



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Harmoniewahrnehmung im neuronalen -  
psychologischen Vergleich

verfasst von

Christina Kramer

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Philosophie (Mag. Phil.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt.  
Studienblatt:

A 316

Studienrichtung lt.  
Studienblatt:

Musikwissenschaft

Betreuer:

Univ.-Prof. Dr. Mag Christoph Reuter

## Danksagung

Wo soll man da anfangen...

Ein großes Dankeschön an meinen Betreuer Prof. Reuter, der mir immer neue „Inputs“ gab und sofort an der Stelle war, wenn ich Fragen hatte.

Danken, möchte ich an dieser Stelle auch meinen zwei Schwestern, die immer für mich da waren. Ihr seid die Besten! BACH<sup>3</sup> forever!

Danke an meinen lieben Freund Daniel, der nie an mir und meinen Fähigkeiten zweifelte und mich mit aufmunternden Worten immer aufs Neue in eine bessere Stimmung versetzen konnte.

Danke, Danke, Danke an meine Eltern, die mich nie unter Druck gesetzt und mich finanziell, sowie in schwierigen Zeiten immer unterstützt haben.

## Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die Diplomarbeit eigenständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angeführten Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Des Weiteren versichere ich, dass die vorliegende Magisterarbeit weder im Inland noch im Ausland von mir oder anderen zur Erlangung eines Leistungsnachweises vorgelegt wurde.

Wien, im Februar 2013

Kramer Christina

Um die Lesbarkeit zu erleichtern wurde auf den Gebrauch einer geschlechterdifferenzierenden Sprache verzichtet. Alle Formulierungen gelten sowohl für Frauen als auch für Männer.

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

# Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Vorwort .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>1. Begrifflichkeit und Bedeutung von Harmonie.....</b>  | <b>13</b> |
| 1.1 Einleitung .....   | 13        |
| 1.2 Antike .....   | 16        |
| 1.2.1 Pythagoras .....   | 16        |
| 1.2.2 Prinzipien: Zahl – Gegensätze – Harmonie.....  | 17        |
| 1.2.3 Platon und Aristoteles .....   | 18        |
| 1.3 Mittelalter .....  | 20        |
| 1.3.1 Boetius.....   | 20        |
| 1.4 Renaissance .....  | 23        |
| 1.4.1 Johannes Kepler und seine Weltharmonik .....   | 23        |
| 1.4.2 Keplers mathematische Grundlegung der Harmonielehre .....                                  | 23        |
| 1.4.3 Kepler, die Musik und die Welt .....   | 26        |
| 1.4.4 Kepler, Pythagoras und Platon .....  | 27        |
| 1.4.5 Marin Mersenne .....   | 28        |
| 1.5 Aufklärung .....   | 29        |
| 1.5.1 Gottfried Wilhelm Leibniz und Harmonie .....   | 29        |
| 1.5.2 Leibniz, Zahlen und die Pythagoräer .....  | 30        |
| 1.5.3 „Prästabilisierte Harmonie“ .....  | 31        |
| 1.6 Romantik .....   | 31        |
| 1.6.1 Goethe und das Zeitalter der Romantik.....   | 31        |
| 1.6.2 Hugo Riemann (1849- 1919).....   | 34        |
| 1.7 Das 20. Jahrhundert.....   | 35        |
| 1.7.1 Arnold Schönberg und die Theorie der „Emanzipation der Dissonanz“.....                     | 35        |
| 1.7.2 Polemik zwischen Gottfried Weber und Schönberg: „Harmonie“ und „harmoniefremder“ Ton ..... | 36        |
| <b>2. Konsonanz und Dissonanz.....</b>   | <b>38</b> |
| 2.1 Konsonanztheorien aufgrund von Rauigkeiten/Schwebungen (Störtheorie der Konsonanz).....      | 40        |
| 2.1.1 Schwebung .....  | 40        |
| 2.1.2 Hermann von Helmholtz (1821-1894): Störtheorie der Konsonanz .....                         | 41        |
| 2.1.3 Störtheorie nach Plomp und Levelt .....  | 45        |
| 2.2 Konsonanztheorien aufgrund von nichtlinearen Verzerrungen (Kombinationstöne)                 |           |
| 48   |           |
| 2.2.1 Kombinationstöne .....   | 48        |
| 2.2.2 Felix Krüger: Das Bewusstsein der Konsonanz.....   | 48        |
| 2.2.3 Heinrich Husmann (1908-1983): Das Wesen der Konsonanz .....                                | 49        |
| 2.2.4 Paul Hindemith (1895-1963).....  | 52        |
| 2.3 Konsonanztheorien aufgrund von spektraler Koinzidenz: .....                                  | 55        |
| 2.3.1 Verschmelzung: Definition nach Carl Stumpf (1848-1936).....                                | 55        |
| 2.4 Virtuelle Töne auf Akkordverbindungen .....  | 59        |
| 2.4.1 Virtuelle Tonhöhe .....  | 59        |
| 2.4.2 Ernst Terhardt: Konzept zur Konsonanz und Dissonanzunterscheidung.....                     | 59        |
| 2.5 Konsonanztheorien aufgrund zeitlicher Koinzidenz .....                                       | 61        |
| 2.5.1 Theodor Lipps: Theorie durch den unbewussten Schwingungsrhythmus.....                      | 61        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 2.5.2     | Tramo: „Zeitfenster der Gleichzeitigkeit“ - Impulsmustertheorie .....                | 63         |
| 2.6       | Spektralanalyse versus Periodizitätsanalyse .....                                    | 65         |
| <b>3.</b> | <b>Harmoniewahrnehmung: universell oder kulturell? .....</b>                         | <b>67</b>  |
| 3.1       | Pränatale Harmoniewahrnehmung .....  | 72         |
| 3.1.1     | Neuronale Wahrnehmungsprozesse bei Föten .....                                       | 76         |
| 3.2       | Dur und Moll – Untersuchung an Säuglingen .....                                      | 77         |
| 3.3       | Harmonie und Sprache .....   | 80         |
| 3.3.1     | Das grammatische Gehirn .....  | 80         |
| 3.4       | Harmonie und Emotion .....   | 86         |
| 3.4.1     | Kulturübergreifende Studien über die Wahrnehmung von Emotionen in der<br>Musik ..... | 87         |
| 3.4.2     | Universelle Wahrnehmung von drei Grundemotionen (Freude, Angst und<br>Trauer) .....  | 93         |
| 3.4.3     | Beteiligte Gehirnstrukturen bei musikalischen Emotionen .....                        | 96         |
| 3.4.4     | Permanente Dissonanz .....   | 98         |
| 3.4.5     | Antizipation von Emotionen .....   | 100        |
| 3.4.6     | Präferenz und Vertrautheit .....   | 102        |
| 3.4.7     | Wahrnehmung versus Gefühle .....   | 107        |
| 3.5       | Synthetische Klangerzeugung und Harmonie .....                                       | 109        |
| <b>4.</b> | <b>Zusammenfassung .....</b>   | <b>113</b> |
| <b>5.</b> | <b>Literaturverzeichnis .....</b>  | <b>115</b> |
| <b>6.</b> | <b>Anhang .....</b>  | <b>123</b> |
|           | <b>Abstract .....</b>  | <b>123</b> |
|           | <b>Lebenslauf .....</b>  | <b>124</b> |

# Vorwort

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Harmoniewahrnehmung und versucht einen psychologisch-neurologischen Vergleich. Sie ist in insgesamt drei Großkapiteln gegliedert. Das erste Kapitel beschäftigt sich mit dem historischen Teil über die abendländische Begriffsgeschichte der Harmonie. Hier wird epochenweise auf die allgemeine Bedeutung und Wahrnehmung, also nicht nur im musikalischen Sinne, eingegangen. Im zweiten Kapitel „Konsonanz und Dissonanz“ werden die psychoakustischen Hörphänomene dargestellt und diskutiert. Das dritte Kapitel widmet sich der Frage nach dem Ursprung des Harmonieverständnisses des Menschen und stellt verschiedene Theorien, die sich auf kulturell bedingte oder angeborene Ursachen beziehen, dar.

Wenn wir in unserem Sprachgebrauch heute von musikalischer Harmonie sprechen, bedeutet das das gleichzeitige Zusammenklingen von mehreren Stimmen. „Bei G. Zarlino (1558) und vor allem ab J. Ph. Rameau (1722) wird Harmonie als das Zusammenstimmen bzw. das Zusammenpassen der Akkordtöne auf den (konsonanten) Dreiklang bezogen“ (Amon 2005: 91).

Der Begriff Harmonie wird hauptsächlich in der Musiktheorie verwendet. Daraus ergibt sich die Frage, wie sich denn nach und nach die musikalische Harmonie im Bewusstsein der Menschen entwickelt hat. Im musikalisch-theoretisch-historischen Kontext gründet diese zunächst auf den Gesängen der christlichen Mönche im Mittelalter. Sie bestanden aus einzelnen auf- und absteigenden melodischen Linien im Umfang von ein oder zwei Halbtönen, ohne dramatische Sprünge (vgl. Jourdain 1998: 127). Jeder Ton wurde lang ausgehalten und so rhythmisch auf die natürliche Sprachweise abgestimmt. Die Gesänge waren vorerst besonders ausgeschmückte Gebete und den Vokalen wurden bestimmte Tonhöhen zugewiesen. Da sich der Stimmumfang um hohe und tiefe Töne erweiterte, und die Sänger teilweise wegen den zustande kommenden Sprünge überfordert waren, entwickelte sich als Konsequenz ein so genannter Parallelgesang. Demnach wurden die Gesänge in zwei oder mehrere Stimmen aufgeteilt, die sich außer der verschiedenen Tonhöhe nicht wesentlich unterschieden. Seit dem 9. Jahrhundert werden die Oktave, Quint und Quart als Konsonanzen im Parallelgesang gebraucht. Warum es gerade diese Intervalle waren, erklärt Eberlein (1994): Er legt dieser Bevorzugung eine „perzeptuelle Universalie“ zugrunde, weil die Rauigkeit bei diesen speziellen Intervallen am geringsten ist (Eberlein 1994: 334). (siehe dazu Kapitel 2, „Schwebung“)

Diese Art Gebete zu singen nannte man Organum. Zu Beginn des 11. Jahrhunderts dominierte eine improvisierende Oberstimme, die sich durch ausgeschmückte, teils komplexe Elemente von den anderen Stimmen abhob. Die Unterstimmen folgten einer eigenen melodischen Linie und bewegten sich manchmal in entgegen gesetzter Richtung zur Oberstimme. Dennoch bezogen sich alle Stimmen synchron entsprechend dem Text. Diese Entwicklung der Gegenbewegung wurde im frühen 12. Jahrhundert zum Grundprinzip der Discantus oder Oberstimmenimprovisation und fand auch stets ihre Bestätigung in den verschiedensten Musiktheorien bis ins 17. Jahrhundert. Es ist anzunehmen, dass diese aus didaktischen Vorgehensweisen hervorging (Eberlein 1994: 334f). Demnach wurden dem Schüler zuerst Parallelgesänge in Quinten und Oktaven gelehrt. Durch die Gegenbewegungsregel fiel die Improvisation in der Oberstimme eindeutig leichter, da sie sich von den anderen Stimmen abgrenzte und so Rückfälle in den Parallelgesang vermieden wurden. Bei dieser Entwicklung hatte also die musikalische Praxis Einfluss auf die Tonsatzlehre (ebd.).

Im 13. Jahrhundert fand eine einschneidende Veränderung statt. In Paris schrieb eine Gruppe von Komponisten in der Kathedrale von Notre Dame eine neue Musik (Ars Nova), die nicht synchron verlief und worin sich die einzelnen Stimmen auf lange Strecken unabhängig voneinander bewegten, jedoch am Ende zur Einstimmigkeit führen (vgl. Jourdain 1998: 128). Bezeichnend für diese Form von Musik ist der Kanon. Diese frühe Polyphonie bildete die Grundlage unseres modernen Harmoniesystems. Die damaligen Komponisten dachten noch gar nicht harmonisch und fassten die Musik weiterhin als Melodie auf. Das eigentliche Ziel war es Disharmonien zu vermeiden, die dann entstehen, wenn dissonante Stimmen übereinander zum Klingen kommen. Die damaligen Theorien waren nicht sehr hilfreich und so basierten die weiteren Entwicklungen auf dem Prinzip von „Versuch und Irrtum“ (ebd.: 129).

Die Kirche lehnte die Polyphonie ab, da durch sie die Gebete unverständlich wurden. Zur gleichen Zeit entwickelte sich die Kirchenorgel, die unter anderem sehr häufig das Organum begleitete. Deshalb auch der Name. Zu Beginn war die Orgel als Begleitinstrument für eine einzelne parallele Melodiestimme eingesetzt. Später wurde sie auch für Verdoppelungen in Oktaven und Quinten verwendet. Da die Komponisten oft den Chor begleiteten, besteht für Jourdain die Möglichkeit, dass aus bestimmten Griffen auf den Manualen der Orgel eine neue Idee entstand: der Akkord (ebd.).

Der Akkord brachte eine neue Sicht- bzw. Hörweise hervor. Die Töne, die übereinander standen, wurden nun auch besonders in vertikaler Hinsicht wahrgenommen. „Die Betonung verschob sich nach Jahrhundert langer Übergangszeit von den melodischen Beziehungen aufeinander folgender Töne auf harmonische Beziehungen gleichzeitig erklingender Töne“ (ebd.).

