Martin Ebeling

Konsonanztheorien des 19. Jahrhunderts

1. Paradigmenwechsel in den Wissenschaften An den verschiedenen Konsonanztheorien wird deutlich, wie Weltbilder und wissenschaftliche Modelle musiktheoretische Konzepte prägen. Der Glaube an eine göttliche Ordnung der Welt und zahlentheoretische Spekulationen seit der Antike fanden ihren Niederschlag in der an Zeitmustern orientierten Koinzidenztheorie: eine Theorie im Zeitbereich.

Die Entwicklung der modernen Wissenschaften im 19. Jahrhundert, insbesondere der Physik und der Physiologie, ließ einerseits psychoakustisch geprägte Modelle von Konsonanz und Dissonanz entstehen, die sich an dem Theorem von Jean Baptiste Joseph Fourier (1768–1830) orientierten: Theorien im Frequenzbereich.[1] Andererseits entwickelte sich die Psychologie zu einer selbständigen Wissenschaft, die sich aus wahrnehmungspsychologischer Sicht dem Konsonanz-Dissonanzphänomen zuwandte, um letztlich philosophische und epistemologische Fragestellungen zu verfolgen. Ausgangspunkt war die Verschmelzung von Konsonanzen, die unter anderem auf eine Theorie psychischer Rhythmen führte, die der alten Koinzidenztheorie entspricht: eine psychologische Theorie im Zeitbereich.[2]

Die moderne Neuroakustik beschreibt die Verarbeitung von Tönen und Intervallen im auditorischen System durch neuronale Netze, die eine Autokorrelation durchführen. Sie operiert ebenfalls im Zeitbereich und ist ein neuronales Korrelat der Koinzidenztheorien. Norbert Wiener (1894–1964) zeigte 1931, dass die Autokorrelationsanalyse von Schwingungen zur Spektralanalyse durch Fourier-Transformation äquivalent ist.[3] Während eine Fourier-Transformation jedoch nicht auf neuronaler Ebene zu leisten ist, kann eine Autokorrelation neuronal realisiert werden. Auf dieser Basis ist das Konsonanz-Dissonanzempfinden neuroakustisch erklärbar.[4]

2. Koinzidenztheorie Alte Musiktheorien führen das Konsonanzempfinden auf einfache Schwingungsverhältnisse zurück. Die Konsonanz der Oktave mit der Proportion 2:1

1 Vgl. Jean Baptiste Joseph Fourier: *Théorie analytique de la chaleur*, Paris 1822.

2 Vgl. Theodor Lipps: Tonverwandtschaft und Tonverschmelzung, in: *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane* 19 (1899), S. 1–40.

3 Wilhelm M. Hartmann: *Signal, Sound, and Sensation*, 4. verb. Aufl., New York 2000 ([1]1998), S. 334.

4 Martin Ebeling: *Verschmelzung und neuronale Autokorrelation als Grundlage einer Konsonanztheorie*, Frankfurt a. M. 2007; ders.: Neuronal Periodicity Detection as a Basis for the Perception of Consonance. A Mathematical Model of Tonal Fusion, in: *Journal of the Acoustical Society of America* 124 (2008), S. 2320–2329.

wurde bereits in der Antike ausführlich diskutiert. Im Laufe der Musikgeschichte führte insbesondere die Entwicklung der europäischen Mehrstimmigkeit seit dem Hochmittelalter dazu, dass das Konsonanz-Dissonanz-Problem zu einer der zentralen Fragen der Musiktheorie wurde. Der Zusammenhang zwischen dem »Wohlklang« der Konsonanzen beziehungsweise dem »Missklang« der Dissonanzen und den Schwingungsverhältnissen der beiden Intervalltöne konnte durch Saitenteilungen zum Beispiel am Monochord oder an den Pfeifenlängen sogar gemessen werden. Diese Schwingungsverhältnisse wurden als rhythmische Stöße auf die Luft und von dieser wiederum durch rhythmisches Pulsieren auf das Ohr übertragen. Diese Vorstellung benutzt einen Zeitcode für die Tonhöhe: Gedacht werden die Töne als periodische Impulsketten, deren Periode – Kehrwert der Frequenz – der Tonhöhe entspricht. Notiert werden diese Impulsketten als äquidistante Punktfolgen. Schrieb man bei einem Schwingungsverhältnis von p : q für die eine Punktfolge p Punkte, so notierte man für die andere Punktfolge im gleichen Abschnitt q Punkte und konnte damit für jedes Intervall das charakteristische Zahlenverhältnis sichtbar machen (Abbildung 1).

In regelmäßigen Abständen fallen Punkte der einen Punktfolge mit einem Punkt der anderen Reihe zusammen und zeigen koinzidierende Luftimpulse an. Abhängig vom Schwingungsverhältnis p : q kann die Häufigkeit gleichzeitiger Luftimpulse bestimmt werden: Jeder p-te Punkt der einen Punktfolge fällt mit jedem q-ten Punkt der zweiten Reihe zusammen. Je kleiner die Zahlen p und q sind, umso häufiger kommt es zur Koinzidenz. Bei häufigem Zusammenfallen der Impulse sind die Töne aber sehr ähnlich und klingen deshalb konsonant, bei Dissonanzen ist das Zahlenverhältnis der Schwingungen komplizierter und die Töne klingen nicht sehr ähnlich.

Zur Berechnung des Wohlklangs der Intervalle, des *gradus suavitatis*, definierte Leonhard Euler (1707–1783) die zahlentheoretische Gamma-Funktion (Γ).[5]

3. Psychophysikalische Konsonanztheorien

3.1 Spektralanalyse Brook Taylor (1685–1731) und Joseph Sauveur (1653–1716) leiteten schon 1713 unabhängig voneinander die »Sinusschwingung zum Grundton als mögliche Bewegung der Saite her«.[6] Daniel Bernoulli (1700–1782) hatte 1753 Saitenschwingungen als Superposition von Sinusschwingungen beschrieben und mit dem Tonempfinden eindeutig in Beziehung gesetzt. Auch Euler fasste die Bewegung der schwingenden Saite als Summe von Sinusschwingungen auf (1748/1755). Bei der Lösung eines Wärmeleitungsproblems gelangte Jean Baptiste Joseph Fourier 1822 zu der Einsicht, dass sich jede

