenanspielen am wenigsten anfällig für Veränderungen der Aufnahmebedingungen ist und somit am besten geeignet, die Instrumente anhand psychoakustischer Parameter zu unterscheiden. Weitere Hörversuche zur Wahrnehmung

dieser Größe stehen allerdings noch aus. Es ist somit noch nicht bekannt, ob und inwiefern die Offenheit eine natürliche Beschreibungsgröße für die Klangfarbe ist.

Hörversuche

Ziel der Untersuchung ist es, die natürliche Wahrnehmung von tonalem Volumen und Offenheit durch die Versuchspersonen zu charakterisieren. Dazu wurden die Versuchspersonen ohne weitere Erklärung der Skale gebeten, Klangbeispiele bezüglich des vorgegebenen verbalen Merkmals zu bewerten. Im Ergebnis wird die Frage diskutiert, ob eine natürliche Vorstellung der gefragten verbalen Skale existiert und wie die Bewertung durch die spektrale Einhüllende beeinflusst wird.

Stimuli

Bisherige Untersuchungen zum tonalen Volumen wurden an kurzen zeitlich invarianten Signalen durchgeführt. Diese Einschränkung widerspricht der den häufigsten Alltagssituationen, in denen wir Klänge beurteilen. Die bisherigen Ergebnisse lassen sich somit häufig nicht ohne Weiteres anwenden.

Als Ausgangsmaterial für den Hörversuch wurden fünf kurze Musikanspiele gewählt, die unter gleichen Aufnahmebedingungen mittels Kunstkopf aufgezeichnet wurden. Dabei wurden je zwei verschiedenen Musikstücke auf Geige und Gitarre, sowie ein Musikstück auf einer Trompete gespielt. Um einen möglichen Einfluss der Lautstärke auszuschließen, wurden die fünf Stücke so verstärkt, dass der mittlere Schalldruckpegel am Ohr bei Kopfhörerwiedergabe 70dB beträgt. Auf eine genauere Angleichung der empfundenen Lautstärke wurde aufgrund den starken zeitlichen Veränderungen und der Verwendung unterschiedlicher Musikstücke verzichtet.

Die spektrale Einhüllende der Ausgangsstücke wurde durch oktavbreite Anhebung um jeweils 6dB bei den Mittenfrequenzen 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz und 2kHz modifiziert. Die Analyse des mittleren Spektrums der Stücke zeigt, dass für die Anspiele von Geige und Trompete generell die Anhebung bei 125Hz und häufig die Anhebung bei 250Hz wirkungslos bleibt, da der Tonumfang dieser Instrumente erst oberhalb des veränderten Frequenzbereiches beginnt. Trotz dessen werden die so erzeugten Stücke nicht vom Versuch ausgeschlossen. Eine größere Anzahl praktisch unveränderter Schalle im Hörversuch lässt bessere Rückschlüsse auf die Genauigkeit der Bewertungen zu.

Methode

Der Hörversuch ist nach der Methode der absoluten Größenschätzung angelegt. Es steht jedoch zu jeder Zeit ein Vergleichsanspiel mit einer zugeordneten Merkmalsgröße von 10 zur Verfügung, um die Vergleichbarkeit der Größenschätzungen zu vereinfachen. Es wird jeweils ein zu bewertendes Signal angeboten, das beliebig oft wiederholt

werden kann, bevor ein Urteil abgegeben werden muss. Das Vergleichssignal bleibt in jedem Fall das Selbe. Die Musikstücke haben eine Länge von bis zu 25 Sekunden. Um die Belastung der VP in Grenzen zu halten, bestand die Möglichkeit, die Wiedergabe nach jeweils 5 Sekunden abzubrechen. Dabei wurde davon ausgegangen, dass innerhalb dieser Zeit ein ausreichend stabiler Eindruck des gefragten Merkmals entsteht.

Der Einsatz der absoluten Größenschätzung erscheint sinnvoll, da bereits in der Vergangenheit bei der Untersuchung des tonalen Volumens und der Schärfe durch absolute Skalierung gute Ergebnisse erzielt wurden.

Diskussion

Methode und Versuchspersonen

Im ersten Moment erscheinen die Bewertungen sowohl für Offenheit, als auch tonales Volumen wenig aussagekräftig. Die Urteile streuen trotz der vorgegebenen Referenz stark. Erst eine Beschränkung auf die Urteile der Musiker zeigt eine gewisse Konsistenz in der Beurteilung von tonalem Volumen. Auch bei der Offenheit kann durch gezielte Selektion eine verhältnismäßig konsistentes Urteil über mehrere VP abgelesen werden.