Im 13. Jahrhundert wurde die Quart, wie Dissonanzen auf betonter Zeit vermieden (Eberlein 1994: 336). Es kamen daher nur Dissonanzen auf kurzen Tönen in Frage. Der Rhythmus der Oberstimme war vom stetigen Wechsel kurzer und langer Töne geprägt (ebd.). Dabei wurden die langen Töne metrisch akzentuiert, was zur Folge hatte, dass der damalige Hörer auf diesen Tönen nur konsonante Intervalle erwartete. Die Quinte wurde in den Schlussklang mehrstimmiger Organa aufgenommen. Die Quart wurde dabei völlig ausgespart. Im frühen 14. Jahrhundert wurden betonte Dissonanzen von den Vertretern der Ars Nova wieder eingeführt. Das musikalische Tempo wurde stark verlangsamt. Nach Eberlein (1994) verdankt diese Veränderung das „Streben nach ‚Subtilitas‘ (Feinheit, Zartheit) und rhythmischer Vielfalt“ (ebd.). Die Musiklehren dieser Zeit gaben auch keinen bestimmten Ort von Dissonanzen im Metrum vor. Jedoch verzichteten die damaligen Musiker aus England auf Dissonanzen metrisch betonter Zeit bis ins 15. Jahrhundert (ebd.). Ferner entstand eine neue englische Improvisationspraxis, der Fauxbourdon. Die Oberstimme hatte die Hauptmelodie und wurde vom Tenor in Sextenparallelen begleitet. Der Bass wechselte zwischen Terzen und Quinten und der Alt die Terz und Quart zum Tenor ab. Als Resultat folgten die „Dreiklänge in Grundstellung“ mit zahlreichen Terz-, Quart- und Quintsprüngen im Bass (ebd.: 338).

Es dominierten die Terzsextakkordketten, die durch ihre Länge auffällig neu waren. Kurze Terzsextakkordketten waren schon im 14. Jahrhundert üblich, die durch imperfekte Konsonanzen (Terzen und Sexten) entstanden. Diese sekundweise- verbundenen Terzsextakkordpaare finden sich noch später in der Musik des 18. und 19. Jahrhundert. Die Dissonanzen wurden zu Beginn eines neuen Abschnitts vermieden. Dasselbe galt für die Synkopardissonanzen, die noch in Kadenzen üblich waren. Das Verbot von Quinten – und Oktavparallelen wurde strenger eingehalten.

Die in dieser Zeit neu aufkommende Dissonanzbehandlung und das strenge Verbot verdankt nach Eberlein (Eberlein 1994: 339) die Zusammenwirkung zweier Ursachen: Erstens forderte das Basler Konzil die strengere Einhaltung bestehender Regeln und Gesetze des Kirchenrechts und somit sahen sich auch die Musiker davon betroffen, bestehende

Kontrapunktregeln, wie das Parallelenverbot und generelles Verbot von Dissonanzen strenger einzuhalten. Es galt jedoch Toleranz, wenn die Dissonanz unvermeidlich und perzeptuell unauffällig war. Die zweite Ursache findet Eberlein in der Prägung der Wahrnehmung vorausgegangener Musik. Die auffällig wirkenden Dissonanzen, die eher selten auftraten, wurden nun ganz vermieden. Das galt jedoch nicht für die immer gleich wiederkehrenden Synkopensdissonanzen in den Kadenz mit der Form des „vorbereiteten Vorhalts“. Im 16. Jahrhundert wurden erstmals Terzen sowohl in Schlussakkorden, als auch in Akkorden am Phrasenende verwendet. Die Ursache dafür gab wieder die von Eberlein bezeichnete „perzeptuelle Universalie“, die der geringen Rauigkeit. Die Komponisten strebten vollständige Dreiklänge mit Terz und Quinte an. Für die Textausdeutung setzte man auch die regelwidrigen Dissonanzen ein. Durch die zunehmende Hörerfahrung fand man keinen Unterschied mehr zwischen regelwidrigen und regelkonformen Dissonanzen. Der Durseptakkord entstand durch fünf- und mehrstimmigen Quintfallkadenzen, die gelegentlich mit dissonanten Durchgang vorkamen. Im 17. Jahrhundert waren betonte Durchgangsdissonanzen als vollkommen zulässig erklärt.

Um 1500 fand durch Johannes Gutenberg (1400-1468) und der Erfindung des Notendrucks eine Entwicklung statt, in der sich das musikalische Vermögen rasch zu einem Zeichen von Bildung und Kultur etablierte. In jedem Salon stand ein Clavichord oder Cembalo (vgl. Jourdain 1998: 130). Die Polyphonie war für den Laien zu komplex und passte auch nicht mit ihrer Strenge in das in dieser Zeit zuversichtliche Weltbild. Man wandte sich wieder der antiken Vorstellung zu und griff zum einfachen, ausdrucksvollen Lied mit Instrumentalbegleitung.

Im 17. Jahrhundert begann das Zeitalter des Barock und mit Johann Sebastian Bach (1685-1750) endete der Kontrapunkt. Die Kontrastwirkung des schnellen Wechsels zwischen leisen und lauten Passagen, der verschiedenen Instrumentalgruppe sowie langsamen und schnellen Tempi und Soli und Tutti- Stelle war das Kennzeichen dieser neuen Technik. Die „gebrochene“ (Eberlein 1994: 346), sukzessive Darstellung harmonischer Strukturen war vor allem in der Lauten-, Cembalo- und Violinmusik geläufig. Diese Technik entwickelte sich, nach Eberlein, „um den technischen Grenzen der Darstellung vielstimmiger Akkorde zu umgehen“ (ebd.). Eine größere Bedeutung wurde auch dem Durseptakkord zugeschrieben. Man findet ihn größtenteils in Toccaten und Tanzsätzen für Cembalo, da in diesen beiden Gattungen die Stimmzahl von Akkorden frei gehandhabt wurde. Durch die Hörerfahrung der neuen Klangfolgen bekam die Septime praktische und theoretische Anerkennung und war

wesentlicher Bestandteil des Dominantakkords des 18. Jahrhunderts. Die Verbindungen von Terzquintakkorden mit einem Sekundschrift im Bass verschwanden allmählich und wurden durch sextakkordhaltige Klangfolgen ersetzt. Diese Entwicklung bezeichnet man in der Theorie als „harmonischen Rückschritt“. Als Konsequenz folgte die Vermeidung von Quintenparallelen im improvisierten Generalbass. Diese Tonsatzregeln hatten also Auswirkungen auf die musikalische Praxis und diese wiederum veränderte die musikalische Wahrnehmung (ebd.). Dabei wirkten bestimmte Klangfolgen zunehmend fremd und beeinflussten dadurch wieder die Theoretiker des 19. und 20. Jahrhunderts, die einen „harmonischen Rückschritt“ in den Harmonielehren ausschlossen. Im 18. Jahrhundert kam das Zeitalter der Wiener Klassik mit Joseph Haydn (1732-1809), Wolfgang Amadeus Mozart (1756-1791) und Ludwig van Beethoven (1770-1827). Diese Komponisten waren maßgeblich am harmonischen Fortschritt beteiligt.

Im 19. Jahrhundert fand die Harmonik ihren Höhepunkt bei Robert Schumann (1810-1856), Frédéric Chopin (1810-1847) und Franz Liszt (1811-1886). Die Komponisten suchten und strebten nach Individualität. Nach Jourdain (vgl. Jourdain 1998: 131f) konnte diese von zwei Seiten ermöglicht werden, entweder durch die Einbeziehung der fünf leiterfremden chromatischen Töne, oder durch Abschweifung für immer längere Zeiträume in entfernte Tonarten. Kritisch betrachtet, schwächen aber beide Möglichkeiten nur die Dominanz eines tonalen Zentrums und erfordern ferner vom Hörer ein immer schärferes, konzentriertes Zuhören und ein gut entwickeltes musikalisches Gedächtnis. Dieses hätte, nach Auffassung Jourdains, wenigstens „ein Gefühl der zugrundeliegenden Tonart aufrechterhalten, wenn es die Musik schon nicht selber tat“ (ebd.:132). Das Publikum war aber oft nicht so musikalisch gebildet und so führte diese Musik zur Unverständlichkeit. Arnold Schönberg (1874-1951) nannte diese Periode der klassischen Musik dionysische Epoche. Nach Schönbergs Definition ein zeitlicher Bereich, wo Musik kaum verstanden und Regeln für die Anwendung noch nicht formuliert wurden. (Schönberg 1954: 189)

Am Ende des 19. Jahrhunderts nutzten die Komponisten die verschiedenen Klänge der Instrumente und deren Klangfarbe wurde ein wichtiges Stilmittel. Die Rückkehr einer bestimmten Klangfarbe bedeutete Rückkehr zur bereits gestreiften Tonart. Revolutionäre Komponisten dieser Art waren Gustav Mahler (1860-1911) und Richard Wagner (1813-1883). In dieser Zeit wurde mehrheitlich Orchestermusik geschrieben, da man reichlichen Vorrat an Klangfarben zur Verfügung hatte (vgl. ebd.:133) Komponisten konnten mit dieser neuen Möglichkeit der Klangfarben Harmonien stützen, die sonst unverständlich geblieben

wären. Wo Mozarts harmonische Ausdehnung noch auf acht Takte beschränkt war und ein ganzer Sonatensatz ohne Tonartenwechsel vorbeirauschen konnte, dehnten sich Wagners harmonische Ausflüge auf ganze Akte seiner Opern aus mit unendlichen Modulationen in verschiedensten Tonarten.

Die Beziehung Komponisten und Hörer kann man mit einer gewöhnlichen Beziehung von zwei Menschen gleichstellen. Der Komponist ist in diesem Fall der innovative Part. Er möchte die Beziehung „frisch“ halten, indem er immer nach harmonischen Neuerungen sucht, die die Erwartungen des Hörers übersteigen würden. Wenn sich im Bezug auf menschliche Beziehung der Alltag einstellt, es also „langweilig“ zu werden scheint und sich demnach der Hörer anpasst, sucht der Komponist wieder nach dem harmonisch Neuartigen. Diese dadurch erzeugte Spannung ist ein wesentlicher Teil des Musikgeschmacks.

*Wie weit kann der Komponist gehen?* Durch die immer wiederkehrende Auslotung der Grenzen des Komponisten, „stand der Hörer immer mehr vor dem Problem subtilste Hinweise auf harmonische Vorgänge wahrzunehmen und sich über Zeiträume von mehreren Minuten an Hierarchien wechselnder Tonarten zu erinnern“ (ebd.: 134). Im 20. Jahrhundert fand durch Claude Debussy (1862-1918) wiederum ein ganz anderer Zugang zur Musik statt. Auf der Pariser Weltausstellung 1889 kam er mit indonesischer Musik in Kontakt, vorgetragen von einem so genannten Gamelanorchester, die Debussy zu einer neuartigen Form von Musik beeinflusste. Er schuf eine Musik, die Akkorde vermied, die nach einem tonalen Zentrum strebten. Er setzte die sechsstufige Ganztonleiter ein und entging den harmonisch bedeutsamen Quarten und Quinten der traditionellen, diatonischen Tonleiter. Nach Schönbergs Auffassung waren neben Claude Debussy, Gustav Mahler, Richard Strauss (1864-1949) und Max Reger (1873-1916), die Komponisten, die neue Hindernisse in den Weg der Verständlichkeit legten. Jedoch konnte man ihre neuen und schärferen Dissonanzen und Modulationen musiktheoretisch erklären. Die Harmonik befand sich in einem heiklen Zustand. Einerseits gab es „viele Versuche die Vergangenheit mit der Zukunft zu verknüpfen“ (Schönberg 1954: 188), eine Abwandlung des klassischen Systems (Neoklassizismus), andererseits verfolgten Anhänger der Abstraktion ihre Ziele und wendeten sich gänzlich vom klassischen System ab. Arnold Schönbergs „Zwölftontechnik“ beruht auf einem völligen Verzicht auf ein tonales Zentrum. Das wesentliche Ziel dieser Technik ist, dass kein Ton der zwölfstufigen chromatischen Leiter öfter als ein anderer vorkommen darf. Es haben alle zwölf Töne den gleichen Stellenwert. Schönberg war überzeugt, dass die traditionelle Harmonik ersetzt werden müsse, damit sich Musik weiterentwickeln könne. Paul Hindemith (1895-

1963) dagegen meint, dass es nicht möglich sei diese Tradition aus den Köpfen des Publikums abzuwerfen. Sie ist zu sehr verwurzelt und somit bringt sie automatisch Tonalität in die Musik hinein.

Jourdain zitiert Hindemith, der über die Zwölftöner folgendes sagt (vgl. Jourdain 1998: 134f):

„Sie bedienen sich der gleichen Tricks wie die schauerlich- schöne Achterbahn auf Jahrmärkten und Vergnügungsparks, in denen die vergnügungssüchtigen Besucher so durchgeschüttelt werden – auf und ab und seitlich und im Kreis und alles gleichzeitig-, dass sich sogar bei einem unbeteiligten Zuschauer das Innerste brezelartig verdreht. Die Idee besteht natürlich darin, dem Kunden das Schwerkraftgefühl aufzuheben, indem jeden Moment so viele unterschiedliche Kräfte auf ihn einwirken, dass sich sein Lagesinn nicht schnell genug darauf einstellen kann.“

# 1. Begrifflichkeit und Bedeutung von Harmonie

## 1.1 Einleitung

*Welche Bedeutung hat der Begriff „Harmonie“? Wo kommt er her? Was verbindet man damit und wer hat sich damit auseinandergesetzt?* Von der Antike bis zur Gegenwart haben sich große Denker mit der Deutung von Harmonie beschäftigt. Dieses Kapitel kann aber nur einen Überblick geben und hat daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Zu jeder Epoche werden ein oder zwei Stellvertreter behandelt, deren Gedanken und Systeme die Autorin als subjektiv für die Arbeit am relevantesten, wichtigsten, betrachtet.