5 Guerino Mazzola: *The Topos of Music. Geometric Logic of Concepts, Theory and Performance*, Basel 2002, S. 1049.

6 Daniel Muzzulini: *Genealogie der Klangfarbe*, Frankfurt a. M. 2005, S. 205.

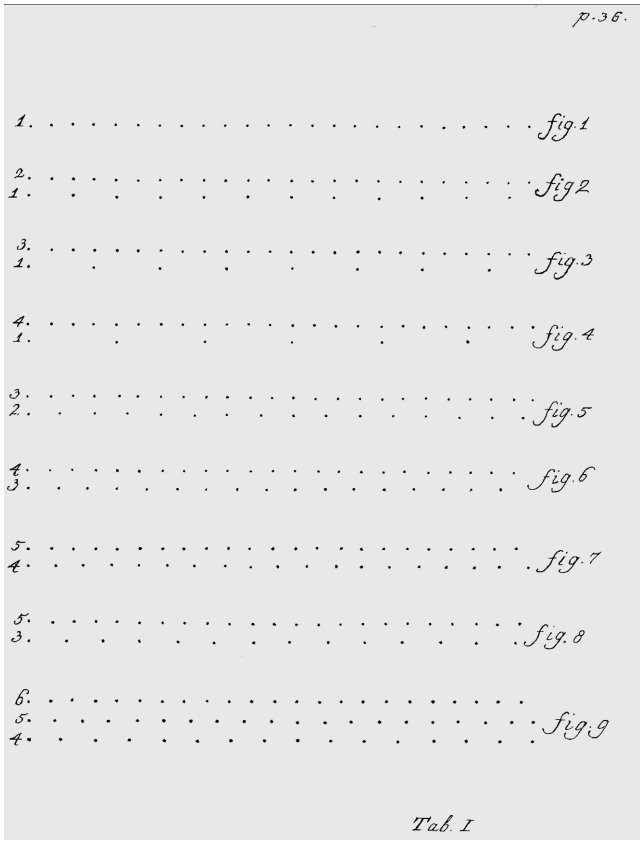

Abbildung 1 Mit Paaren von Punktreihen stellt Leonhard Euler verschiedene Schwingungsverhältnisse, vom Einklang in der fig. 1 über die Schwingungsverhältnisse 2:1 (fig. 2), 3:1 (fig. 3), 4:1 (fig. 4), 3:2 (fig. 5), 4:3 (fig. 6), 5:4 (fig. 7), 5:3 (fig. 8) bis zum Durdreiklang 6:5:4 (fig. 9) dar. Für jedes Schwingungsverhältnis findet man in der Zeichnung die koinzidierenden Punkte. Leonhard Euler: *Tentamen novae theoriae musicae ex certissimis harmoniae principiis delucide expositae*, Petersburg 1739, zwischen S. 36 und 37

periodische Funktion eindeutig als Summe von Cosinus- und Sinusfunktionen darstellen lässt. Die von ihm entwickelte Spektralanalyse dient zur Bestimmung des Frequenzgehalts von Signalen und ist das wichtigste Instrument der Schwingungslehre.

Bei der Spektralanalyse wird die Tonhöhe mit der Frequenz einer Sinusschwingung identifiziert. Das führte auf zwei Theorien der Tonhöhe: die ältere Erklärung der Tonhöhe durch periodische Luftimpulse war ein Zeitmodell, die neue Erklärung durch sinusförmige Luftschwingungen ein Frequenzmodell. Noch heute wird in der Psychoakustik diskutiert, ob bestimmte Hörphänomene im Zeitbereich (»time-domain«) oder im Frequenzbereich (»frequency-domain«) erklärt werden sollen. Weil die Periode einer Schwingung gleich dem Kehrwert der Frequenz ist, sind beide Sichtweisen mathematisch äquivalent. Trotzdem führen beide Sichtweisen bei physikalischen, physiologischen und psychologischen Erklärungsversuchen der Tonhöhe zu divergierenden Modellen.

Berühmt wurde die Kontroverse zwischen Ludwig F. W. A. Seebeck (1805–1849) und Georg S. Ohm (1789–1854).[7] Seebeck experimentierte mit Lochsirenen und favorisierte

7 Ebd., S. 419.

darum das Impulsmodell der Tonhöhe, dem Ohm 1843 die Definition des Tones als Sinusschwingung entgegenstellte.[8]

3.2 Die Störtheorie von Hermann von Helmholtz Durch die Anwendung der Fourier-Analyse in der Akustik wurde auch das Phänomen von Konsonanz und Dissonanz spektral im Frequenzbereich betrachtet. Hermann von Helmholtz (1821–1894) legte 1863 seine Störtheorie der Dissonanz dar. Grundlegend ist Helmholtz' Vorstellung von der Zerlegung der Schallwelle im Ohr:

> »Das leibliche Ohr thut immer genau dasselbe, was der Mathematiker thut vermittelst des Fourier'schen Satzes, und was das Clavier mit einer zusammengesetzten Tonmasse thut: es löst die Wellenformen, welche nicht, wie die Stimmgabeltöne, schon ursprünglich der einfachen Wellenform entsprechen, in eine Summe von einfachen Wellen auf; [...].«[9]

Im Sinn des spektralen Denkens hat Helmholtz untersucht, welche Frequenzkomponenten in Tönen enthalten sind. Mit eigens angefertigten Resonatoren untersuchte er Obertöne und Differenztöne und entdeckte die vom Ohr gebildeten Summationstöne.

Zwei von Helmholtz als »Störungen des Zusammenklangs«[10] bezeichnete Erscheinungen sind von besonderer Wichtigkeit: die »Rauhigkeit« von Zweiklängen für die Störtheorie und die Kombinationstöne für die Differenztontheorie.

3.2.1 *Rauhigkeit* Zwei gleichzeitige Sinustöne überlagern sich zu einem Zusammenklang, der in der Lautstärke periodisch schwankt. Die Frequenz der Amplitudenfluktuation ist dabei gleich der Frequenzdifferenz der Sinustöne. Liegen diese weit genug auseinander, so hört man ein Intervall aus beiden Einzeltönen, das in der Lautstärke mit der Frequenzdifferenz fluktuiert. Liegen die Primärtöne eng beieinander, so hört man einen periodisch in der Lautstärke schwankenden Zwischenton, dessen Frequenz dem arithmetischen Mittel der beiden Ausgangsfrequenzen entspricht. Je enger die Primärtöne zusammenliegen, umso langsamer sind die Lautstärkeschwankungen. In der Psychoakustik wird dieses Phänomen mit den Breiten der auditorischen Filter erklärt.[11] Im

8 Georg Simon Ohm: Ueber die Definition des Tones, nebst daran geknüpfter Theorie der Sirene und ähnlicher tonbildender Vorrichtungen, in: *Annalen der Physik und Chemie*, Bd. 59, hg. von J. C. Poggendorf, Leipzig 1843, S. 513–565.

9 Hermann von Helmholtz: Ueber die physiologischen Ursachen der musikalischen Harmonie. Vorlesung gehalten in Bonn 1857, in: ders.: *Vorträge und Reden*, Braunschweig 41896, Bd. 1, S. 119–155, hier S. 143.

10 Hermann von Helmholtz: *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*, 6. Ausg., Braunschweig 1913, Nachdruck Hildesheim 1983, S. 251.

11 Donald E. Hall: *Musikalische Akustik. Ein Handbuch*, Mainz 1997, S. 391; Hartmann: *Signal, Sound, and Sensation*, S. 257.