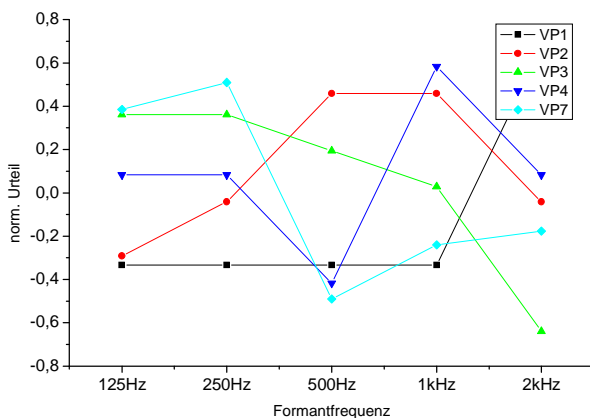


Abbildung 1: normierte Urteile der Nicht-Musiker zum Volumen für alle modifizierten Instrumentenanspiele

Eine sehr gute Übereinstimmung konnte für die normierten Urteile der Musiker bei der Beurteilung des modifizierten Referenzsignals gefunden werden. Damit lassen sich ältere Versuche bestätigen, die ohnehin gleichartige Signale untersuchten. Dagegen zeigt sich beim Vergleich der Urteile für die verschiedenen Instrumente untereinander, dass das Volumen nicht absolut, sondern nur relativ skaliert ist. Eine Übertragung der Volumeneinschätzung in einen anderen klanglichen Kontext scheint für die VP schwierig.

Skalierung

Der Versuch durch eine bezifferte Referenz eine sofortige Vergleichbarkeit der Urteile zu erreichen muss als gescheitert angesehen werden. Die Urteile sind größtenteils in sich schlüssig, jedoch weichen die Schätzungen besonders des Volumens stark von der erwarteten absoluten Lage ab. Besonders auffällig ist dies in einem Fall beim Vergleich des Vorversuches mit den im Hauptversuch abgegeben Urteilen. Beide Male wird ein qualitativ gleichwertiges Ranking der modifizierten Versionen der Referenz abgegeben. Während

jedoch sämtliche Variationen im Vorversuch ein Größeres Volumen als die Referenz erhielten, wurde das Volumen derselben Anspiele konsequent kleiner als das der Referenz gewertet.

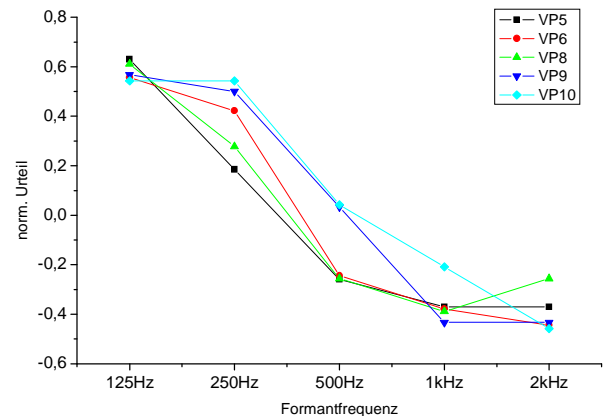


Abbildung 2: normierte Urteile der Musiker zum Volumen für alle modifizierten Instrumentenanspiele

Zusammenfassung

Offenbar sind Versuchspersonen in der Lage, sowohl Offenheit als auch tonales Volumen konsistent zu beurteilen, sobald sie eine genügend genaue Vorstellung dieser Eigenschaften haben. Musiker haben demnach bereits durch ihren Umgang mit Musik eine genaue Vorstellung von tonalem Volumen. In welcher Situation die VP eine Vorstellung von Offenheit erlernt haben bleibt zunächst unklar, unabhängig voneinander sind verschiedene VP jedoch in der Lage dieses Merkmal in gleicher Weise zu beurteilen. Die Urteile für die hier untersuchten instationären Signale entsprechen im wesentlichen den Urteilen, die bei Anwendung der für stationäre Schalle gefunden Modelle auf das mittlere Signalspektrum zu erwarten sind. Dabei muss jedoch festgehalten werden, dass für das tonale Volumen bereits mehrere Modelle aufgestellt wurden, für die Offenheit jedoch nur ein einziges vorläufiges Modell existiert. Für eine Auswahl und Verifizierung der bestehenden Modelle ist die Datenbasis des Vorliegenden Versuches noch zu gering.

Literatur

- [1] v. Bismarck, G.: Sharpness of Steady Sounds. *Acustica* Vol 30(1974), 160-172
- [2] Cabrera, D.: The Size of Sound: Auditory Volume Reassessed, URL: http://150.101.201.152/~mikropol/volume5/cabrera_d/Volume.html (06.11.2006)
- [3] Terrace, H. S.; Stevens, S.S.: The Quantification of Tonal Volume. *Am. J. Psychol.* 75(1962), 596-604
- [4] Valenzuela, M. N.: Untersuchungen und Berechnungsverfahren zur Klangqualität von Klaviertönen. Herbert Utz Verlag (1998)