Harmonie geht auf die Silben „ar“ oder „har“ der indogermanischen Sprache zurück. Diese bezeichnen „die Vereinigung von Entgegengesetzten oder Verschiedenartigem zu einem geordneten Ganzen“ (Naredi Rainer 1996: 116f). Ursprünglich nahm „Harmonie“ eine mystische, antike Gestalt an. Homer berichtet von jenem sanftmütigen Volke, den Phäaken, die Odysseus mit Gesängen verwöhnen. Eines dieser Lieder handelt von „Harmonia“, die aus einer Affäre mit Ares, Gott des Krieges, und Aphrodite, Göttin der Liebe, entstammt. Aphrodite ist die Ehefrau von dem hinkenden Gottes der Schmiedekunst, Hephaistos. Helios, die Sonne, beobachtet den Ehebetrug Aphrodites mit Ares und verrät diesen sofort an Hephaistos. Der lahme Schmied rächt sich, indem er nahezu unsichtbare, aber unauflösliche Ketten an Aphrodites Bett drapiert. Nach Hephaistos Vorhaben verfangen sich Aphrodite und Ares während des ehebrecherischen Liebesaktes. Hephaistos wurde von Helios sofort benachrichtigt, eilt zu ihnen und ruft alle Götter zusammen, die sofort in ein „homerisches“ Gelächter ausbrechen. Doch scheint das Ende der Geschichte doch noch gut zu verlaufen: Poseidon bittet für Ares, und Hephaistos löst die Fesseln. (Homer, Odyssee, 8. Gesang, zit. nach Liessmann 2009: 18) In diesem Mythos findet man ebenso das Gegensätzliche in der Verbindung von Ares (Kriegsgott) mit Aphrodite (Liebesgöttin) und das Vereinende im Kind „Harmonia“. Auch in der Mythologie anderer Kulturen wird der Begriff Harmonie als „das Aufeinander-Beziehen von Gegensätzen“ (Naredi-Rainer 1996: 117) verwendet. „In der babylonischen, altägyptischen, chinesischen, indischen, persischen, germanischen oder islamischen Überlieferung spielt Gegensatz von Licht und Dunkel, Gut und Böse, Himmel und Hölle eine wichtige Rolle“ (ebd.: 117).

In der Antike bis in die Renaissance war Harmonie neben Proportionalität und Symmetrie einer der wesentlichen Kriterien Schönheit zu konstituieren (vgl. Liessmann 2009: 14). In

diesem Sinne war Schönheit kein subjektives Erleben und nicht subjektiv zu erfassen, sondern durch verschiedenste Konzepte und Kriterien festgelegt worden. Ferner wurde Schönheit mit dem Wahren und dem moralisch Guten in Verbindung gesetzt (ebd.: 17). Im Dialog Timaios schreibt Platon: „Alles Gute ist schön, das Schöne aber ist nicht ohne Maß. Und ein Lebewesen, das derart werden soll, muss (als Lebewesen) mit innerem Maß angesetzt werden“ (Timaios, 87c: 134). Im Mittelalter blieb der Harmoniebegriff nach Blochs Anschauungen eher auf das Musikalische beschränkt und spielte nicht mehr die allumfassende Rolle (vgl. Bloch 1979: 86). Ebenso schreibt Haase in Bezug auf den mittelalterlichen Musiktheoretiker Boetius dem Harmoniebegriff „nur“ eine musikalische Rolle zu und sieht keine erkennbare Konzeption einer Weltenharmonie mehr (vgl. Haase 1998: 8). Es ist aber nach Recherche bei Boetius Schriften durchaus, sowohl in seinem musiktheoretischen Werk „De Musica“, als auch in seinem viel gelesenen „Trost der Philosophie“ eine Weltanschauung im harmonischen Sinne erkennbar. Der von Boetius geprägte Begriff „musica humana“ bezeichnete im Mittelalter „harmonische Ordnung im Menschen oder die Harmonie zwischen Leib und Seele“ (Naredi-Rainer 1996: 118). Vor allem fand auch die Anschauung von der Harmonie im Weltall, bezeichnet als „musica mundana“ von Boetius in der Antike und Mittelalter besonders große Bedeutung. „Sie findet sich nicht allein im Musikschriftum, sondern auch in der philosophischen und theologischen Literatur“ (ebd.: 119). Sowohl der kosmologische, als auch der psychologische Harmoniebegriff der antiken Mythologie fand eine Fortsetzung in der „musica mundana“ und „musica humana“ des Mittelalters. In der Renaissance war es vor allem Kepler, der dem Begriff „Harmonie“ nochmals einen universalen Charakter gab.

Die zentralen Fragen *Was ist der Urstoff/Ursprung der Welt? Was hält sie zusammen? Wie stehen Körper und Seele zueinander?* ziehen sich über Jahrhunderte und sind für die Begriffsgeschichte der Harmonie von immenser Bedeutung. Bei den griechischen Naturphilosophen Heraklit (536-470 v. Chr.) und Empedokles von Agrigent (500-440 v. Chr.) wird der Begriff erstmals auch in skizzierter Form für die Erklärung des Weltenlaufs verwendet. Heraklit fand den Grund am harmonischen Wechselspiel zwischen Entstehen und Vergehen der Dinge. Empedokles sah den Weltenlauf als harmonisches Wechselspiel zwischen Mischung und Trennung der Dinge. Das harmonische Prinzip fand Heraklit im Feuer, in der geistigen Kraft. Hingegen war Empedokles von einer sittlichen Macht, der Liebe, als harmonisches Prinzip, überzeugt (ebd.: 118). Weiterführend findet man in Pythagoras Lehren erste Konzepte, die diesen zentralen Fragen nachgehen. Diese sollten den Menschen auch eine Art Anleitung geben, wie sie ihr Leben zu führen haben und wie sie es

erfolgreich gestalten können. Was die Leib-Seele Harmonie betrifft, war Pythagoras vielleicht der Erste, der die Seele als Einzigartiges und Unsterbliches, getrennt vom Körper, sah. Die Idee, dass die Welt aus den Strukturen von Zahlen besteht und erklärbar ist, stammt auch von Pythagoras. Er schafft dadurch einen Diskurs, der viele Denker bis heute beschäftigt. Pythagoras und die Pythagoräer waren also der Ausgangspunkt, die den Begriff der „Harmonie“ ins metaphysische extrapolierten und ihm so eine neue Bedeutung gaben. Die Spezialisierung und Systematisierung der „Harmonie“ findet aber erst bei Platon und Aristoteles statt (ebd.). In den Schriften dieser beiden Denker hat der Terminus zunächst eine kosmologische und psychologische, sodann aber auch mathematische, ethische, ästhetische und musikalische Bedeutung. Durch Platon und Aristoteles fand der Begriff ebenso Eingang in die Wissenschaft (Kosmologie, Psychologie, Mathematik und Ethik) wie auch in die Kunst (Ästhetik, Musik). Keinesfalls sind diese aber getrennt zu beobachten, weil sie immer wieder in Beziehung gesetzt werden und sich miteinander verbinden. Dabei ist der Harmoniebegriff der Mathematik verwandt mit der Musik und wird mit Zahlengesetzen erklärt. Die Ethik wird mit dem Harmoniebegriff der Tugend und Ästhetik mit dem der Schönheit identifiziert (ebd.).

Platons Dialoge spielen in diesem Zusammenhang eine weitere Rolle, wobei die Stelle von der Erschaffung der Weltseele im Dialog „Timaios“ sehr bedeutsam ist. Da stellt Platon die Seele der Welt als eine Tonleiter dar bzw. als ein ganzes Tonsystem, dessen Kern die dorische Tonleiter, also die Zentraltonleiter der Griechen bildet (Haase 1998: 70). Nach Platon besteht sozusagen die Seele der Welt aus Musikgesetzen und er wird in weiterer Folge nicht der Einzige bleiben, der diese Ansicht vertritt. Diese wurden im Original erst in der Renaissance-Zeit wieder bekannt. Dennoch war das ganze Mittelalter mit dem Kommentar und der Übersetzung des Chalcidius von Teilen „Timaios“ vertraut (ebd.). Deshalb konnte es auch so kommen, dass in der Schule von Chartres diese Weltseele mit ihren Proportionsgesetzen mit dem heiligen Geist identifiziert wurde (Albert von Thimus, zit.n. ebd.: 72).

Bis Kepler blieben aber viele Ansätze unwissenschaftlich und nicht empirisch beweisbar. Paracelsus (1493-1541) zum Beispiel, der das Irdische als eine Ausgeburt des Himmels bezeichnet und der Ansicht war, dass man durch das Irdische Rückschlüsse auf das Überirdische ziehen kann, oder Robert Fludd (1574-1637), der meinte, dass die Widersprüche der Welt durch mathematisch-akustische Proportionen vereinigt werden (ebd.: 72f). Auch Marin Mersenne (1588-1648), der in seiner *Harmonie universelle* all das als Harmonie bezeichnet, was eine in Proportionen ausdrückbare Ordnung hat und schließlich Athanasius Kircher (1601-1680), der die Proportionen gleichsam als die Seele des Weltalls annahm (vgl.

ebd.) Johannes Kepler (1571-1630) hielt nichts von diesen rätselhaften, mystischen Gedanken und vertrat seinen Standpunkt klar gegenüber Robert Fludd im Anhang zum 5. Buch seiner Weltharmonik:

„Man kann auch sehen, dass er seine Hauptfreude an unverständlichen Rätselbildern von der Wirklichkeit hat, während ich darauf ausgehe, gerade die in Dunkel gehüllten Tatsachen der Natur ins helle Licht der Erkenntnis zu rücken. Jenes ist Sache der Chymiker, Hermetiker und Parazelisten, dieses dagegen Aufgabe der Mathematiker“ (Kepler: 54)

In der Zeit der Aufklärung findet eine entscheidende Neuorientierung statt. Der Harmonie oder Schönheitsbegriff wird nicht mehr nach objektiven Gesetzmäßigkeiten festgelegt, oder besser noch, Schönheit wird nicht mehr durch harmonische Proportionen bestimmt, sondern wird zum Ausdruck einer subjektiven Einstellung oder Bewertung (vgl.: Liessmann 2009: 29).

„Im 19. und 20. Jahrhundert ist der moderne Mensch an einer Harmonie, die sein gesamtes Leben und Sein umfasst, wenig interessiert. Der Drang nach einem harmonischen Leben ist nicht so groß wie im Altertum, und daher wird auf die denkerische Auseinandersetzung wenig Wert gelegt. Es gab so vielerlei Anderes und Wichtiges, mit dem man sich befassen musste: Technik, Industrie, Weltwirtschaft, soziale Probleme, usw.“ (Bloch 1979: 86).

## **1.2 Antike**

### **1.2.1 Pythagoras**

„Was ist das Schönste?“ fragt Pythagoras und antwortet darauf: „Die Harmonie“ (Riedweg 2002: 104). In der Lehre von Pythagoras war Harmonie ein weitgehender Begriff, vor allem in Verbindung von Ton und Zahl mit der man Phänomene der Welt oder überhaupt die Welt erklären wollte. Mit dem Monochord, ein Holzkasten mit verstellbarem Steg, einseitig gespannt, brachte Pythagoras durch Zupfen einer Saite diesen zum Klingen. Durch das Unterteilen der Saite in verschiedenen Proportionen schaffte er die Intervalle, wie wir sie heute in der Musik kennen. Die Pythagoräer schöpften aus dieser Erkenntnis, dass alle Harmonie der Welt nur so entstehen kann, indem die Zahlen verhältnismäßig richtig zueinander stehen. Dieses Prinzip wurde sowohl auf kosmische und ethische Fragen übertragen.

Roth zitiert Aristoteles, der über die Pythagoräer schrieb (Roth 2003: 5):

„Sie beschäftigten sich zuerst mit der Mathematik förderten sie, und, in ihr auferzogen, hielten sie die mathematischen Prinzipien (archas) für die Prinzipien alles Seienden... Und in den Zahlen die Eigenschaften und Gründe der Harmonie erblickend, da ihnen das andere seiner ganzen Natur nach den Zahlen nachgebildet

erschien, die Zahlen aber als das Erste in der ganzen Natur, so faßten sie die Elemente der Zahlen als die Elemente aller Dinge auf und das ganze Weltall als Harmonie und Zahl“ (Metaphysik)

In der ganzen Lehre Pythagoras ist eine bestimmte Zahl bzw. eine Zahlengruppe als System hervorgehoben, die so genannten Tetraktys. Sie bestehen aus einer Vierergruppe und die Zehn ist die Summe der ersten vier natürlichen Zahlen:  $1+2+3+4$ . Außerdem kann sie als Punktmenge in einem vollkommenen gleichseitigen Dreieck dargestellt werden (Roth 2003: 6).

|      |   |
|------|---|
| O    | 1 |
| OO   | 2 |
| OOO  | 3 |
| OOOO | 4 |

Interessant ist auch, dass sich die musikalischen, harmonischen Intervalle, wie 2:1, 3:2, usw. aus diesem System herauslesen lassen. Da die Pythagoräer alles mit Zahlen erklären wollten mussten sie auch die heilige Zehnzahl in den Gestirnen finden. So erfanden sie zu Erde, Mond, Sonne und den damals bekannten Planeten und dem Fixsternhimmel als zehnte Kugel, einfach eine Gegenerde (vgl. ebd.). „Man findet eine interessante Verbindung bei Pythagoras: Metaphysische Spekulation und Zahlenlehre einerseits, Ästhetik der harmonischen Proportionen andererseits – also eine mathematische bestimmte Harmonie der Welt gleichzeitig als ästhetische harmonische Ordnung“ (ebd.: 7).