Modell denkt man sich den Hörbereich von einer ganzen Bank von Bandpassfiltern überdeckt. Jeder Bandpassfilter hat seine eigene Mittenfrequenz und einen Frequenzbereich um diese Mittenfrequenz herum, in dem der Bandpassfilter angesprochen wird. Töne mit Frequenzen, die in einen solchen Bandpassfilter fallen, werden von dem jeweiligen Filter aufgelöst, auf andere Frequenzen reagiert der Bandpassfilter kaum. Wegen der tonotopen Organisation des ganzen Hörsystems findet man auf allen Stationen der Hörbahn, von der Basilarmembran bis zum Hörcortex, Filterbänke aus Bandpassfiltern zur Trennung der Frequenzkomponenten.[12]

Beide Töne werden getrennt gehört, wenn jeder Ton in einen eigenen auditorischen Filter fällt. Der Stimulus ist analog zur Fourier-Analyse in seine Frequenzkomponenten aufgelöst worden. Eng zusammenliegende Töne fallen in denselben Filter und werden nicht mehr getrennt. Im Übergangsbereich bleibt die Tonhöhenwahrnehmung unklar. Die Frequenzkomponenten sind nicht so weit auseinander, dass sie in getrennte Filter fallen, aber so weit getrennt, dass sie nicht gut von einem Filter verarbeitet werden können. Zum unklaren Tonhöhenempfinden kommen aber verhältnismäßig schnelle Amplitudenschwankungen, die als unangenehm empfunden werden. Helmholtz hat diese Empfindung als Rauhigkeit bezeichnet. Der höchste Grad der Rauhigkeit entsteht nach Helmholtz, wenn die Ausgangstöne um etwa 30 Hz auseinanderliegen.[13] Tatsächlich liegt das Maximum der Rauhigkeit in Abhängigkeit von Frequenz und Lautstärke bei Frequenzabständen von 15 bis 300 Hz.[14]

Helmholtz untersuchte die Rauhigkeit zwischen reinen Tönen, Obertönen und Kombinationstönen und entwickelte daraus seine Störtheorie. Ein musikalischer Ton besitzt ein Spektrum von Obertönen, das die Klangfarbe bestimmt. Bei einem Intervall treffen also zwei harmonische Spektren aus Obertönen aufeinander. Liegen die Frequenzdifferenzen zwischen zwei Obertönen der Spektren in einem kritischen Bereich, so werden Obertonrauhigkeiten hervorgerufen.[15] Konsonante musikalische Intervalle haben Spektren mit vielen koinzidierenden Intervallen und geringen Rauhigkeiten zwischen den Obertönen. Bei Dissonanzen dagegen findet man in den Obertonspektren

12 Hartmann: *Signal, Sound, and Sensation*, S. 6 und 238; Siegfried Kallert: Einzelzellverhalten in den verschiedenen Hörbahnteilen, in: *Physiologie des Gehörs. Akustische Informationsverarbeitung*, hg. von Wolf Dieter Keidel, Stuttgart 1975, S. 227–264, insb. S. 234 und 243; G. Rinsdorf: Ohrfunktionstheorien, Mathematik der Basilarmembran, in: *Physiologie des Gehörs. Akustische Informationsverarbeitung*, hg. von Wolf Dieter Keidel, Stuttgart 1975, S. 64–84; Gian Luca Romani u. a.: Tonotopic Organization of the Human Auditory Cortex, in: *Science* 216 (1982), S. 1339–1340.

13 Helmholtz: *Die Lehre von den Tonempfindungen*, S. 280 und 316.

14 Ernst Zwicker/Hugo Fastl: *Psychoacoustics. Facts and Models*, Second Updated Edition, Berlin 1999, S. 257 f.

15 Helmholtz: *Die Lehre von den Tonempfindungen*, S. 310.

viele Obertöne mit Frequenzdifferenzen im für die Rauhigkeit kritischen Bereich.[16] Die Stärke der Obertonrauhigkeiten bestimmt nach Helmholtz den Grad der Dissonanz oder Konsonanz. Am Beispiel des für den Geigenklang charakteristischen Obertonspektrums hat Helmholtz den Rauhigkeitsgrad für beliebige Intervalle von der Prim bis zur Doppeloktave berechnet.[17] Die Grade der Rauhigkeiten stimmen mit den aus der Musiktheorie bekannten Dissonanzbewertungen der Intervalle überein.

3.2.2 *Kombinationstöne* Nach Helmholtz' Untersuchungen treten auch Rauhigkeiten zwischen Differenztönen auf.[18] Differenztöne sind ein Spezialfall von Kombinationstönen und wurden schon von Giuseppe Tartini (1692–1770) und Georg Andreas Sorge (1703–1778) beschrieben, Gustav Gabriel Hällström (1775–1844) untersuchte sie experimentell und ging davon aus, dass Kombinationstöne durch eine unvollkommene Übertragung oder als psychologisches Phänomen zu erklären seien.[19]

Georg S. Ohm (1789–1854) merkte an, dass es Kombinationstöne eigentlich nicht geben dürfe, weil sie im Fourierspektrum des Signals nicht enthalten sind. Helmholtz wies darauf hin, dass die störungsfreie Überlagerung von Schwingungen eine Idealisierung darstellt und in der Realität nicht von einer ungestörten Überlagerung auszugehen ist. Daher komme es stets zur Ausprägung von Kombinationstönen.[20] Tatsächlich entstehen Kombinationstöne nur durch nichtlineare Verzerrungen von Zweiklängen in einem Übertragungssystem und sind im ursprünglichen Signal nicht enthalten. Wenn zwei Sinustöne der Frequenz f_1 und f_2 in einem nichtlinearen System übertragen werden, so entstehen Kombinationstöne der Frequenzen

$$f = \pm k_1 f_1 \pm k_2 f_2, k_i \in \mathbb{Z}$$

also Summationstöne $k_1 f_1 + k_2 f_2$ und Differenztöne $| k_1 f_1 - k_2 f_2 |$. Die ganzzahligen Koeffizienten k_i erfüllen noch zusätzliche Bedingungen.[21] Dabei ist $k_i f_i$ ein Oberton zur Frequenz f_i. Zu den Kombinationstönen gehören auch die Obertöne von f_1 und f_2: nämlich $k_1 f_1$, wenn $k_2 = 0$ und $k_2 f_2$, wenn $k_1 = 0$.

Je höher der Grad der nichtlinearen Verzerrung ist, umso lauter sind die entstehenden Kombinationstöne. Es sind also spezifische Eigenschaften des Überträgers, die den Grad der Verzerrung und damit die Lautstärke der Kombinationstöne bestimmen.

16 Ebeling: *Verschmelzung und neuronale Autokorrelation als Grundlage einer Konsonanztheorie*, S. 27 und 125.
17 Helmholtz: *Die Lehre von den Tonempfindungen*, S. 318.
18 Ebd., S. 325.
19 Muzzulini: *Genealogie der Klangfarbe*, S. 305; vgl. auch Giuseppe Tartini: *Trattato di musica secondo la vera scienza dell'armonia*, Padua 1754; Georg Andreas Sorge: *Vorgemach der musikalischen Komposition*, Lobenstein 1745–1747.
20 Helmholtz: *Die Lehre von den Tonempfindungen*, S. 253.
21 Hartmann: *Signal, Sound, and Sensation*, S. 508.

Auch das Ohr ist ein nichtlineares Übertragungssystem und produziert Kombinationstöne, die Georg von Békészy im Ohr lokalisieren konnte: Die Ohrobertöne entstehen auf der Basilarmembran, die Differenztöne im Mittelohr.[22] Helmholtz sah in den Kombinationstönen des Ohres eine Ursache für zusätzliche Rauhigkeiten. Kritiker der Rauhigkeitstheorie argumentieren, dass reine Töne, die weiter als eine Terz auseinanderliegen, wegen der fehlenden Obertöne keine Rauhigkeiten mehr zeigen und darum stets konsonant sein müssten. Das widerspricht aber der Erfahrung: Auch aus reinen Tönen gebildete Dissonanzen klingen tatsächlich immer noch dissonant. Verfechter der Störtheorie versuchten dieses mit den Rauhigkeiten der Ohrkombinationstöne zu erklären. Tatsächlich liegt die nichtlineare Verzerrung des Ohrs im normalen Hörbereich unter 1 %, das entspricht den Normen der High-Fidelity.[23] Daher sind die Ohrkombinationstöne für Rauhigkeitsstörungen außerhalb von Laborbedingungen zu schwach.

