Der Einfluss inharmonischer Teiltonreihen auf die Konsonanz- und Dissonanzwahrnehmung

Stephan Reisigl
Institut für Musikwissenschaft, Universität Wien,

Jahrestagung 2015
Carl von Ossietzky Universität
11.-13. September 2015

Hintergrund

Auf musiktheoretischer Ebene werden *Dissonanz-Konsonanz* als Gegensatz gesehen und stets aufeinander bezogen – als Spannung und Auflösung der Spannung. Auf klanglicher Ebene kommen auch graduelle Unterschiede ins Spiel, die sich messen lassen. Helmholtz (1885) erklärte den Dissonanzgrad mit dem Grad an *Rauhigkeit* (die Konsonanz mit dem Fehlen von Rauhigkeit) und begründete damit eine Reihe von Forschungen. Kameoka und Kurijagawa (1969) quantifizierten den Dissonanzgrad von Zweiklängen mit 2 Teiltönen und kamen zum Schluss, dass die V-Kurve des Dissonanzgrades proportional zu Zwickers (1961) *kritischer Bandbreite* ist und letztere darüber hinaus mit der Schallintensität zunimmt. Voigt (1985) überprüfte Helmholtz' Dissonanztheorie aufgrund der Rauhigkeit und konnte mit Hörversuchen verschiedene Dissonanzgrade nachweisen, indem er die Instrumentation von Dissonanzen änderte sowie Klänge mit und ohne Vibrato spielte. Vibrato senkt den Dissonanzgrad. Daneben hat Stumpfs (1890) *Verschmelzung* aus mehreren Gründen Forschungsgeschichte geschrieben: er richtete den Fokus auf die Konsonanz (Konsonanz ist Verschmelzung) und betonte damit einen holistischen Aspekt der Wahrnehmung. Terhardt (1975) verglich Stimmungen mit harmonischem, gestauchtem und gestrecktem Teiltonaufbau und kam zum Schluss, dass die drei Stimmungen für sechs unterschiedliche musikalische Figurationen nicht gleich optimal waren. Geary (1980) konnte bestätigen, dass Klangpaare mit *inharmonischen* Teiltönen bei 15 Versuchspersonen ähnliche Konsonanz- und Dissonanz-wahrnehmungen bewirkten wie *harmonische* Klänge. Keuler (1997) sowie Sethares (1999, 2005) untersuchten die musikalischen Möglichkeiten anhand unterschiedlicher Grade an *Inharmonizitäten.* Die intervallbezogene Konsonanz- und Dissonanzwahrnehmung verschob sich im Vergleich zu *harmonischen* Spektren aufgrund der veränderten Koinzidenz der Teiltöne. Im Sinne von Sethares sind Konsonanz und Dissonanz also nicht inhärente Eigenschaften von Intervallen, sondern abhängig vom Spektrum. Cohen (1984) zeigte, dass mit steigender Inharmonizität (Faktoren zwischen 1,9 – 2,1) die Intervallwahrnehmung der Versuchspersonen an Ambiguität zunimmt, diese jedoch durch tonale Felder in musikalischen Kontexten wieder abnimmt. Im letzten Jahrzehnt erkannten Fricke (2009) und Ebeling (2010) die Bedeutung der Autokorrelation zwischen den Periodizitäten neuronaler Impulsketten für die Tonhöhen- und Dissonanz- und Konsonanzwahrnehmung.