### **1.2.2 Prinzipien: Zahl – Gegensätze – Harmonie**

„Die Harmonie ist das, was die Gegensätze jeder Seinstufe als Band zusammenhält. Ohne Harmonie kein Kosmos“ (Fragment 6 des Philolaos, in Bloch 1979: 42). Bloch hat den Ausdruck „Seinstufe“ eingeführt, der bei Philolaos und anderen Pythagoräern nicht vorkommt. Es existieren verschiedene Seinsarten (seelische, physiologische, physikalische) „in denen die Harmonie als Harmonie zu finden ist“ (ebd.: 43). Jeweils in einer besonderen Art, doch immer als gleiches Prinzip. Durch Zahlen oder geometrische Verhältnisse demonstrierten die Pythagoräer dies eben auf den Gebieten der Musik und der Astronomie (ebd.: 43).

Bloch meint, wenn man von Harmonie spricht, sollte man sich an dieses Sein-Prinzip festhalten ohne von Wirken oder Verursachen zu reden (ebd.). Er ist aber der Meinung, dass

dies meistens geschieht und so reduzierte man ein universales Prinzip wieder nur auf den zeit-räumlichen Bereich, also auf den materiellen Bereich. Es folgt, dass Harmonie und Zahl ebenfalls nur aufs Irdische bezogen werden und auch der Kosmos sei nichts anderes als der sichtbare Zahlen-Kosmos (vgl. ebd.).

Der Begriff Kosmos soll in diesem Zusammenhang noch näher erläutert werden. Pythagoras hat als erster die Welt als „Kosmos“ verstanden (Roth 2003: 7). Kosmos kann sowohl „Ordnung“ als auch „Schmuck“ bedeuten (ebd.). Es wurde auch damals bei den Griechen so gesehen. Die Welt wird als harmonische und damit schöne und gute Ordnung betrachtet, hat also ästhetischen und ethischen Wert. Das Maß spielt hier aber eine große Rolle. Die Welt kann erst zum Kosmos werden, „indem das Chaos durch Begrenzung, Maß und Ordnung bezwungen wird“ (ebd.).

### **1.2.3 Platon und Aristoteles**

#### **1.2.3.1 Platon und das Prinzip der Harmonie**

Um Platon und seine Anschauungen zur Harmonie zu verstehen, sei hier kurz seine Ideenlehre erwähnt. Diese begründet, dass alles, was es auf der irdischen Welt gibt, irgendwo als unveränderliche Idee oder Urbild vorher bereits bestanden hat. Platon glaubte also an eine andere, eigene Wirklichkeit hinter der Welt, die wir wahrnehmen mit all unseren Sinnen. Die Harmonie, „sei etwas Unsichtbares und Unkörperliches und gar Schönes und Göttliches an der gestimmten Lyra“ (Phaidon: die Rede des Simmias: Kapitel 36: 112). Dadurch dass die Lyra gestimmt wurde, klang sie harmonisch. Es musste also gehandelt werden und Zeit aufgewendet werden, um einen harmonischen Klang herbeizuführen. Die Harmonie selber, die entsteht, ist dabei nichts Greifbares. Diese ist unsichtbar und hat metaphysischen Charakter, wie Platon es beschreibt. Die gestimmte Lyra ist demnach das Verhältnis in Zeit und Raum im Gegensatz zum Wesen der Harmonie (vgl. Bloch 1979: 54).

„Die Harmonie im metaphysischen Sinne ist nichts Unbestimmtes; denn sonst könnte in Musik und Astronomie nicht die Zahl Kriterium der Realisierung der Harmonie sein“ (ebd.:55). „Die transzendente Harmonie ist nicht die Ursache dafür, dass die Musik harmonisch ist oder sein kann, sondern sie ist der Seinsgrund dafür“ (ebd.).

Die Begriffe Rhythmus, Symmetrie, Proportion, Periodik werden bei Platon mit Harmonie gleichgesetzt, oder werden unter den Harmoniebegriff gesetzt. Die Periodik spielt für Platon eine äußerst große Rolle. Die lineare Bewegung ist das Unbestimmte, Unbegrenzte, nicht Wiederholbare, Unharmonische. Im Gegensatz zu einer ins sich geschlossenen Linie, wie der Kreis zum Beispiel, der das Harmonische widerspiegelt. Platon spricht nicht nur von der Periodizität und Harmonie der irdischen Welt, sondern auch von der ewigen Welt, also außerhalb der Zeit, Raum, und Bewegung (vgl. ebd.: 57ff).

Im „Timaios“ fasst Platon seine Hauptpunkte zusammen:

„Und das, was in der Musik für die Stimme gut ist und sie uns hören lässt, ist uns im Hinblick auf die Harmonie gegeben. Denn die Harmonie, deren Umläufe ( oder Perioden ) derselben Art sind wie die Perioden (oder Schwingungen) der Seele, erscheint dem mit den Musen intelligenten Umfang pflegenden Menschen nicht als alogisches Vergnügen, wie man jetzt meint. Im Gegenteil haben uns die Musen die Harmonie als Helferin unserer Seele gegeben, damit die unharmonisch Gewordene zur Periodik und eigentümlichen Symphonie zurückgeführt werde; ebenso wie der Rhythmus, der in uns einen Mangel an Maß und Grazie corrigiert, der bei den meisten zu finden ist“ (Timaios 47c6-e2).

Harmonie findet sich also überall in derselben Weise. In der Seele, in der Physiologie des Körpers, in der Weltseele, in den Ideen, in der Astronomie, Musik und anderen. Harmonie ist also keine Theorie oder wie Bloch es am Punkt bringt „technisches Hilfsmittel“ um Musik angenehm zu machen (vgl. Bloch 1979: 62f).

### **1.2.3.2 Platons Timaios (Timaios, 31b-32a; VI, 48f)**

Platon lässt einen Demiurgen (Weltenkonstrukteur) ein Universum streng nach den harmonischen Verhältnissen errichten. Auch die vier Grundelemente Feuer, Erde, Luft und Wasser werden nach diesen genau zueinander gebracht. Weiters geht er zum Menschen über und bringt seine Elemente aus denen er besteht Seele, Vernunft und Körper, wieder untereinander zu einem harmonischen Verhältnis. Diese physische und innere Welt wird verbunden, wiederum in idealen Proportionen gebracht. „Es ist diese Proportionalität, die dafür sorgt, dass sich alles harmonisch fügt und der Einzelne im Ganzen und das Ganze im Einzelnen sich wiederfindet und eine symmetrische Ordnung bildet“ (Liessmann 2009: 20). Das letzte Ziel des Menschen soll es eben sein, den Kreisläufen und Schwingungen der eigenen Seele die ursprüngliche Harmonie wiederzugeben, indem man sie denen der Weltseele ähnlich macht (ebd.). Die Wissenschaften wie Kunst, Astronomie, Mathematik, Musik haben nur dieser Aufgabe zu dienen (ebd.).

### **1.2.3.3 Platon und sein Schüler Aristoteles**

Den Begriff Harmonie gebraucht Aristoteles vornehmlich in der Wissenschaft, Kunst und Psychologie, weniger in der Metaphysik. Sein Hauptanliegen ist vor allem, wie denn das Harmonische zu realisieren sei. Platon bringt mit Harmonie die Seele in Verbindung. Aristoteles dagegen ist der Ansicht, dass Zustände der Seele nicht durch Harmonie erklärbar gemacht werden können. In seinem Buch „Über die Seele“ (Aristoteles, zit. n. Bloch 1979: 77) sagt er, dass es angemessener wäre das Wort Harmonie von der Gesundheit zu gebrauchen, überhaupt von körperlichen Vorzügen als von der Seele. Harmonie ist ein bestimmtes Verhältnis von Gemischtem, eine Zusammensetzung aus entgegen gesetzten Dingen. Aristoteles hält im Gegensatz zu Platon nichts von einer Kreisbewegung, überhaupt nichts von einer Bewegung der Seele (ebd.). Auch von einer Zahlenbestimmung der Seele ist er anderer Meinung (ebd.). Es kommt ihm auf die Messbarkeit an. In der Astronomie zum Beispiel lassen sich harmonische Verhältnisse feststellen. Das Mathematische, Geometrische ist für Aristoteles das Kriterium der Harmonie nicht wie bei Platon, wo Harmonie eine unsichtbare Quelle der geometrischen Proportion ist. Für Aristoteles ist das Harmonie-Prinzip nicht so bedeutungsvoll wie für Platon. Dennoch schreibt er sehr ausführlich über die Sphärenharmonie im Buch „Über den Himmel“. An dieser Stelle sei erwähnt, dass Aristoteles diese dementierte und argumentierte, dass die Planetenbewegung keine Geräusche verursachen könne, da sie keine Eigenbewegung der Planeten sei, sondern nur ein Ergebnis der Sphärenrotation (Aristoteles: 290b-291a) Bei ethischen Fragen schließt er eng an seinen Lehrer Platon an. Diese sind darauf gegründet, dass in allem das Prinzip der Harmonie zu erscheinen hat. Sowohl in der Gerechtigkeit, als auch in den persönlichen Tugenden und politischen Verhältnissen (Bloch 1979: 79).

## **1.3 Mittelalter**

### **1.3.1 Boetius**

Im Mittelalter ist es Boetius, der mit seinen Schriften großen Einfluss auf alle Musiktheoretiker dieser Zeit ausübte. Er schafft mit „De Musica“ die Grundlage sämtlicher Musikwerke des Mittelalters. Die Musik sah man als ein Mittel um den Geist zu vervollkommen, nicht als eine Kunst, die um ihrer selbst willen geübt oder gespielt werden

dürfe. Diese Zielsetzung kommt bei Boetius deutlich zum Ausdruck. Er teilt die Musik in drei Klassifikationen (vgl. Boetius 1973: 7):

1. *Musica mundana* ( Musik des Weltalls )
2. *Musica humana* (Musik des Menschen)
3. *Musica instrumentalis* (Musik auf Instrumenten)

Die *Musica mundana* existiert im Prinzip in drei Formen (vgl. ebd):

1. in den Bewegungen der Planetenbahnen. Die Bewegungen der Planeten sind nicht hörbar auf der Erde. In den Sphären klingen sie jedoch durch gegenseitige Wechselwirkung der Sternkörper (vgl. Chamberlain: 380).
2. in der Zusammenfügung der Elemente. Die Verbindung der Elemente ist die nicht hörbare Harmonie. Diese Art von Musik ist gekennzeichnet von ihrer „Vielfalt und deren entgegengesetzten Kräften“ (vgl. ebd.).
3. in den Variationen der Jahreszeiten (in der Verschiedenheit der Zeiten).

„Jedes Ding bringt entweder seine eigenen Früchte hervor oder es hilft andern Dingen zur Hervorbringung derselben. Denn was der Winter zusammenzieht, löst der Frühling auf, dörrt der Sommer und bringt der Herbst zur Reife, und so bringen die Zeiten abwechselnd entweder selbst ihre Früchte hervor, oder sie sind einander zur Hervorbringung dienstbar“ (Boetius 1973: 8).

Der Ursprung dieser Weltmusik (*musica mundana*) ist Gott und seine Fähigkeiten Musik zu gestalten. Er besitzt die unverwechselbaren Gesetze der Zahlen in seinem Geiste. Diese Gesetze findet man in den Verhältnissen der Elemente, in den Jahreszeiten und den Planetenbahnen. Musik ist „Quantität, die sich auf Quantität bezieht“ (Chamberlain 1970: 379). In anderen Worten ist Musik das vereinende von vielen Dingen und die Übereinstimmung von getrennten Dingen (Platon Timaios, zit. n. ebd.). Die *Musica humana* erscheint ebenso in drei Formen (Boetius 1973: 8):

1. in der Verbindung von Seele und Körper
2. in der Zusammenfügung von rationalen und irrationalen Elementen innerhalb der Seele
3. in der Vermischung von Elementen und den fixen Proportionen der Teile des Körpers

Die Musik zwischen Körper und Seele ist mathematischer Natur “wie die ‚von hohen und tiefen Tönen‘ (vgl. Chamberlain: 381) und hat ebenso ethischen und metaphysischen

Charakter wenn Boetius auf das „körperlose Leben von Verstand“ hinweist (vgl. Boetius 1973: 8). Einerseits knüpft er an Aristoteles „Über die Seele“ an, andererseits an Platons Behandlung im „Timaeus“. Die Beziehung von Seele und Körper ist demnach sowohl moralisch als auch mathematisch.

„Die menschliche Musik nun sieht Jeder ein, der in sich selbst einen Blick thut. Was ist denn Anderes was jene unkörperliche Lebhaftigkeit der Vernunft mit dem Körper vermischt, als eine gewisse Harmonie und Organisation, welche gleichsam eine einzige Consonanz von tiefen und hohen Stimmen bewirkt? Und was ist denn Anderes, was die Theile der Seele unter einander verbindet, welche nach der Meinung des Aristoteles aus einer vernünftigen und unvernünftigen zusammengesetzt ist.“ (Boetius: 8)

Die *musica instrumentalis* bezieht sich auf die Wirkung der Harmonien auf den Menschen. Boetius schreibt über die außerordentliche Kraft der Musik über die männliche, physische und moralische Verfassung. Nach seinen Behauptungen besitzen alle Seelen innerliche musikalische Proportionen. Diese werden ausgewählt und kommen in der klingenden Musik, die ihnen gleicht, zum Vorschein (Chamberlain 1970: 383).