3.3 Kombinationstontheorie Die Kombinationstontheorie der Konsonanz leitet den Konsonanzgrad von Intervallen aus den zu den beiden Primärtönen hinzutretenden Kombinationstönen ab. Im Jahr 1879 veröffentlichte William T. Preyer (1841–1897) eine solche Kombinationstontheorie und 1901/1903 folgte Felix Krüger (1874–1948) mit seiner Differenztontheorie der Konsonanz, bei deren Entwicklung er die Arbeit von Preyer nach eigenem Bekunden noch nicht kannte.[24] Preyer berechnete aus dem Schwingungsverhältnis der Primärtöne die möglichen Kombinationstöne und bestimmte die Anzahl der Koinzidenzen. Je kleiner die Verhältniszahlen des Schwingungsverhältnisses sind, umso konsonanter ist das Intervall, umso kleiner ist aber auch die Anzahl der verschiedenen Kombinationstöne und umso größer ist die Anzahl der übereinstimmenden (koinzidierenden) Kombinationstöne. Daher ist die tatsächliche Anzahl verschiedener Töne (Obertöne und Kombinationstöne) bei konsonanten Intervallen kleiner als bei dissonanten Intervallen.

Wurde der Konsonanzgrad der Intervalle in der alten Koinzidenztheorie durch die Anzahl der koinzidierenden Impulse zweier Impulsketten bestimmt, in Preyers Kombinationstontheorie aber durch die Anzahl der koinzidierenden Obertöne und Kombinationstöne, so ist in beiden Fällen dieselbe mathematische Gleichung zur Bestimmung

22 Georg von Békésy: *Experiments in Hearing*, New York 1960, S. 340.

23 Ernest Glen Wever/Charles W. Bray: Action Currents in the Auditory Nerve in Response to Acoustical Stimulation, in: *Proceedings of the Natural Academy of Sciences of the United States of America* 16 (1930), H. 5, S. 344–350.

24 William Thierry Preyer: *Akustische Untersuchungen*, Jena 1879; Felix Krüger: Differenzton und Konsonanz, in: *Archiv für die gesamte Psychologie* 1 (1903), S. 207–275, hier S. 261.

der Koinzidenzen zu lösen. Vom mathematischen Standpunkt aus sind beide Theorien also äquivalent.[25]

Felix Krüger baut seine Differenztontheorie auf fünf Differenztönen auf, die beim Erklingen eines Intervalls entstehen sollen. Er berechnet sie nach der Regel, »daß man nacheinander immer die kleinsten bereits vorhandenen Schwingungszahlen voneinander abzieht«, und erläutert das Verfahren an Beispielen.[26]

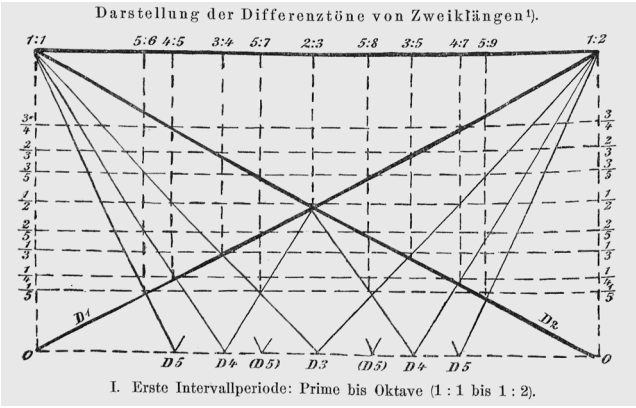

Abbildung 2 Die von Krüger bestimmten Differenztöne D1 bis D5 innerhalb einer Oktave. Felix Krüger: Differenzton und Konsonanz, in: *Archiv für die gesamte Psychologie* 1 (1903), S. 272

Sind f_0 und f_1 die Frequenzen zweier Primärtöne innerhalb einer Oktave mit $f_0 \leq f_1$, so ergeben sich die Differenztonfrequenzen D_i:

$$D_1 = f_1 - f_0$$

$$D_2 = f_0 - D_1 = 2 f_0 - f_1$$

$$D_3 = |D_2 - D_1| = |3 f_0 - 2 f_1|$$

$$D_4 = \begin{cases} |D_3 - D_1| \text{ falls } f_1 < 3/2\, f_0 \\ |D_3 - D_2| \text{ falls } f_1 > 3/2\, f_0 \end{cases}$$

$$D_5 = \begin{cases} |D_4 - D_1| \text{ falls } f_1 < 4/3\, f_0 \\ |D_4 - D_3| \text{ falls } 4/3\, f_0 \leq f_1 \leq 5/3\, f_0 \\ |D_4 - D_2| \text{ falls } f_1 > 5/3\, f_0 \end{cases}$$

Neben den Obertonspektren der Primärtöne ist nach Krüger auch die Folge der Differenztöne bei der Beurteilung von Konsonanz und Dissonanz ausschlaggebend. Alle Bestandteile des Zusammenklangs, die Primärtöne, die Obertöne und die Differenztöne, können je nach ihrer Lage zueinander verschmelzen, wenn sie gleich sind oder in har-

25 Ebeling: Verschmelzung und neuronale Autokorrelation als Grundlage einer Konsonanztheorie, S. 27.
26 Krüger: Differenzton und Konsonanz I, S. 270.

monischem Verhältnis zueinander stehen, oder sie können Rauhigkeiten hervorrufen, wenn ihre Frequenzdifferenz im kritischen Bereich liegt. Konsonante Intervalle klingen klarer, weil mehr Klangkomponenten zusammenfallen oder verschmelzen, im Gegensatz zu Dissonanzen, in denen mehrere Klangkomponenten Rauhigkeiten hervorrufen. »Die Auffassung der Dissonanz wird in viel höherem Maße von Erfahrungen der Konsonanz beherrscht, als umgekehrt die Konsonanz von der Dissonanz.« Für das Konsonanz- und Dissonanzempfinden wird also von Krüger auch Erfahrung und Vertrautheit mit den Intervallen vorausgesetzt:

> »Mit der relativen Bekanntheit der Intervalle hängt schließlich die Tatsache zusammen, daß die Dissonanzen als verstimmte Konsonanzen, und ferner, daß beide Phänomene als gegensätzlich zu einander aufgefaßt werden.«[27]

In vereinfachter Form greift Paul Hindemith (1895–1963), ohne auf Krüger zu verweisen, dessen Koinzidenztheorie auf, berücksichtigt aber nur die Differenztöne 1. und 2. Ordnung: $D1 = f1 - f0$ und $D2 = 2\,f0 - f1$. Hindemith benutzt die Kombinationstöne zur Herleitung der Reihe II der »harmonischen Kraft« simultaner Intervalle. Aus den Kombinationstönen leitet Hindemith Grundtöne für Zweiklänge her.[28]

Hindemiths theoretisches Konzept ist heftig kritisiert worden. Norman Cazden (1914–1980) zum Beispiel weist darauf hin, dass Hindemiths Überlegungen aus Krügers Differenztontheorie stammen, die bereits von Carl Stumpf entkräftet wurde.[29]

Der Musikwissenschaftler Heinrich Husmann (1908–1983) hat offenkundig die Kritik an Hindemiths »Unterweisung« genauso übersehen wie Stumpfs Erörterungen der Kombinationstöne, als er »eine neue Konsonanztheorie« veröffentlichte, die auf dem Phänomen der Kombinationstöne aufbaute.[30]

Psychoakustische Untersuchungen zeigen, dass die Kombinationstöne zu schwach sind, um überhaupt außerhalb von Laborsituationen hörbar zu werden. Für die Erzeugung von Ohrobertönen ist ein Schalldruck von über 90 dB SPL erforderlich, für die Differenztöne muss der Schalldruck über 50 dB SPL liegen. Nur der sogenannte kubische Differenzton der Frequenz $2\,f0 - f1$ ist vom Schallpegel unabhängig und entsteht auch

27 Felix Krüger: Differenzton und Konsonanz, in: *Archiv für die gesamte Psychologie* 2 (1904), S. 1–80, hier S. 49 und 48.