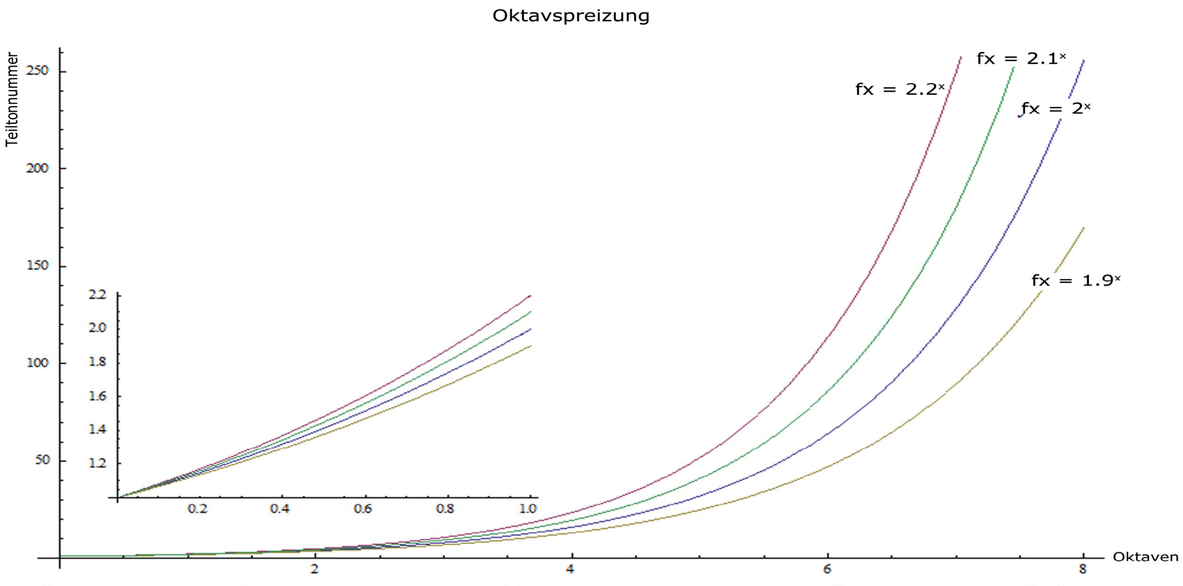
Ziele und Fragestellungen

- **Welchen Einfluss haben verschieden gestreckte/gestauchte inharmonische Teiltonreihen auf die Konsonanz- und Dissonanzwahrnehmung?**
- **Welche Bedeutung hat die Koinzidenz von Teiltönen für den Konsonanzgrad?**

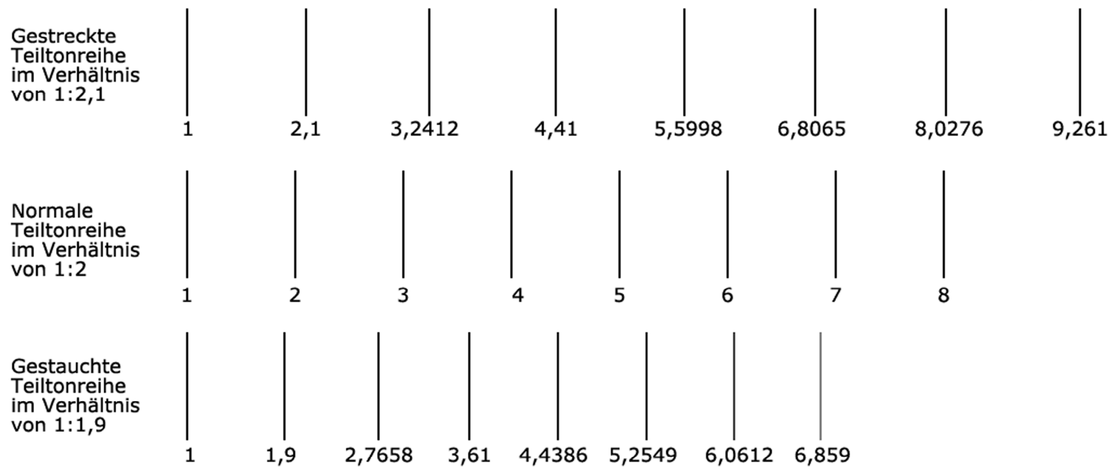
Methoden und Vorgehensweise

Mit zwei Versuchsgruppen (30 musikalisch ambitionierte Anfänger und 30 musikalisch sehr Fortgeschrittene) soll anhand von unterschiedlich gestreckten Teiltonreihen in Hörexperimenten gemessen werden, welche Intervalle bei welcher Streckung als dissonant oder konsonant eingestuft werden und welche Verschiebungen in der Wahrnehmung es im Vergleich zur klassischen Konsonanz-Dissonanz-Unterscheidung gibt.

Vergleich von harmonischen und inharmonischen Teiltonreihen.
Den Streckungen liegt Sethares' Formel $f_j=f_0S^{\log 2j}$ zugrunde:

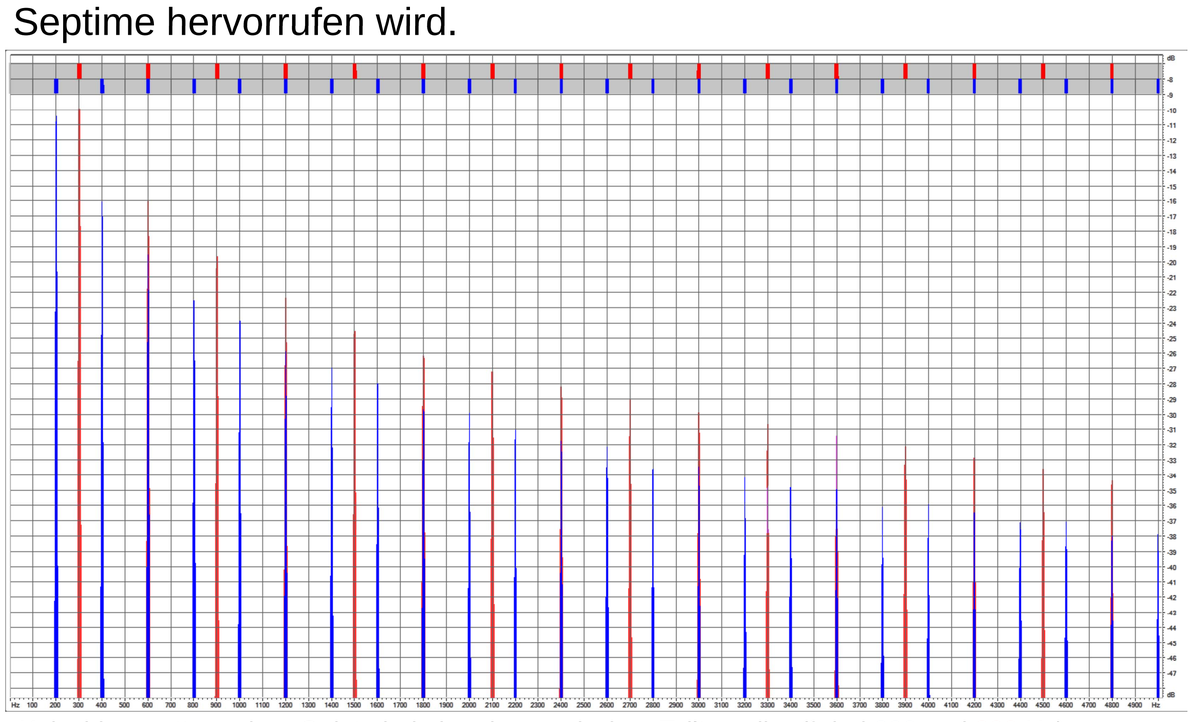


Streckungs- und Stauchungsfunktion im Vergleich zur harmonischen Teiltonreihe $f(x)=2^x$ über acht Oktaven. Im kleinen Bild befinden sich die Funktionskurven für eine Oktav.