Nach Boetius würden deshalb wollüstige Männer, wollüstige Melodien lieben und kriegerische Männer, wilde Melodien. Musik kann demnach moralische Unterschiede hörbar machen und der Beschützer der Tugend sein (vgl. ebd.). Der wahre Musiker beurteilt Musik aufgrund seiner Proportionen und nicht nach seinen Sinnen. Er ist auch nicht wahrer Musiker, wenn er nur komponiert oder nur geschickt spielt. Der Instrumentalist und der Poet sind „verlobt mit der Musik“, aber keiner kann als richtiger „Musicus“ genannt werden (vgl. ebd.). Außerdem soll Musik bescheiden, einfach und männlich sein, nicht weibisch, wollüstig oder komplex. Nach diesen Berücksichtigungen kann sie auch Krankheiten von Körper und Seele heilen (vgl. Chamberlain 1970: 383f). Da beruft sich Boetius auf die Pythagoräer:

„Unter den alten Philosophen war die Macht der Musik so bekannt, dass die Pythagoreer, wenn sie sich von den täglichen Sorgen im Schlummer erholen wollte, gewisse Gesänge in Anwendung brachten, damit sie ein sanfter und ruhiger Schlaf befallte. Wenn sie dann am Morgen wieder erwachten, so rissen sie sich aus ihrer Schlaftrunkenheit durch andere Tonweisen heraus. Jedenfalls wussten sie auch, dass die ganze Verbindung unserer Seele und des Körpers in einer musikalischen Harmonie bestehe. Denn wie die Bewegung der Körper ist, so werden auch die Schläge des Herzens durch die Bewegung erregt. Dies soll nämlich Democritus dem Arzte Hippocrates erzählt haben, als dieser den Democritus, der von allen seinen Mitbürgern für wahnsinnig gehalten wurde, im Gefängnis der Heilung wegen besuchte“ (Boetius 1978: 5f 1. Buch Vorrede).

Ferner soll die *musica instrumentalis* die Weltmusik imitieren. Das erste Instrument, das aus vier Saiten bestand und die vier Elemente imitieren sollte, hatte Merkur gebaut. Terpander fügte drei Saiten dazu und sollte so die sieben Planeten imitieren. Letztendlich sind es die sieben Saiten aus der kompletten Tonleiter, die die himmlische Konstellation vom Saturn zum Mond aufzeigen (Chamberlain 1970: 384).

Zusammengefasst ist die instrumentelle Musik von moralischer Art, heilt Krankheiten und pflegt die Tugend. Weiters imitiert sie die Musik des Universums. Ferner ist mit diesem Begriff die gesamte menschliche Musik gemeint, einschließlich der Vokalmusik. Der Leib des Menschen wurde als Instrument Gottes angesehen, somit galt auch die Vokalmusik als Instrumentalmusik (ebd.).

## **1.4 Renaissance**

### **1.4.1 Johannes Kepler und seine Weltharmonik**

Johannes Kepler ging es Zeit seines Lebens darum den Aufbau der Welt zu ergründen. Kepler fand und suchte stets nach Analogien in verschiedensten Bereichen. Schon mit 23 Jahren gab er seine erste Vorstellung in seiner wissenschaftlichen Abhandlung „Mysterium cosmographicum“ kund. Er hatte damals die elliptische Gestalt der Planetenbahnen noch nicht entdeckt und war der Ansicht, dass zwischen den Sphären der Planeten die so genannten Platonischen Körper einkonstruierbar seien. Diese sind eine Klasse vollkommen regelmäßiger Körper, die nach Platon benannt wurden. Es gibt insgesamt fünf, deren Namen auf Griechisch ihre Anzahl ihrer Flächen wiedergeben. (siehe Kapitel: „Mathematische Grundlegung der Harmonielehre“) Regelmäßige geometrische Formen, besonders der Kreis galten als etwas Göttliches und Harmonisches schlechthin. Daher ist es nicht verwunderlich, dass Kepler diese als Grundlage eines göttlichen Planes hielt, um das Sonnensystem erschaffen zu können.

### **1.4.2 Keplers mathematische Grundlegung der Harmonielehre**

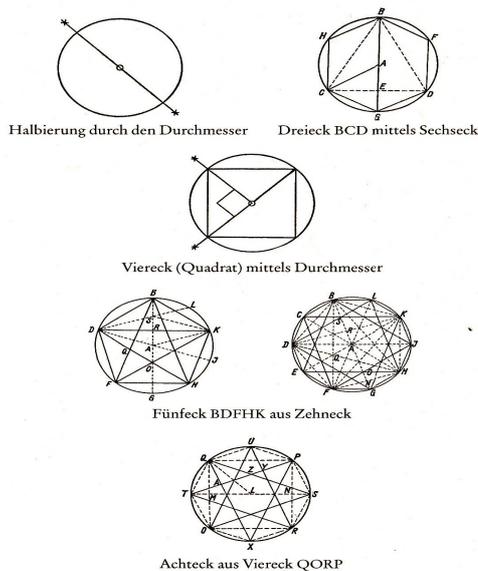
Bei Kepler macht die Geometrie den Anfang der Harmonik und bildet die Grundlage aller Ordnung. In der mathematischen Grundlegung der Weltharmonik ging es Kepler primär darum, den Ursprung der Harmonie in den regelmäßigen Figuren aufzuzeigen (Kepler: Weltharmonik: Buch 1) sowie den geometrischen Auswirkungen ihrer Verbindung nachzugehen (Kepler: Weltharmonik: Buch 2)

Die Grundlage harmonischer Proportion in der Geometrie sind für Kepler die regulären Figuren. Das sind solche, „deren Eckpunkte auf ein und demselben Kreis liegen, die gleiche Seitenlänge haben und sich mit Zirkel und Lineal konstruieren lassen“ (Kepler: 34f).

Fünf Konstruktionen sind für die harmonische Proportion grundlegend (vgl. ebd.):

1. Ein Kreis lässt sich durch einen Durchmesser in zwei gleiche Teile zerlegen ( 34. Satz)

2. Ein Dreieck (BCD) ist einem Kreis am einfachsten mit Hilfe eines Sechsecks einbeschrieben, dessen Seitenlänge gleich dem Kreisradius ist ( 38. Satz)
3. Ein reguläres Viereck (Quadrat) lässt sich über den Durchmesser eines Kreises konstruieren (35.Satz)
4. Die Konstruktion eines Fünfecks (BDFHK) in einem Kreis erfolgt am einfachsten über ein Zehneck ( Sätze 41 u.42)
5. Ein Achteck schließlich wird leicht über ein Viereck konstruiert (36. Satz)

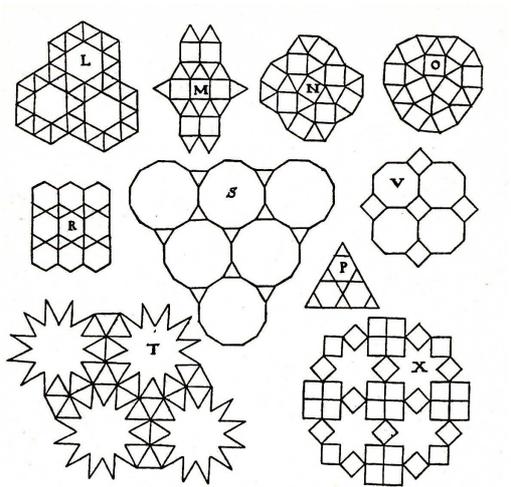


**Abb.1: Konstruktion harmonischer Proportion mittels Kreisteilung:** 1. Halbierung durch den Durchmesser; 2. Dreieck BCD mittels Sechseck; 3. Viereck (Quadrat) mittels Durchmesser; 4. Fünfeck BDFHK aus Zehneck; 5. Achteck aus Viereck QOR (Bialas 2004: 127)

Diese regulären Figuren besitzen noch eine besondere Eigenschaft, die Kepler Kongruenz (congruentia) nennt. Hier wird zwischen zwei Arten unterschieden (vgl. Bialas 2004: 127):

1. Die Kongruenz in der Ebene: Die besagt das lückenlose Aneinanderschließen beliebig vieler derartiger Figuren
2. Die räumliche Kongruenz: Bildung einer räumlichen Ecke ohne Lücke. Für diese geometrischen Konfigurationen sind auch halbrekuläre Figuren zugelassen, wie z. B. Rhomben, haben gleiche Seiten aber verschiedene Winkel.

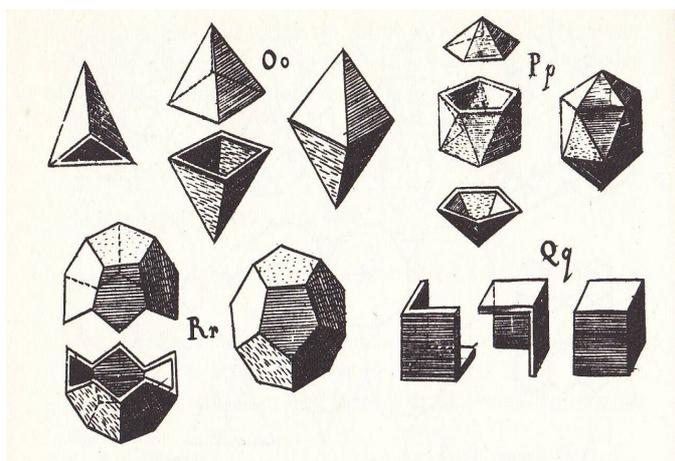
Die Ebene lässt sich nun mittels ein und derselben Figur, mittels zweier oder mittels dreier verschiedener Figuren auf vielfache Weise lückenlos ausfüllen (vgl. 19. Satz: 68).



**Abb.2 : Lückenlose Ausfüllung der Ebene mittels zweier verschiedener Figuren.**  
(Bialas 2004: 129)

Es lassen sich ebenso räumliche Figuren bilden, und zwar auf fünffache Weise (25. Satz):  
(siehe Kepler Weltharmonik: 73)

1. Vier Dreiecke bilden das Tetraeder oder die Pyramide
2. Acht Dreiecke das Oktaeder
3. 20 Dreiecke das Ikosaeder
4. Sechs Vierecke (Quadrate) das Hexaeder oder den Würfel
5. Zwölf Fünfecke schließlich das Dokaeder



**Abb. 3: Vollkommene und reguläre Kongruenz:** Bildung der fünf räumlichen Weltfiguren (platonische Körper) aus den regulären Figuren jeweils der gleichen Art.  
(Bialas 2004: 130)

### 1.4.3 Kepler, die Musik und die Welt

Die Grundlage für Keplers musikalische Harmonielehre ist mit den aus der Kreisteilung hervorgehenden regulären Figuren mathematischer Natur. Die empirische Erfahrung des Hörens spielt für Kepler eine wichtige Rolle. Er spannte eine Metallsaite und hat diese für die Erzeugung von Resonanzen an einem Hohlkörper befestigt. Wenn das Gehör Wohlklang empfindet, werden Teilstücke genau ausgemessen (vgl. Kepler: 107ff). Wenn die ganze Saite in solche Teile zerlegt wird, die einzeln unter sich und mit der ganzen Saite konsonieren, liegt eine harmonische Teilung vor (ebd.). Kepler hat durch seine Untersuchungen mit dem Monochord durch das vergleichende Hören die sieben harmonischen Teilungen der Saite innerhalb eines Oktaveraumes bestätigen können (ebd.). Keplers Grundüberlegung zur Musik basiert demnach auf der griechischen Harmonielehre, also auf der Proportionenlehre. So sind etwa die musikalischen Intervalle  $1/2$ ,  $3/5$ ,  $5/8$ ,  $2/3$ ,  $3/4$ ,  $4/5$ ,  $5/6$  nach seiner Ansicht auch weltbildende Verhältnisse, die er mit seinen Berechnungen beweisen wollte (Kepler: 111).

„Ist nicht die Kreisteilung  $1/2$  die einfachste und ursprünglichste, wie auch das musikalische Intervall  $1/2$  die am meisten auffallende und ursprüngliche Oktav bildet“ (Kepler: 21)? Da spielt das Analogiedenken Keplers wieder eine große Rolle, indem er Musik mit Geometrie verbindet und umgekehrt. Folgend spekuliert er weiter und gibt der Aussage einen göttlichen Ursprung: „So hat Gott nicht einmal die Töne ohne Geometrie in die Welt eingeführt“ (ebd.). Kepler ist der Ansicht, dass „das Vermögen, das die harmonischen Verhältnisse aufspürt“ ein „höherer Bestandteil des menschliches Geistes umfasst“ (Kepler: 216).

„Die Dinge zwischen denen harmonische Proportionen entstehen, sind so beschaffen, um als Schöpfung Gottes dem Betrachter zu gefallen. Für das Vermögen, die Harmonie zu erkennen, kommen allein Seele und Vernunft in Frage. Indem sich Konsonanzen am Kreis herleiten lassen, muss auch die Natur, die sich durch Harmonien auszeichnet, an der Ratio teilhaben“ (ebd.).

Nach Kepler erscheinen diese Harmonien nicht in äußerer Form, sondern sie werden erst durch das Sehen der geometrischen Figuren und durch das Hören der Klänge sinnlich wahrgenommen (ebd.). „Das Sehen bezieht sich auf einen Gegenstand *im Sein*, das Hören auf einen solchen *im Werden*. Der Blitz geht dem Donner voran, obwohl der Ursprung beider derselbe ist. Das Sehen erfolgt in einem einzigen Moment, während das Hören in der Zeit geschieht“ (ebd.). Ferner trägt jedes Geschöpf das Prinzip der Bewegung in sich selbst und ist dabei im Besitz von Vernunft oder Instinkt. Nach Kepler sind die Geschöpfe in ihrer Wesenheit harmonisch beschaffen, nicht weil sie sich bewegen, sondern weil sie Abbilder Gottes sind („*exemplaria die*“) (vgl. Bialas 2004: 131). Die Vernunft kann äußere Dinge frei

gestalten. Diese Freiheit ist jedoch den Naturgesetzen unterzuordnen (ebd.). Die Himmelsbewegungen bringt Kepler wieder mit den Proportionen und Musik in Verbindung:

„Es sind also die Himmelsbewegungen nichts anderes als eine fortwährende mehrstimmige Musik (durch den Verstand, nicht das Ohr faßbar), eine Musik, die durch dissonierende Spannungen, gleichsam durch Synkopen und Kadenzen hindurch (wie sie die Menschen in Nachahmung jener natürlichen Dissonanzen anwenden) auf bestimmte, vorgezeichnete, je sechsgliedrige (gleichsam sechsstimmige) Klauseln lossteuert und dadurch im unermeßlichen Ablauf der Zeit unterscheidende Merkmale setzt. Es ist daher nicht mehr verwunderlich, daß der Mensch, der Nachahmer seines Schöpfers, endlich die Kunst des mehrstimmigen Gesanges, die den Alten unbekannt war, entdeckt hat“ (Kepler: 315).