28 Paul Hindemith: *Unterweisung im Tonsatz. I Theoretischer Teil*, neue, erw. Aufl., Mainz 1940, S. 84, 104 und 90.

29 Norman Cazden: Hindemith and Nature, in: *Journal of the American Musicological Society* 7 (1954), S. 161–164, bzw. als erw. Fassung unter demselben Titel in: *Music Review* 15 (1954), H. 4, S. 288–306, hier S. 292. Carl Stumpf: Differenztöne und Konsonanz, in: *Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft* 4 (1909), S. 90–104.

30 Heinrich Husmann: *Vom Wesen der Konsonanz*, Heidelberg 1953.

bei einem Schalldruck unter 40 dB SPL. Er wird von den äußeren Haarzellen produziert.[31] Sobald Musik erklingt, ist von einer Reihe von Tönen mit ausgeprägten Obertonspektren auszugehen, von denen die Ohrkombinationstöne verdeckt werden.[32] Daher können die Kombinationstöne bei klingender Musik keinen Beitrag zum Konsonanz- und Dissonanzempfinden leisten.[33]

4. Psychologische Konsonanztheorien

4.1 Verschmelzungslehre Im 19. Jahrhundert entwickelte sich die Psychologie zu einer selbständigen Wissenschaft und konnte sich von metaphysischen Spekulationen emanzipieren. Bereits in der Anfangszeit der wissenschaftlichen Psychologie wurde dem Hören ein hoher Erkenntniswert zugesprochen. Der Arzt Johann Joseph Kausch (1751–1825) veröffentlichte 1782 eine *Psychologische Abhandlung über den Einfluß der Töne und ins besondere der Musik auf die Seele*.[34] In seinen Werken *Psychologische Bemerkungen zur Tonlehre* (1811) und *Psychologische Untersuchungen* (1839) wendet sich Johann Friedrich Herbart (1776–1841) ausdrücklich dem musikalischen Klang von einem ausgesprochen psychologischen Standpunkt zu.[35] Die Tonkunst zeigt ihre grundlegenden Verhältnisse mit besonderer Klarheit und »gestattet deren genaue Angabe; somit bietet sie eine wertvolle Grundlage einer nach Genauigkeit strebenden Untersuchung an.«[36]

Materialistisches Denken machte eine empirische Grundlegung aller Wissenschaften, auch der Psychologie nötig. Die sinnliche Wahrnehmung rückte in den Mittelpunkt der Forschung verschiedener Disziplinen, um zu verstehen, wie die Wahrnehmungsphänomene das menschliche Denken bestimmen. Franz Brentano (1838–1917) verband Philosophie und Psychologie und hielt die Psychologie für die Grundwissenschaft schlechthin. Die von Brentano initiierte phänomenologisch ausgerichtete Psychologie war unter anderem von erkenntnistheoretischem Interesse bestimmt und entwickelte sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts zur Gestaltpsychologie.

Die *Tonpsychologie* des Brentano-Schülers Carl Stumpf (1848–1936) ist in ihrem Erkenntnisinteresse epistemologisch geprägt.[37] Neben dem Phänomen der Tonhöhe

31 Hartmann: *Signal, Sound, and Sensation*, S. 514.

32 Zwicker/Fastl: *Psychoacoustics*, S. 73.

33 Reinier Plomp: Detectability Threshold for Combination Tones, in: *Journal of the Acoustical Society of America* 37 (1965), S. 1110–1123.

34 Johann Joseph Kausch: *Psychologische Abhandlung über den Einfluß der Töne und ins besondere der Musik auf die Seele; nebst einem Anhange über den unmittelbaren Zwek der schönen Künste*, Breslau 1782.

35 Margret Kaiser-El-Safti: *Die Idee der wissenschaftlichen Psychologie. Kants kritische Einwände und ihre konstruktive Widerlegung*, Würzburg 2001, S. 256 ff.

36 Nadia Moro: *Der musikalische Herbart. Harmonie und Kontrapunkt als Gegenstände der Psychologie und der Ästhetik*, Würzburg 2006, S. 55.

37 Carl Stumpf: *Tonpsychologie*, 2 Bde., Leipzig 1883/1890.

(Band 1, 1883) steht das Phänomen der Tonverschmelzung (Band 2, 1890) im Mittelpunkt der Untersuchungen. Der Aristoteles-Kenner Stumpf bezieht sich unter anderem auf Überlegungen in den pseudo-aristotelischen Schriften:[38] Töne im Oktavabstand werden als derselbe Ton gehört, obwohl der obere Ton mit der doppelten Frequenz des unteren schwingt. Es entsteht der Eindruck eines einzigen Tones, zu dem beide Töne verschmolzen sind, gleichwohl können beide Töne getrennt aus dem Einheitsklang herausgehört werden. Auch bei den anderen Intervallen entsteht ein Gesamtklang, der umso einheitlicher erscheint, je konsonanter das Intervall ist: konsonante Intervalle verschmelzen leichter. Die Zweiklangstöne sind zugleich aber auch noch einzeln hörbar.

Diese Erscheinung der Tonverschmelzung ist die empirische Grundlage für die Definition der Verschmelzung. Stumpf grenzt den Begriff gegen den des Empfindungsganzen ab: alle in einer Empfindung enthaltenen Empfindungsmomente treten zu einem Empfindungsganzen zusammen. Erklingt ein Ton, so hört man seine Tonhöhe als Empfindungsqualität und seine Lautstärke als Empfindungsintensität. Es gibt zum Beispiel keine Tonhöhe ohne zugehörige Lautstärke und es gibt keine Tonlautstärke ohne zugehörige Tonhöhe. Diese Momente treten bei der Empfindung eines Tones als Empfindungsganzes zusammen und sind untrennbar: Man kann die Tonhöhe nicht von der Tonstärke trennen, weil es keine Tonhöhe ohne Lautstärke gibt.[39]

Bei der Verschmelzung treffen zwei Empfindungen aufeinander. Die Empfindungsqualitäten treten miteinander in ein Verhältnis. Bei zwei Tönen ist dieses Verhältnis die Verschmelzung der beiden Empfindungsqualitäten zur einheitlichen Intervallempfindung. Daher definiert Stumpf in Abgrenzung zum Empfindungsganzen:

> »Eine losere, gleichwol aber von der blos collectiven noch wol zu unterscheidende Einheit ist die der gleichzeitigen Empfindungsqualitäten unter einander. Diese speciell wollen wir *Verschmelzung* nennen. Sie ist der vorhin genannten insofern analog, als auch hier verschiedene Inhalte ein Ganzes miteinander bilden; aber die Teile sind nicht mehr wie dort untrennbar. Ich kann eine Intensität nicht ohne Qualität und umgekehrt empfinden, wol aber einen der gleichzeitigen Töne auch ohne den andern. Nur *wenn* sie zugleich empfunden werden, dann ist es unmöglich, sie nicht als Ganzes, nicht im Verschmelzungsverhältnis zu empfinden.«[40]

Durch Introspektion und in Hörversuchen hat Carl Stumpf die Tonverschmelzung untersucht und daraus die Verschmelzungsgesetze abgeleitet.[41] Probanden ohne große musikalische Erfahrung wurden Intervalle aus obertonarmen Tönen (Orgelregister: Hohlflöte) präsentiert, und die Hörer sollten entscheiden, ob sie einen oder zwei Töne hörten. Je häufiger die Probanden angaben, nur einen Ton zu hören, umso höher war

38 Carl Stumpf: *Die pseudo-aristotelischen Probleme über Musik*, Berlin 1897.
39 Stumpf: *Tonpsychologie*, Bd. 2, S. 64.
40 Ebd., S. 65.
41 Ebd., S. 140 und 136.

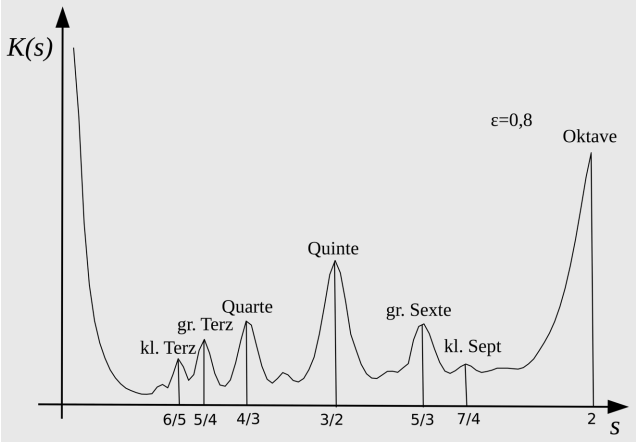

Abbildung 3 Die Allgemeine Koinzidenzfunktion für alle Intervalle im Bereich einer Oktave. Auf der Abszisse sind die Schwingungsverhältnisse abgetragen, auf der Ordinate das Koinzidenzmaß. Die musiktheoretisch relevanten Intervalle treten deutlich hervor. Je konsonanter das Intervall ist, umso größer ist der berechnete Koinzidenzgrad. Aus: Martin Ebeling: *Verschmelzung und neuronale Autokorrelation als Grundlage einer Konsonanztheorie*, Frankfurt a. M. 2007, S. 103

der Verschmelzungsgrad. Stumpf stellte fest, dass konsonante Zusammenklänge stärker verschmelzen als dissonante Intervalle. Den Intervallen lassen sich verschiedene Grade der Verschmelzung zuordnen: Am stärksten verschmelzen reine Prime und reine Oktave, gefolgt von reiner Quinte und reiner Quarte, dann folgen Terzen und Sexten. Bei den dissonanten Intervallen ergab sich nur ein geringer Verschmelzungsgrad.[42]

Das epistemologische Interesse wird aus der posthum erschienenen Erkenntnislehre von Stumpf deutlich: der Begriff der Substanz beruht auf der Verschmelzung:

> »Wir behaupten, daß sich in der Wahrnehmung Erscheinungen finden, an denen das erste Merkmal des Substanzbegriffes gewonnen werden kann, Erscheinungen, die nicht ein bloßes Bündel von Eigenschaften, sondern ein einheitliches Ganzes konkret-anschaulich darbieten.«

Stumpf spricht das erkenntnistheoretische Problem vom Ganzen und seinen Teilen an:

> »Die Dinge der Außenwelt selbst, die wir als Eigenschaftskomplexe fassen, sind untereinander, wie schon berührt wurde, auch wieder zu höheren Einheiten oder Ganzheiten verbunden, und zwar in verschiedenen Graden, angefangen von den Organen der höchsten Organismen, die nach Beschaffenheit und Funktion aufs engste zusammenhängen, bis zu den Teildingen bloßer Aggregate. Auch dafür haben wir Urbilder in den Sinnesempfindungen, vor allem in den ›Verschmelzungsgraden‹ der Tonempfindungen, angefangen von der Oktave, die dem Eindruck eines einzigen Tones am nächsten steht, über die unvollkommenen Konsonanzen bis zu den Dissonanzen.«[43]

Somit wird »Substanz als das Einheitliche in der Vielheit der Eigenschaften« charakterisiert.[44] In der Tonverschmelzung findet Stumpf ein empirisch bestimmbares, phänomenales Korrelat des Substanzbegriffs. Empirisch belegbar wird in der Tonverschmelzung »das genuine Paradigma eines Ganzen, an dem Teile nicht abstrahiert, sondern

42 Ebd., S. 135.
43 Carl Stumpf: *Erkenntnislehre*, 2 Bde., Leipzig 1939/40, hier Bd. 1, S. 22 und 26 f.
44 Ebd., Bd. 1, S. 22.

unmittelbar wahrgenommen und auf das Ganze bezogen werden«, ein Denken, das so die Gestaltpsychologie antizipierte.[45]

Die Tonverschmelzung widerlegt auch die Vorstellung von der Einfachheit der Seele. Diese war nach Herbart die Ursache für die Tonverschmelzung: in der einfachen und unausgedehnten Seele kann es keine Mehrheit gleichzeitiger Tonempfindungen geben, zwei Töne müssen zu einer Einheit verschmelzen. Aber dann wären die Teile, also beide Töne, nicht mehr trennbar, was sie bei der Tonverschmelzung aber sind, weil die Töne immer noch herausgehört werden können.

Ausführlich diskutiert Stumpf die verschiedenen möglichen Ursachen für die Tonverschmelzung und kommt zu dem bemerkenswerten Schluss, dass die Verschmelzung eine physiologische Ursache hat.

> »Es müssen also den Unterschieden der Verschmelzungsgrade gewisse Unterschiede der letzten Vorgänge im Hörcentrum als physisches Correlat oder als Ursache [...] entsprechen.«[46]

Hier weist Stumpf bereits auf die moderne Neuroakustik hin, der der Nachweis der Tonverschmelzung qualitativ und quantitativ sowohl theoretisch als auch empirisch gelungen ist (siehe unten).

4.2 Rhythmustheorie

Theodor Lipps (1851–1914) entwarf eine spekulative Theorie psychischer Rhythmen, um die Tonverschmelzung zu erklären.