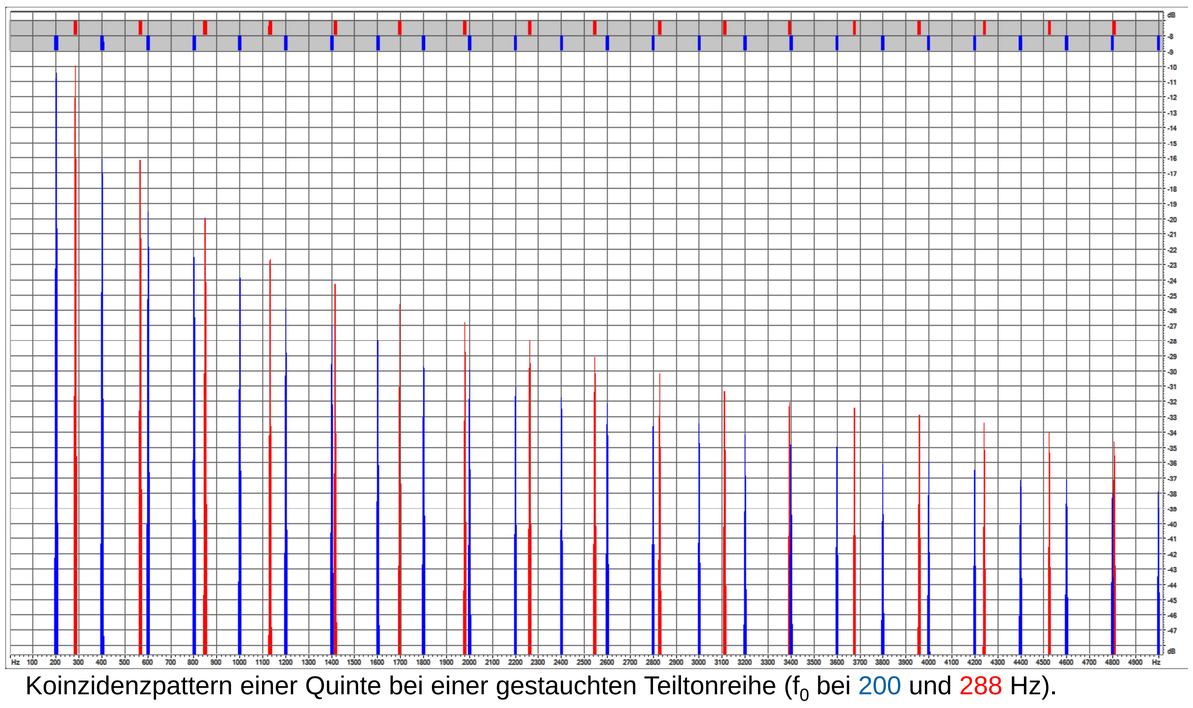


Zusammengefasste Koinzidenzpattern der harmonischen Teiltonreihe (Mitte), der gestauchten Teilton-reihe im Verhältnis von 1:1,9 (unten) sowie der gestreckten Teiltonreihe im Verhältnis von 1:2,1 (oben).

Anhand der Koinzidenzpattern lässt sich z.B. erkennen, dass ein sonst konsonanter Oktavabstand bei einer gestreckten Teiltonreihe wie eine Septime wirken wird ebenso wie eine sonst konsonante Sexte bei einer gestauchten Teiltonreihe den Klangeindruck einer Septime hervorrufen wird.



Koinzidenzpattern einer Quinte bei einer harmonischen Teiltonreihe (f_0 bei 200 und 300 Hz).



Koinzidenzpattern einer Quinte bei einer gestauchten Teiltonreihe (f_0 bei 200 und 288 Hz).

Ausblick

- **Die Experimente sollen eine Entkoppelung der Dissonanz- und Konsonanzwahrnehmung von der Intervallwahrnehmung zeigen.**
- **Diese ist durch die 5 Variablen Streckfaktor (Grad der Inharmonizität), Anzahl der Teiltöne im komplexen Klang, Koinzidenz, Intervall und Oktavlage zu erwarten.**
- **Bestehen Korrelationen zwischen den einzelnen Variablen? In welchem Ausmaß?**
- **Wie sehr werden sich die Ergebnisse zwischen beiden VPN-Gruppen unterscheiden?**
- **Welche allgemeinen Wahrnehmungsmechanismen für die Dissonanz- und Konsonanzwahrnehmung sind aus den Ergebnissen ableitbar?**

Literatur

Cohen, Elizabeth A. (1984): Some effects of inharmonic partials on interval perception. In: Music Perception, Vol.1, Nr.3. S. 323-349. <> Ebeling, Martin (2010): Konsonanzempfinden und Periodizitätsanalyse im auditorischen System. In: Utz, Christian (Hg.): Musiktheorie als interdisziplinäres Fach. 8. Kongress der Gesellschaft für Musiktheorie. Saarbrücken: Pfau (= Schriftenreihe Kunstuniversität Graz). S. 629 – 646. <> Fricke, Jobst Peter (2009): Neuronale Koinzidenz mit Unschärfe löst das Problem unbefriedigender Konsonanztheorien. In: Auhagen/ Bullerjahn/ Höge (Hrsg.): Musikpsychologie – musikalisches Gedächtnis und musikalisches Lernen. Göttingen: Hogrefe (= Jahrbuch der deutschen Musikpsychologie 20). S 94 – 122. <> Geary, J.M (1980): Consonance and dissonance of pairs of inharmonic sounds. In: JASA, Vol. 67, Nr.5, Mai. S 1785-1789. <> Helmholtz, Hermann von (^{5}1896): Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik. Braunschweig:Vieweg & Sohn. <> Kameoka, A/ Kurijagawa,M (1969): Consonance theory part I. Consonance of dyads. In: JASA, Vol.45, Nr.6, Juni. S. 1451-1459. << Keuler, Jenö (1997): Problems of Shape and Background in Sounds with Inharmonic Spectra. In: Leman, Marc (Ed.): Music, Gestalt, an Computing. Studies in Cognitive and Systematic Musicology. (=Lecture Notes in Computer Sciece Vol. 1317). S. 214-224. <> Sethares, William A. (^{2}2005): Tuning, Timbre, Spectrum, Scale. London: Springer.[2. erweitere Auflage. Erstauflage 1998]. <> Stumpf, Carl (1890/1965): Tonpsychologie. München. Nachdruck Hilversum 1965. <> Terhardt Ernst, Zick M. (1975): Evaluation of the Tempered Scale in Normal. Stratched, and Contracted Intonation. In: Acustica, Vol. 32 1975. S 268 – 274. <> Voigt, Wolfgang (1985): Dissonanz und Klangfarbe. Instrumentationsgeschichtliche und experimentelle Untersuchungen. Bonn: Verlag für systematische Musikwissenschaft (= Orpheus Schriftenreihe zu Grundfragen der Musik 41).