#### **1.4.4 Kepler, Pythagoras und Platon**

Johannes Kepler knüpft an seine Vorreiter Pythagoras und Platon in zweierlei Weise an.

Einerseits suchte er nach Zahlengesetze in der irdischen Welt und andererseits wusste er von Platons Ideenlehre, wenn er in dem 4. Buch der Weltharmonik schreibt: „Eine geeignete Proportion in den Sinnendingen auffinden heißt die Ähnlichkeit der Proportion in den Sinnendingen mit einem bestimmten, innen in der Seele vorhandenen Urbild einer echten und wahren Harmonie aufdecken, erfassen und ans Licht bringen“ (Kepler: 206). Diese Urbilder und transzendenten Ideen haben für ihn auch einen höheren Stellenwert, als die in der irdischen Natur in Form von Zahlen vorhandenen Abbilder, wenn er fortsetzt mit den Worten:“... daß aber diese Proportion harmonisch ist, bewirkt die Seele durch die Vergleichung mit ihrem Urbild. Die Proportion könnte nicht harmonisch genannt werden, sie besäße keinerlei Kraft, die Gemüter zu erregen, wenn dieses Urbild nicht wäre“ (Kepler: 207).

Für das Zustandekommen von Harmonie lassen sich bei Kepler drei wesentliche Punkte erkennen (Kepler: 203):

1. Zwei sinnliche Dinge gleicher Art und in quantitativer Form müssen vorhanden sein und miteinander vergleichbar sein. Quantitäten entsprechen nicht abstrakten Formen, sondern sind konkret auf Dinge bezogen
2. Sinnliche Dinge werden in das Innere des Menschen aufgenommen. Eine bestimmte Form der Wahrnehmung muss verantwortlich sein
3. Geeignete Proportionen zwischen den Dingen, die als harmonisches Verhältnis erkannt werden, definieren und begründen

Kepler unterscheidet zwischen „sinnlichen“ und „reinen Harmonien“. Die sinnlichen Harmonien sind zahlreich, aber ungenau. Hingegen sind die reinen stets ein und dieselben (Kepler: 202ff).

Die sinnlichen Harmonien ergeben sich durch die oben erwähnten zwei Punkte. Bei den reinen Harmonien sind die Bestandteile schon zuvor der Seele präsent. Sie sind also keine Abbilder, wie bei den sinnlichen Harmonien, sondern Urbilder selbst. Da die Seele aber das spontane Element ist um Harmonie auffindbar zu machen, könne man die Seele selbst als Harmonie bezeichnen. Hier schließt Kepler wieder sehr an Platon an (vgl. Bloch 1979: 92).

### **1.4.5 Marin Mersenne**

Marine Mersenne (1588-1648) fasst den Begriff „,Harmonie‘ sehr weit, bezieht also alles ein, was irgendwie durch eine gesetzmäßige Ordnung in einem wohlproportionierten Verhältnis zueinander steht“ (Vendrix 2004: 40).

„...es gibt nichts Nützlicheres in der ganzen Arithmetik als diese (Zahlen-)Verhältnisse der Musik (raisons)“ (Mersenne, zit. n. Ludwig 1934: 20) Zur Untersuchung der Intervallverhältnisse verwendete er ein Monochord mit variablen, verschiedenen Gewichten auf den Saiten und kam zur folgenschweren Erkenntnis der „harmonischen Obertöne“, wie er sie selbst bezeichnete. Demnach gibt es Partialtöne oder Teiltöne des Grundtons, die in einem ganzzahligen vielfachen Verhältnis zu diesem erklingen. Mersenne begriff Töne als Luftschwingungen und physikalisches Phänomen. Ludwig (1934) zitiert Mersenne aus der „*Traité de l'Harmonie universelle*“, der mit Bedauern feststellt, dass Musik die wichtigste ihrer beiden Eigenschaften verloren hat, nämlich diejenige: „die kein anderes Ziel hatte, als unsere Seele zu der glückseligen Vereinigung mit dem Urbild und Urquell der Dinge durch die Betrachtung ihrer unsterblichen Gedanken zu erheben“ (vgl. ebd.: 21). Musik werde nur mehr als einen sinnlichen Teil betrachtet, die sittliche Kraft der Musik aber verkannt und nur zur Wollust benützt (vgl. ebd.: 21).

Im 7. Buch und der „*Harmonie universelle*“ beschreibt er eine Weltharmonie (Harmonie du monde) und von allen Beziehungen, die sich überhaupt nur im Weltall herstellen lassen. Für Mersenne ist Musik ein wesentlicher Bestandteil um den Kosmos aufrechtzuerhalten, da sie Menschen „*l'excellence, et la grandeur de l'ouvrier*“ offenbart (Vendrix 2004: 40 / *Preludes*, 1634).

Mersenne beschäftigte sich mit der Frage, wie denn Musik wahrgenommen werden kann. Ist es der Verstand oder sind es die Sinne? „Die Musik kann die Perspektive des Gehörs genannt werden, ebenso wie die Perspektive als Musik des Auges bezeichnet werden kann“ (Mersenne, zit. n. Ludwig 1934: 24f). Anscheinend versucht Mersenne hier die Lehre von der mathematischen Perspektive um 1500 auf die Musik anzuwenden. Leider führt er diesen Gedanken nicht näher aus (ebd.: 25). Nach Mersennes Auffassung ist sowohl Musik angenehm (*agréable*), als auch eine Wissenschaft (*science*), und ein Mensch kann sie erst richtig beurteilen, wenn er zugleich die Musikalität und die theoretischen, praktischen Kenntnisse besitzt. Ferner ist er der Meinung, „dass es nicht möglich ist, dass ein Mensch urteile, die Dissonanzen seien besser und angenehmer als die Konsonanzen, und die schlechten Konzerte seien besser als die ausgezeichnetsten, weil er sich die schwierigen (Zahlen-)Verhältnisse nicht leichter vorstellen kann als diejenigen, die sehr einfach sind“ (Mersenne, zit. n. ebd.: 25). Dabei kommt er aus rein mathematischen Gründen zu dieser Überzeugung.

## **1.5 Aufklärung**

### **1.5.1 Gottfried Wilhelm Leibniz und Harmonie**

Bei Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) findet sich nach Haase (1963) „eine Idee einer Weltenharmonie mit Musikgrundlagen“ (Haase 1963: 17). Haase führt zwei lateinische Briefe von Leibniz an, die an den russischen kaiserlichen Rat der Justiz Chr. Goldbach vom 12.4. und 6.10. 1712 gerichtet und in diesem Zusammenhang von Bedeutung sind (ebd.: 29). Im ersten Brief betont Leibniz, dass die musikalischen brauchbaren Intervalle aus den Proportionen der Zahlen 1, 2, 4 und 5 oder deren Vielfachen gebildet werden. Jedoch vertritt er auch die Ansicht, dass es möglicherweise Lebewesen mit feineren musikalischen Empfinden geben könnte, die Intervalle mit der Zahl 7 auch als hörbar wahrnehmen. Unmöglich erscheint ihm dies aber bei den Primzahlen 11 und 13 (ebd.: 29f, vgl. auch Leisinger 1994: 23ff). In diesem Brief findet sich auch der bis heute, besonders in der Musikwissenschaft berühmt gewordene Satz, worin die „Musik als geheime arithmetische Übung des unbewusst zählenden Geistes“ zum Ausdruck gebracht wird. Leibniz setzt einen besonderen Akzent auf das Wort „unbewusst“ und wendet sich gegen die Cartesianer sowie gegen Locke und Bayle, die der Seele nur bewusste Verrichtungen zuordnen (ebd.: 30).

Leibniz gibt der Musik ein psychologisches Fundament. Er verbindet sie ebenso mit Mathematik und argumentiert gegen Kepler, worin Harmoniegesetze nur durch Arithmetik in ganzen Zahlen abgeleitet werden können (ebd.: 30). Leibniz sieht das Konsonanz-Dissonanzverhältnis genauso natürlich wie das Verhältnis von Licht und Schatten (ebd.: 31). Im zweiten Brief beschäftigt sich Leibniz mit der Temperierung und findet die 12-stufige Tonleiter völlig ausreichend. Dabei beruft er sich auf Aristoxenes. Die Diskussion über das Temperierungsverfahren war anscheinend damals noch nicht beendet (ebd.).

### **1.5.2 Leibniz, Zahlen und die Pythagoräer**

„Dass die Wesen der Dinge den Zahlen gleich sind“ (Leibniz, zit. n. Haase 1963: 42).

Leibniz identifiziert sich wörtlich mit der von Aristoteles wiedergegebenen Ansicht der Pythagoräer: „Die Zahl ist das Wesen der Dinge“ (zit. n. Haase 1963: 42). Leibniz schrieb eine Abhandlung über ein dyadisches Zahlensystem. Ein System aus zwei Ziffern 0 und 1. Ein Sinnbild für Schöpfung einer Realität (=1) aus dem Nichts (=0). Er korrespondierte mit dem Jesuitenpater Bouvet in Peking und sah eine Verbindung zwischen dem dyadischen System und den Hexagrammen des chinesischen I-Ging, das ebenso aus zwei Symbolen: (-) und (- -) besteht (vgl. ebd.: 40).

Weitere ähnliche Gedankengänge hatte er in seiner Schrift „Ars Combinatoria“, indem er den einzelnen Zahlen 1-4 verschiedene Eigenschaften zusprach:

Eins: als Einheit

Zwei: Entzweiung, Widerstrebendes, Dissonanz

Drei: Versöhnung, im Prinzip der Trinität

Vier: als erste Quadratzahl gelten die Diagonalen als widerstrebend

Diese Gedankengänge erinnern wiederum sehr an die pythagoräischen Interpretationen, wobei Zahlen nicht nur Quantitäten sind, sondern auch einen individuellen Charakter besitzen. Kombinatorik bedeutet für Leibniz Einblick in den Bauplan des Weltschöpfers und gibt den Zahlen hiermit eine metaphysische Bedeutung (Haase 1963: 44).

### **1.5.3 „Prästabilierte Harmonie“**

Ein berühmt gewordener Gedanke von Leibniz ist der der „prästabilierten Harmonie“. Er sollte als Lösungsvorschlag des Leib-Seele Problems dienen:

„Dies System bewirkt, dass die Körper so handeln, als ob es- das Unmöglich angenommen - keine Seelen gäbe, und dass die Seelen so handeln, als ob es keine Körper gäbe, beide aber in der Weise handeln, als ob eins auf das andere einwirkte“ (Leibniz, zit. n. Haase 1963: 47f).

Zum besseren Verständnis stellt Leibniz ein Analogiebeispiel zur Betrachtung von zwei Uhren, die vollständig übereinstimmend gehen, ohne doch im Mindesten miteinander verbunden zu sein (vgl. ebd.: 48). „Die Harmonie zwischen Körper und Seele und zwischen den Teilen, aus denen sich das Ganze der Welt zusammensetzt, muss nicht erst hergestellt werden, sondern ist von allem Anfang an festgelegt worden“ (Liessmann 2009: 26).

Im Gegensatz zur Idee der prästabilierten Harmonie zwischen Körper und Seele oder dem Prinzip der Einheit in der Mannigfaltigkeit findet Leibniz' Satz des zureichenden Grundes („Keine Wirkung kann ohne eine bestimmte Ursache erfolgen“) im 18. Jahrhundert häufiger Eingang in die musiktheoretischen Auseinandersetzungen (Leisinger 2003: 1513).

## **1.6 Romantik**

### **1.6.1 Goethe und das Zeitalter der Romantik**

Im Zeitalter der Romantik ist man im erkenntnistheoretischen Gebiet vorwiegend analytisch orientiert. Dabei entwickelte sich ein neuer Systembegriff und zwar die Newtonsche Physik. Die materielle Wechselwirkung wurde zur Voraussetzung für die Existenz von Systemen. Man betrachtete nicht mehr im „Ganzen“, sondern forschte nach den einzelnen Teilen, wie Newtons „Zerteilung“ des Lichtes in den prismatischen Farben. Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832) ist im Gegensatz ein Verfechter der „Einheit“ der Dinge und Gegner von Newton. Er kritisiert Newtons Farbenlehre in der Hinsicht, dass ein physikalisch, abgeleitetes Phänomen, wie das der prismatischen Erscheinungen des Lichtes nunmehr als harmonisches Gesetz und Fundament der Malerei gesehen wird. Es ist nur ein einzelner Fall, „der viel weiter ausgebreiteten, mehr umfassenden, tiefer zu begründenden harmonischen Farbenercheinungen“ (Borchmeyer 2002: 420). Goethe ist von einer höheren allgemeinen Harmonie überzeugt, unter deren Gesetze auch dieses Phänomen des Prismas steht. Auf

Diderots Aussage von 1798: „ Der Regenbogen ist in der Malerei was der Grundbass der Musik ist“, antwortete er:

„Der Regenbogen (...) ist so wenig Generalbaß der Farben, als ein Durakkord der Generalbaß der Musik ist; aber weil es eine Harmonie der Töne gibt, so ist ein Durakkord harmonisch. Forschen wir aber weiter, so finden wir auch einen Mollakkord, der keineswegs in dem Durakkord, wohl aber in dem ganzen Kreis musikalischer Harmonie begriffen ist“ (zit. n. Borchmeyer 2002: 420).