> »Die Verschmelzung erklärt nichts, sondern ist das zu Erklärende. Aber sie charakterisirt, so wie überhaupt Symptome charakterisiren. Und für mich ist die Verschmelzung ein Symptom, nämlich ein Symptom dessen, was das eigentliche Wesen der Consonanz ausmacht.«

Lipps entwickelt eine Rhythmustheorie psychischer Vorgänge, die mathematisch-logisch der Koinzidenztheorie der alten Musiktheoretiker entspricht. Bei einem Intervall als Stimulus werden die Schwingungsverhältnisse zunächst in neuronale Rhythmen übersetzt und diese dann in psychische Rhythmen übertragen. Aus den psychischen Rhythmen kann sich bei konsonanten Intervallen »das Gefühl des Zusammenstimmens ergeben«, worauf Lipps »das Princip der Tonverwandtschaft« gründet:

> »Besteht nun diese Uebereinstimmung zwischen den Schwingungsfolgen, so ist es nicht eine unberechtigte, sondern eine sehr natürliche Vermuthung, daß dieser Uebereinstimmung eine Uebereinstimmung in den zugehörigen ›psychischen Vorgängen‹ [...] entspricht. Diese Uebereinstimmung bezeichne ich als ›Tonverwandtschaft‹. Und in dieser Tonverwandtschaft sehe ich das Wesen der Consonanz. Man sieht leicht, wiefern diese Tonverwandtschaft mit der Einfachheit der Schwingungsverhältnisse wachsen muss.«

45 Kaiser-El-Safti: *Die Idee der wissenschaftlichen Psychologie*, S. 358.
46 Stumpf: *Tonpsychologie*, Bd. 2, S. 211 und 213.

Bemerkenswert ist der Rückgriff auf unbewusste psychische Vorgänge zum Erleben der Übereinstimmung. Entscheidend ist also nicht ein Urteil, sondern dass die physikalischen Rhythmen der Schwingungsverhältnisse sich in den psychischen Rhythmen wiederfinden.

> »Wir können annehmen, daß nicht nur der psychische Vorgang, der einer bestimmten Tonempfindung zu Grunde liegt, in analoger Weise, wie der physikalische Vorgang, in unterschiedene und regelmäßig sich folgende Phasen oder Theilvorgänge sich zerlegt oder solche in sich enthält, sondern daß auch zwei Folgen solcher psychischen Phasen oder Theilvorgänge hinsichtlich ihres Rhythmus in analoger Weise sich zu einander verhalten oder sich in einander einordnen, wie die entsprechenden Folgen physikalischer Theilvorgänge, d. h. physikalischer Wellen.«[47]

Stumpf lehnte die Rhythmustheorie von Lipps ab,[48] weil koinzidierende rhythmische Muster diskrete Impulse voraussetzen, die akustischen Nervenprozesse nach Stumpfs Überzeugung aber kontinuierliche Vorgänge seien.

Unter Hinweis auf die Neuroakustik hat Horst-Peter Hesse (1935–2009) die Rhythmustheorie von Lipps wieder aufgegriffen.[49]

5. Neuroakustik und Konsonanz Im auditorischen System werden Tonhöhen als äquidistante neuronale Impulsketten codiert, deren Periode Kehrwert der Frequenz des gehörten Tons ist, Tonhöhe wird im Zeitbereich codiert. Möglich wird dies durch die tonotope Zerlegung der Wanderwelle im Innenohr und die mechanisch-elektrische Wandlung in elektrische Impulse durch die Basilarmembran nach dem Salvenprinzip von Wever.[50] Daher sind die Rhythmen des physikalischen Reizes tatsächlich als neuronale Rhythmen im Hörsystem repräsentiert.

Der Neuroakustiker Gerald Langner hat beschrieben, wie die Tonhöhe auf neuronaler Ebene durch die Periodizitätsdetektion auf der Basis von Verzögerungen und Koinzidenzbestimmungen im Stamm- und Mittelhirn (Nucleus cochlearis und Colliculus inferior) analysiert werden kann.[51] Die Analyse ist mathematisch äquivalent zu einer

47 Lipps: Tonverwandtschaft und Tonverschmelzung, S. 40, 26 f. und 29.

48 Stumpf: *Tonpsychologie*, Bd. 2, S. 212, Fußnote; vgl. Paul Kamleiter: *Carl Stumpfs Theorie der Tonverschmelzung als Erklärung des Konsonanzphänomens*, Würzburg 1993, S. 123.

49 Horst-Peter Hesse: Hatte Lipps doch recht? Tonverwandtschaft und Tonverschmelzung im Lichte der heutigen Gehörphysiologie, in: *Systemische Musikwissenschaft. Festschrift Jobst Peter Fricke zum 65. Geburtstag*, hg. von Wolfgang Auhagen u. a., Köln 2003, S. 133–147.

50 Ernest Glen Wever: *Theory of Hearing*, New York 1949.

51 Gerald Langner: The Temporal and Spatial Representation of Periodicity Pitch in the Auditory System, in: *Proceedings of the 32nd Czech Conference on Acoustics*, hg. von Alois Melka u. a., Prag 1995, S. 17–24; vgl. ders.: Evidence for Neuronal Periodicity Detection in the Auditory System of the Guinea Fowl. Implications for Pitch Analysis in the Time Domain, in: *Experimental Brain Research* 52 (1983), S. 333–355; ders.: Temporal processing of pitch in the auditory system, in: *Journal of New Music Research* 26 (1997),

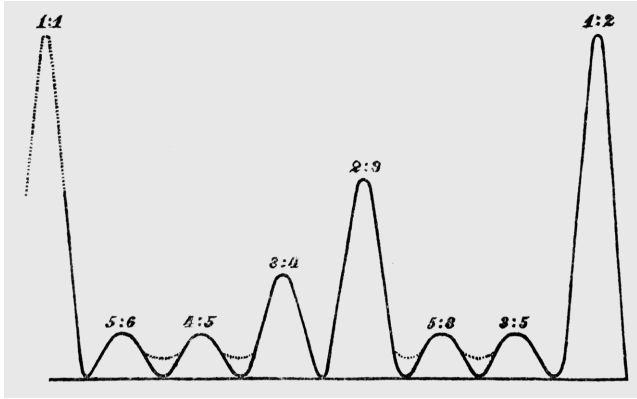

Abbildung 4 Die »Verschmelzungsstufen in einer Curve« von Carl Stumpf. Aus: Carl Stumpf: *Tonpsychologie*, Bd. 2, Leipzig 1890, S. 176

Autokorrelation. Auch Intervalle werden nach diesem Verfahren verarbeitet. Die durchschnittliche Feuerrate der Koinzidenzneuronen im Colliculus inferior kann aus dem Schwingungsverhältnis mit der »Allgemeinen Koinzidenzfunktion« von Martin Ebeling, die dem Energiegehalt der Autokorrelationsfunktion entspricht, berechnet werden.[52] Ihr Graph (Abbildung 3) zeigt phänomenale Übereinstimmung mit der experimentell abgeleiteten Kurve der »Verschmelzungsstufen«, die Carl Stumpf im zweiten Band seiner *Tonpsychologie* mitteilt (Abbildung 4).

Bidelmann und andere haben neun musikalische Intervalle Nichtmusikern vorgespielt und am Stammhirn jeweils die FFR (frequency following response) gemessen. Sie stellten fest:

> »Brainstem responses to consonant intervals were more robust and yield stronger pitch salience than those to dissonant intervals. In addition, the ordering of neural pitch salience across musical intervals followed the hierachial arrangement of pitch stipulated by Western music theory.«[53]

Die Prognosen der »Allgemeinen Koinzidenzfunktion« sind dadurch experimentell bestätigt worden. Damit ist gezeigt, dass Stumpfs Konzept der Tonverschmelzung der Logik der neuroakustischen Verarbeitung entspricht und in den Feuerraten des Stammhirns sein neuronales Korrelat findet. Das Konsonanzproblem ist daher auf neuronaler Ebene physiologisch, theoretisch und experimentell gelöst worden. Psychologisch entsprechen Konsonanz und Dissonanz der Tonverschmelzung von Carl Stumpf.