Ferner kritisiert er den Aufbau der physikalischen Experimente, die weit abgesondert vom Menschen passieren. Der Mensch ist mit seinen Sinnen „der größte und genaueste physikalische Apparat“ (ebd.). Im Gegensatz können die künstlichen Instrumente die wahre Natur nicht erkennen. Die Frage was Natur oder Künstliches ist, lässt sich nach Goethe nicht mehr entscheiden:

„Alle Künste (...) kommen mir vor wie Städte, deren Grund und Boden, worauf sie erbaut sind, man nicht mehr entziffern kann. Felsen wurden weggesprengt, eben diese Steine zugehauen und Häuser daraus gebaut.“ (...) „Wenn das nun alles fertig und bewohnbar ist, was lässt sich nun als Natur und was als Kunst ansprechen“ (zit. n. Borchmeyer 2002: 422)?

### 1.6.1.1 Goethes Tonlehre

Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832) verfasste um 1810 die Skizze zu einer „Tonlehre“. Leider blieb diese nur im Gegensatz zu seiner „Farbenlehre“ fragmentarisch. Die Tonlehre gründet auf Goethes Auffassung der „Ganzheit“ und „ganzen Erfahrung“. So etwa versuchte er „die Gesetze des Hörbaren“ nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ zu erfassen. Claus Canisius sieht Goethes Auseinandersetzung mit der Musik als „Neuordnung der mittelalterlichen Musikanschauung“ (Canisius 1998: 12). Goethe teilte wie Boetius die Musik in drei Abteilungen (Goethe 1810), in die:

1. organische (Subjektiv) Musik wird erzeugt, „indem sich aus und an dem Menschen selbst die Tonwelt offenbart“ und sie muss eine „sittlich-sinnliche Begeisterung“ hervorrufen
2. mechanische (Gemischt) Musik liegt dann vor, wenn ein „gesetzlicher Ton durch verschiedene Mittel hervorgebracht“ wird. (Instrumente)
3. mathematische (Objektiv) Musik erscheint dann „indem an den einfachsten Körpern außer uns die ersten Elemente des Tons dargestellt und auf Zahl-Maßverhältnisse reduziert werden“ (Monochord) (vgl. Goethe 1810).

Die organische Musik (Subjektiv) ist nach Canisius das Pendant zur mittelalterlichen Anschauung der „musica humana“ und steht bei Goethes Tonlehre an erster Stelle. Demgegenüber befindet sich die die mathematische Musik (Objektiv) und ist wiederum nach Canisius mit der „musica mundana“ gleichzusetzen. Die mechanisch- gemischte Musik repräsentiert die „musica instrumentalis (vgl. Canisius 1998: 13ff). Diese steht bei Goethe in der Mitte und nicht mehr wie im Mittelalter an letzter Stelle. Das Subjekt, der Mensch mit seinen Sinnen ist im Vordergrund. Newtons Optik ist für Goethe eine Farbenlehre für Blinde, da die Farben, dem Licht objektiv zugehörig und unabhängig vom Auge entstehen. Ebenso negativ beklagt Goethe die physikalische Akustik als Tonlehre für Taube (Borchmeyer 2002: 423).

Wie oben schon erwähnt ist dieser von einer allgemeinen Harmonie überzeugt und geht von einem Urtypus der Dinge aus. In seiner Tonlehre ist dieser Urtypus die „Tonmonade“. Diese Ansicht stützt sich zur Differenzierung von Dur und Moll auf die organische Metamorphose, also mehr auf die Gebiete der Biologie als auf die Mechanik. Nach Goethe entsteht das Tongeschlecht Dur, wenn sich die Tonmonade ausdehnt, wenn sie sich jedoch zusammenzieht, erklingt das Moll. Dieses Ausdehnen in Dur und Zusammenziehen in Moll hat nach Goethe auch die gleiche Wirkung auf den Menschen. Dur treibt ihn zur Tätigkeit und in die Weite und bei Moll, zieht sich er sich zusammen und kehrt zur „allerliebsten Wehmut“ (ebd.) Goethe bekannte sich als Dur-Moll Dualist. Dur und Moll haben für ihn den gleichen Stellenwert: In einem Briefwechsel mit dem Musikerfreund Carl Friedrich Zelter hielt dieser den Moll-Dreiklang, die kleine Terz, als ein künstliches Phänomen des Dur-Dreiklangs, der großen Terz. Goethe hingegen protestierte, da er die kleine Terz genauso als naturgegeben und nicht als künstliches Produkt ansah (vgl. Borchmeyer 2002: 422). Ferner kritisierte er Zelter dahingehend, dass dieser harmonische Verhältnisse mechanisch mit einer Saite bestimmen wollte:

„Wahrhaftig eine Darm- und Drahtsaite steht nicht so hoch, daß ihr die Natur allein ausschließlich ihre Harmonien anvertrauen sollte. Da ist der Mensch mehr wert, und dem Menschen hat die Natur die kleine Terz verliehen, um das Unnennbare, Sehnsüchtigste mit dem innigsten Behagen ausdrücken zu können.“ ( zit. n. ebd.: 422)

Goethe sieht klangliche Gegebenheiten als Verhältnisse. Akkorde sind Hauptverhältnisse und stehen voneinander entfernt. Skalen sind Zwischenverhältnisse, die den Raum zwischen den Hauptverhältnissen „bis zu einer Art Stetigkeit“ (Goethe 1810) ausfüllen. Auf den Stufen der Skala schreitet der Grundton „bis er sich selber wiederfindet“ (ebd.) zur Höhe und zur Tiefe fort. Dies Verhältnis zweier Töne ist für die Goethe die „Oktave“. Ebenso hat der Klang als

Element der Musik, wie die Farbe als Element der Kunst, sittliche Wirkung auf den Menschen (ebd.).

### **1.6.2 Hugo Riemann (1849- 1919)**

Hugo Riemann, einer der bedeutendsten Persönlichkeiten der Musikwissenschaft, versuchte in seinen Lebensjahren eine Vereinigung aller musikalischen Formen und Theorien zu schaffen. (Wahrnehmungspsychologie, Erkenntnis- und Musiktheorie, Systematik, Geschichte, Enzyklopädie, Philologie, Interpretation und Pädagogik) (vgl. Rathert 2005: 68). Er war immer der Überzeugung, dass diese Einheit in sich besteht und stellte sie als Voraussetzung seiner riesigen Forschung (vgl. ebd.). Riemann war ein Verfechter der Ansicht, dass der Dreiklang und somit die abendländische Harmonik auf naturgegebene Tatsachen beruhen (vgl. Amon 2005: 270). Er hoffte mit den Erkenntnissen der akustischen Forschung von Helmholtz und der Tonpsychologie von Stumpf (er beschrieb den Konsonanzbegriff als die Fähigkeit zweier Töne zu einer Einheit zu verschmelzen; der Dreiklang ist demzufolge ein Endprodukt aus der Verschmelzung zweier Terzen) objektive Gesetzmäßigkeiten des abendländischen Tonsystems zu finden (vgl. Rathert 2005.: 68ff). Stumpfs empirische Forschung und deren Ergebnisse waren für Riemann eine Enttäuschung (vgl. Riemann 1916: 2). Er hatte eindeutige Erkenntnisse erhofft, mit Hilfe derer Konsonanz und Dissonanz klar unterschieden werden kann.

„Die Hoffnung, daß Stumpf die Fundamentierung der Musiktheorie vom physiologischen Gebiete auf das psychologische überführen würde, hat sich nicht erfüllt, und noch mehr als bei Helmholtz erscheint bei Stumpf das musikalische Hören als ein physisches Erleiden. Die von mir schon 1873 geforderte 'logische Aktivität' des Musikhörens spielt in seinen Arbeiten keine Rolle.“ (Riemann 1916: 2)

Dennoch beeinflusste ihn die Tonpsychologie von Stumpf in der Hinsicht, dass er die Grundlage der Musik nicht in der wirklichen erklingenden Musik, sondern in dem Bewusstsein („Tonphantasie“) vorgestellter Tonverhältnisse des schaffenden Künstlers und des Rezipienten sah (vgl. Riemann 1914/1915: 2). Überdies brachte er die theoretische und praktische Dimension in der Musik auf einen Nenner: „Tonale, harmonische und metrische Antithesen besaßen für ihn eine Analogie in biologischen Vorgängen des Musizierens, die periodisch oder zyklisch verlief (etwa der Atemvorgang)“ (Rathert 2005: 70).

## **Funktionstheorie** (vgl. Riemann 1893)

Hugo Riemann hat im Zuge seiner Forschung die so genannte Funktionstheorie entwickelt. Die Theorie beschreibt die Bedeutung von Harmonien innerhalb der Dur-Moll-Tonalität in Haupt- und Nebenfunktionen. Tonika (T), Dominante (D) und Subdominante (S) werden nicht als spezifische Anordnungen begriffen, die Klänge durch ihre harmonische Verbindung zueinander bekommen. Nach Riemann sind T-D-S Funktionen, die Klänge ganz unabhängig von ihrem tonalen Verhältnis haben. Diese werden in dieser Verbindung bestenfalls als solche klar erkannt. Die Dreiklänge werden von Riemann gar nicht harmonisch gefasst. Er sieht den Dreiklang, wie oben erwähnt, als naturgegebenes Produkt der Stufenabstände in der diatonischen Tonleiter.

## **1.7 Das 20. Jahrhundert**

### **1.7.1 Arnold Schönberg und die Theorie der „Emanzipation der Dissonanz“**

Die Harmonie ist für Schönberg kein Produkt vom Einhalten strenger Zahlenverhältnisse oder Regeln. In einem Brief an Ferruccio Busoni schrieb er 1909: „Weg von der Harmonie, als Cement oder Baustein einer Architektur“ (Theurich 1977: 170ff). Sie ist „Ausdruck und nichts anderes“ (ebd.). Schönberg entfernt sich von der Entwicklung längerer, immer in Modulationen ausgedehnteren, ausschweifende Kompositionen. „Meine Musik muss kurz sein. Knapp! In zwei Noten: nicht bauen, sondern ‚ausdrücken‘!!“ (ebd.) Schönberg sah dabei der Tatsache ins Auge, dass Gegensätze für sich allein stehen können und nicht unbedingt als stilisierte Verbindung zur Harmonie bestehen müssen. Musik könne nicht mit richtigen Zahlenverhältnisse, wie bei Boetius noch angenommen, ein einziges Gefühl des Menschen hervorbringen. „Man hat tausende auf einmal. Und diese tausend summieren sich sowenig, als Äpfel und Birnen sich summieren. Sie gehen auseinander“ (ebd.). Schönberg erklärte die Anwendung der Begriffe Schönheit und Gefühl für „nutzlos“ eine Komposition zu bewerten. (Schönberg 1954: 189). „Die ‚Gefühlsästhetik‘ würde uns zur Unzulänglichkeit veralteter Ästhetik zurückbringen“ (ebd.): Auf die Ästhetik der Antike bis in die Renaissance. (siehe Kapitel Antike bis in die Renaissance)

## **Die Theorie von der Emanzipation der Dissonanz**

Arnold Schönberg empfand Dissonanzen als entferntere Konsonanzen in der Obertonreihe. Er bestreitet zwar nicht, dass „die Ähnlichkeit mit dem Grundton bei entfernteren Obertönen graduell abnimmt“, dennoch ist er der Ansicht, dass „deren Faßlichkeit der Faßlichkeit der Konsonanzen gleicht“(Schönberg 1954: 189).

„Was Dissonanzen von Konsonanzen unterscheidet, ist nicht ein größerer oder geringerer Grad von Schönheit, sondern ein größerer oder geringerer Grad von Verständlichkeit (...) Der Ausdruck ‚Emanzipation der Dissonanz‘ bezieht sich auf die Verständlichkeit, die der Verständlichkeit der Konsonanz gleichgesetzt wird. Ein Stil, der auf dieser Voraussetzung beruht, behandelt Dissonanzen wie Konsonanzen und verzichtet auf ein tonales Zentrum“ (Schönberg 1975: 104f).

### **1.7.2 Polemik zwischen Gottfried Weber und Schönberg: „Harmonie“ und „harmoniefremder“ Ton**

Den Begriff Harmonie begreift der Musiktheoretiker Gottfried Weber (1779- 1839) als Zusammenklang, der ohne melodische Motivation als Akkord gesetzt werden kann, wie zum Beispiel als Dreiklänge und Septakkorde (vgl. Dahlhaus 1978: 149ff). Ebenso umfasst der Begriff auch die Verkettung und den Zusammenhang zwischen den Akkorden. Die Dissonanz ist für Weber erst dann harmonisch, wenn sie einen Wechsel eines anderen Akkords einleitet und so einen harmonischen Fortgang bewirkt. Wenn dies nicht geschieht, also „nur“ Vorhalt oder Durchgang ist, so gilt die Dissonanz als „harmoniefremd“, wie er es bezeichnet. In diesem Falle trägt sie nichts zur harmonischen Entwicklung bei und hat keinerlei Einfluss, ein „ornamentaler Zusatz“, sonst nichts (vgl. Dahlhaus 1978: 149ff). Schönberg dagegen analysierte nach dieser Behauptung Webers einige Durchgänge in einem Choralsatz von Bach und wollte beweisen, dass diese eine musikalische Funktion erfüllen. Er fasste die Durchgänge als Unterbrechung monotoner Wiederholungen des Tonika - Akkords auf, die die Subdominante andeuten (vgl. Schönberg 1911: 386).