H. 2, S. 116–132; ders.: Die zeitliche Verarbeitung periodischer Signale im Hörsystem: Neuronale Repräsentation von Tonhöhe, Klang und Harmonizität, in: *Zeitschrift für Audiologie* 46 (2007), S. 8–21; ders./Christoph E. Schreiner: Periodicity Coding in the Inferior Colliculus of the Cat. I. Neuronal Mechanisms, II. Topographical Organization, in: *Journal of Neurophysiology* 60 (1988), S. 1799–1840.

52 Ebeling: *Verschmelzung und neuronale Autokorrelation als Grundlage einer Konsonanztheorie*, S. 103.

53 Gavin M. Bidelman/Ananthanarayan Krishnan: Neural Correlates of Consonance, Dissonance, and the Hierarchy of Musical Pitch in the Human Brainstem, in: *The Journal of Neuroscience* 29 (2009), S. 13165–13171.

Inhalt

Vorwort 8

KEYNOTES

Markus Böggemann Kompositionslehre und Wissenspopularisierung. Ausdifferenzierung und Verbreitungsformen musiktheoretischen Wissens im 19. Jahrhundert 11

Thomas Christensen Monumentale Texte, verborgene Theorie 21

AUFSÄTZE

Torsten Mario Augenstein »Schockweise Quint- und Oktavparallelen«. Die Generalbass-Aussetzungen der italienischen Duette und Trios von Johannes Brahms für Friedrich Chrysanders Händel-Gesamtausgabe von 1870 und 1880 33

Wendelin Bitzan Die Initialkadenz als Eröffnungstopos im Klavierschaffen Franz Liszts. Zum Fortwirken eines tradierten Generalbassmodells im 19. Jahrhundert 51

Jürgen Blume Die Fugenkonzeption des Theoretikers und Komponisten Anton André 61

Leopold Brauneiss Conus' Theorie der Metrotektonik und ihre Aneignung durch Skrjabin 82

Julian Caskel »Metrische Hasen« und »tonale Igel«. Zur Theorie des Tutti-Schlusses am Beispiel von Haydns Londoner Sinfonien 91

Felix Diergarten Joachim Hoffmann. Ein Kompositionslehrer in Schuberts Wien 103

Nicole E. DiPaolo A Glimpse of Heaven. Complex Emotions in the First Movement of Beethoven's Piano Sonata No. 31, op. 110 115

Martin Ebeling Konsonanztheorien des 19. Jahrhunderts 124

Stefan Eckert Vom Tonbild zum Tonstück. Wilhelm Dyckerhoffs *Compositions-Schule* (1870–1876) 139

Florian Edler Carl Maria von Webers und Giacomo Meyerbeers Rezeption der Choralsatzlehre Georg Joseph Voglers 149

Thomas Fesefeldt Der Wiener Klaviertanz bei Schubert und seinen Zeitgenossen 162

Ludwig Holtmeier »Accord«, »disposition«, »face«, »Griff«, »Trias harmonica«. Überlegungen zum Akkordbegriff des 18. Jahrhunderts 171

Ariane Jeßulat Intellectum tibi dabo. Zur Soziologie des Kontrapunkts 189

Martin Kapeller Gleichzeitiges und Ungleichzeitiges. Was man von historischen Tondokumenten über Tempo rubato erfahren kann 201

Stephan Lewandowski Franz Liszts späte Klavierwerke. Vorboten der Post-Tonalität 212

Nathalie Meidhof Tradition und Revolution. Zur Beurteilung von Charles Simon Catels *Traité d'harmonie* 218

Johannes Menke Das Projekt »Dreiklang«. Natur und Technik bei Logier, Weitzmann, Wagner und Liszt 228

Astrid Opitz Altes in neuem Gewand. Zur Rolle des Generalbasses bei Robert Schumann 241

Birger Petersen Rheinbergers *Bassübungen für die Harmonielehre* und die Partimento-Tradition im 19. Jahrhundert 252

Tihomir Popović »A perfect knowledge of Oriental music«. Britische Autoren der Kolonialzeit über indische Musik und Musiktheorie 263

Christian Raff »Veränderte Reprisen« in der Claviermusik der Wiener Klassiker? 272

Rob Schultz Melodic Contour, Musical Diachrony and the Paradigmatic/Syntagmatic Divide in Frédéric Chopin's Waltz in B Minor 284

Markus Sotirianos »Impressionismus« vor 1830? Bemerkungen zu Schuberts Lied *Die Stadt* 293

Kilian Sprau Das Lied als Fragment. Zur Frage der Zyklizität in Liedkompositionen des 19. Jahrhunderts 302

Marco Targa The Romantic Sonata Form in Theory and Practice 312

Clotilde Verwaerde From Continuo Methods to Harmony Treatises. Reorientation of the Educational Goals in France (1700–1850) 322

Stephan Zirwes/Martin Skamletz Beethoven als Schüler Albrechtsbergers. Zwischen Fugenübung und freier Komposition 334

Namen-, Werk- und Ortsregister 351

Die Autorinnen und Autoren der Beiträge 358

Musiktheorie im 19. Jahrhundert

11. Jahreskongress der Gesellschaft für Musiktheorie in Bern 2011 • Herausgegeben von Martin Skamletz, Michael Lehner und Stephan Zirwes unter redaktioneller Mitarbeit von Daniel Allenbach

Musikforschung der
Hochschule der Künste Bern
Herausgegeben von Martin Skamletz
und Thomas Gartmann
Band 7

Dieses Buch ist im März 2017 in erster Auflage in der Edition Argus in Schliengen/Markgräflerland erschienen. Gestaltet und gesetzt wurde es im Verlag aus der *Seria* und der *SeriaSans*, die von Martin Majoor im Jahre 2000 gezeichnet wurden. Gedruckt wurde es auf *Alster*, einem holzfreien, säurefreien, chlorfreien und alterungsbeständigen Werkdruckpapier der Firma Geese in Hamburg. Ebenfalls aus Hamburg, von Igepa, stammt das Vorsatzpapier *Caribic cherry*. *Rives Tradition*, ein Recyclingpapier mit leichter Filznarbung, das für den Bezug des Umschlags verwendet wurde, stellt die Papierfabrik Arjo Wiggins in Issy-les-Moulineaux bei Paris her. Das Kapitalband mit rot-schwarzer Raupe lieferte die Firma Dr. Günther Kast aus Sonthofen im Oberallgäu, die auf technische Gewebe und Spezialfasererzeugnisse spezialisiert ist. Gedruckt und gebunden wurde das Buch von der Firma Bookstation im bayerischen Anzing. Im Internet finden Sie Informationen über das gesamte Verlagsprogramm unter www.editionargus.de. Zum Forschungsschwerpunkt Interpretation der Hochschule der Künste Bern finden Sie Informationen unter www.hkb.bfh.ch/interpretation und www.hkb-interpretation.ch. Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar. © Edition Argus, Schliengen 2017. Printed in Germany ISBN 978-3-931264-87-1