Arnold Schönberg war gegen diese Aufspaltung eines Tonsatzes, indem man versuchte, wie Gottfried Weber es tat, gewissen Tönen oder Akkorde mehr Zuspruch oder musikalischen Zweck aufzuoktroieren als anderen. Jeder Ton, soll nach Schönberg sowohl harmonisch oder auch melodisch-polyphon als gleichberechtigt bestehen.

## **Akkorde als Motive?**

Nach und nach entstand der Gedanke bei Schönberg Akkorde können analog zu Tonfolgen auch Motive sein. „Dies beobachtete ich“, schrieb Schönberg, „sogar vor der Einführung von Grundgestalten, zur Zeit, als ich ‚Pierrot lunaire‘, ‚Die glückliche Hand‘ und andere Werke komponierte. Töne der Begleitung kamen mir oft wie gebrochenen Akkorde in den Sinn, mehr aufeinanderfolgend als gleichzeitig, in der Art einer Melodie“ (Schönberg 1954: 189f)

Durch das von Schönberg entwickelte Prinzip der Dodekaphonie, der „Komposition mit zwölf nur aufeinander bezogenen Tönen“ (ebd.) soll ein Zusammenhang zwischen den Motiven erreicht werden. Die Schwierigkeit bestand dabei emanzipierte Dissonanzen sinnvoll in Beziehung zu stellen. Da der Akkord als Motiv begriffen wird, sieht Schönberg die Fortschreitung in der Dodekaphonie als sekundär. Er wendet sich also von der Harmonie im traditionellen Sinne ab, da harmonische Fortschreitungen immer auf einem Fundament beruhen. Außerdem kann nach Schönberg „eine Wertung struktureller Funktionen“ (ebd.) seitens der Kritiker nicht stattfinden. Jedoch war er überzeugt, dass es einmal eine Theorie geben wird, die Regeln von dieser Komposition ableiten (ebd: 190). Durch Schönbergs Idee Akkorde als harmonisches Motiv zu behandeln wurde das Problem der Folgenlosigkeit der emanzipierten Dissonanz zwar geschwächt, aber nicht aufgehoben.

## 2. Konsonanz und Dissonanz

Dieses Kapitel geht systematisch auf das Konsonanz-Dissonanz Verhältnis ein. Das Wort Konsonanz bedeutet ursprünglich „Zusammenklingen“ (Terhardt 1976/77: 122). Die Vorsilbe „kon ...“ heißt in der Regel soviel wie „zusammen, zusammenhängend, in enger Beziehung stehend“ (ebd.). Ferner wird Konsonanz als Wohlklang bezeichnet (Ebeling 2009: 499). Dissonanz heißt „Auseinanderklingen“ und wird als Missklang bezeichnet (ebd.). Viele Theoretiker sprechen auch von Dissonanz, wenn dieser Wohlklang gestört wird. Dabei entwickelten sich sogenannte Störtheorien wie beispielsweise bedeutende Theorien von Helmholtz, Plomp und Levelt mit verschiedensten Phänomenen, die für Dissonanz verantwortlich sein sollen.

Nach Terhardt beschreibt der Begriff „Musikalische Konsonanz“ „diejenigen besonderen Beziehungen, welchen zwischen musikalischen Tönen bestehen können“ (Terhardt 1976/77:122). Konsonanz und Dissonanz kommen aber nicht nur bei musikalischen Klängen vor. Alle Töne, Klänge und Geräusche können für das Gehör entweder rauh oder angenehm klingen (ebd.). Der Grad des Wohlklanges eines Schalls ist abhängig von dessen Stärke, Zeitstruktur und Frequenzspektrum (ebd.). Nach Terhardt gibt es also eine Wohlklangempfindung, welche nicht musikspezifisch ist, sondern mit fundamentalen Wahrnehmungskriterien zusammenhängt (vgl. ebd.). Sie wird als Sensorische Konsonanz bezeichnet (ebd.). Diese wird von insgesamt vier psychoakustischen Empfindungsgrößen beeinflusst: Hohe Rauigkeit, Schärfe und Lautheit verringern den sensorischen Wohlklang, Klanghaftigkeit verstärkt den sensorischen Wohlklang (vgl. Ebeling 2005: 501). Die Klanghaftigkeit eines Schallsignals ist umso höher, je mehr periodische Anteile in ihm enthalten sind. Diese werden vom Ohr als Tonhöhen wahrgenommen. Nach neueren Erkenntnissen geht man davon aus, dass die Schallverarbeitung sowohl durch die Spektralanalyse als auch die Periodizitätsanalyse stattfindet. Nähere Abläufe dieser Analysen werden in diesem Kapitel besprochen und am Ende verglichen.

Die musikalische Konsonanz ist nach Terhardt das Zusammenwirken von Sensorischer Konsonanz und Harmonie (Terhardt 1976/77:122). Das harmonische Empfinden spielt für die dur-molltonale Musik eine große Rolle. Dieses Empfinden beruht auf die generelle Bevorzugung bestimmter Intervalle und ist außerdem die Grundlage tonaler Beziehungen, welche die gesamte Musik beherrschen (vgl. ebd.: 122). Von Terhardt werden insgesamt 4

Prinzipien besprochen: das Prinzip der Tonverwandtschaft, der Kompatibilität von Melodien und Akkorden, der Grundtonbezogenheit von Melodien und Akkorden und der Tonalität.

Im Bezug auf die Harmonik sieht Arnold Schönberg Dissonanz, als entfernte Konsonanz der Obertonreihe. Die Schönberg'sche Sicht findet Anklang bei dem Musikwissenschaftler Jobst P. Fricke, der Dissonanz als Eigenschaft der Konsonanz in der musikalischen Praxis beweisen konnte. Es sind demnach unbedingt noch zwei Aspekte des Konsonanz/Dissonanzbegriffs zu beachten: die Sonanz und die musikalische Funktion (Eberlein 1994: 478f). Die Sonanz ist unabhängig von der musikalischen Akkulturation. Sie beschreibt einen stationären Klang nach deren Eigenschaften. Konsonanz prägt demnach eine bestimmte Weichheit und führt zu einer Verschmelzung des Klangs. Dissonanz hat eine gewisse Herbheit und führt zur Rauigkeit eines Klangs. Die musikalische Funktion ist jedoch kulturell abhängig. Die bestehenden Konsonanztheorien berücksichtigen nach Fricke nur die Sonanz und lassen die musikalische Praxis außen vor. Fricke (2009) untersucht „Störfaktoren“ wie die durch Schwebung entstehende Rauigkeit im musikalisch, praktischen Kontext und kann dabei beweisen, dass diese Schwebungen, beispielsweise die beim Spielen des *Vibrato* entstehen, genau zum Wohlklang beitragen. Der Mensch toleriert nämlich gewisse Verstimmungen und diese machen auch konsonante Klänge aus. Wenn man eine synthetisierte Melodie aus genau mathematisch -berechneten Schwingungsverhältnissen hört, ist sie realitätsfremd, denn sie ist logischerweise etwas ganz anderes, als wenn man zum Beispiel einem Streichquartett lauscht. Dennoch wird mit diesen computergenerierten Klängen in Laborsituationen experimentiert (ebd.). Daraus stellt sich die Frage, warum Menschen Verstimmungen tolerieren (können). Das Gehirn macht dabei eine so genannte Autokorrelationsanalyse, eine im theoretischen Gebrauch punktgenaue, mathematische Analyse der Schwingungsverhältnisse, mit dem einzigen Unterschied, dass das Gehörorgan sowie das Gehirn eine gewisse Unschärfe erlauben (vgl. ebd.). Ebeling hat dieses neuronale Feuermuster, also die vom Schallsignal entstehenden neuronalen Impulsmuster statistisch – mathematisch ausgewertet und ein Zeitfenster von 0,8 ms errechnet. Das ist genau dieses „Unschärfefenster“, das erklärt, warum man bei konsonanten und dissonanten Klängen Verstimmungen toleriert und sie auch beträchtlich angenehmer findet. (siehe computergenerierte Klänge). Eine andere Theorie besagt, dass bei gleichzeitigem Erklängen von Schwingungen eine Spektralanalyse stattfindet, die aber im Gegensatz zur Autokorrelationsanalyse bei geringfügigen Abweichungen im Gehör zu Hörphänomenen führt, die viele Theoretiker, wie oben erwähnt, als Störfaktoren der Konsonanz betrachtet werden. Diese verschiedenen Vorgänge und Phänomene werden heran

genommen und in Bezug auf die verschiedenen Konsonanztheorien vorgestellt und verglichen.

## **2.1 Konsonanztheorien aufgrund von Rauigkeiten/Schwebungen (Störtheorie der Konsonanz)**

### **2.1.1 Schwebung**

#### **2.1.1.1 Rauigkeitsempfinden durch Schwebung**

Durch das Phänomen der Schwebung kommt es zu einem Klang, der eine Empfindung von Rauigkeit hervorruft. Erklingen zwei Sinustöne in gleicher Lautstärke und haben dazu noch einen geringen Frequenzabstand, so nimmt man statt zweier Töne nur einen Ton mit der mittleren Frequenz beider Töne wahr (vgl. Ebeling 2008: 502). Jener Ton unterliegt langsamen, aber hörbaren Amplitudenschwankungen, wird also langsam wechselnd lauter und leiser (ebd.). Beim Erklingen von zwei gleich lauten Töne, wobei beispielsweise der erste Primärton eine Frequenz von 400, der zweite Primärton 402 Hz hat, hört man einen einzelnen Ton mit 401 Hz. Wenn dieser zweimal pro Sekunde lauter und leiser wird, hat die Schwebung eine Frequenz von 2 Hz. Wenn beide Töne weiter auseinander liegen, kommt es zu größeren Amplitudenschwankungen, die Schwebungsfrequenz erhöht sich soweit, „bis bei weiterer Vergrößerung des Abstands beider Töne aus der schneller werdenden Schwebung allmählich die unangenehme Empfindung der Rauigkeit entsteht“ (Ebeling 2008: 502). Helmholtz (1863/1983) war der Ansicht, dass eine Schwebungsfrequenz von etwa 30 Hz die stärkste Rauigkeit auslöst (vgl. ebd.). Nach Zwicker und Fastl (1999) hängt der Bereich der stärksten Rauigkeit vom Frequenzbereich ab. Sie konnten nachweisen, dass die Rauigkeit erst bei etwa 80 Hz in einem Frequenzbereich über 1 kHz konstant liegt (Zwicker & Fastl 1999: 258).

#### **2.1.1.2 Kritische Bandbreite/Frequenzgruppenbreite**

Zu jeder Tonfrequenz lässt sich eine umgebende Frequenzgruppe zuordnen, „innerhalb dessen ein zweiter Ton liegen muss, so dass man entweder einen schwebenden oder einen rauhen Ton hört (nicht aber zwei Töne)“ (Spitzer 2009: 99). Diese wird auch als *kritische Bandbreite* bezeichnet. Das Rauigkeitsempfinden bezieht sich also auf das Konzept der so genannten Frequenzgruppe. Plomp und Levelt 1965 konnten beweisen, dass Töne, die in dieselbe Frequenzgruppe fallen, Rauigkeit erzeugen. (siehe Kapitel 2.1.3) Die Frequenzgruppenbreite

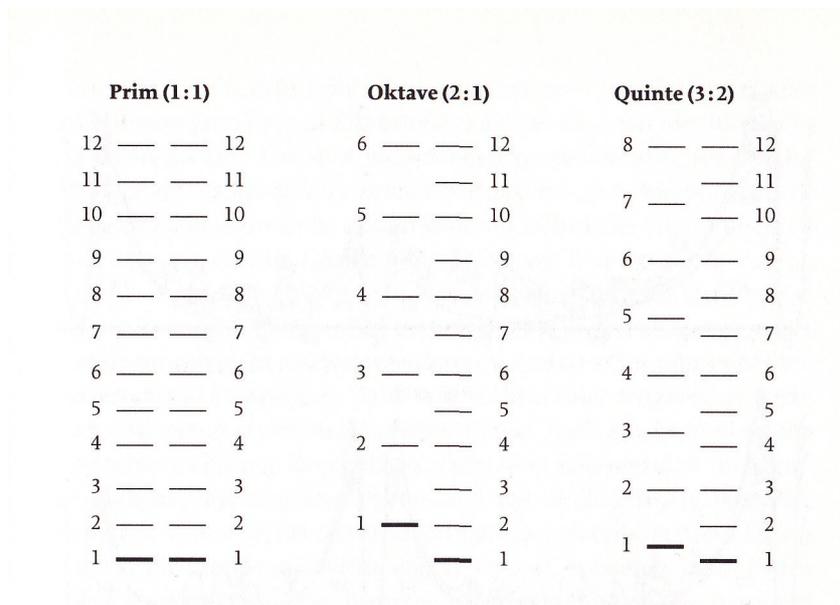
ist in etwa eine Terz. Dementsprechend weisen Intervalle reiner Sinustöne ab der Terz keine Rauigkeit mehr vor (vgl. Ebeling 2008: 503). Im Frequenzbereich der Sekunden zeigen sich die stärksten Rauigkeiten (Zwicker & Fastl 1999) Beachtenswert ist, wie Ebeling (2008) anmerkt, dass die Terzen die Grenze des Rauigkeitsempfindens markieren und auch gleichzeitig als kleinste Intervalle am geeignetsten den Aufbau harmonischer Wohlklänge bestimmen (vgl. Ebeling 2008: 503).

### **2.1.2 Hermann von Helmholtz (1821-1894): Störtheorie der Konsonanz**

„Konsonanz ist eine kontinuierliche, Dissonanz eine intermittierende Tonempfindung“  
(Helmholtz 1896: 307)

Helmholtz (1821-1894) gilt als erster Forscher, der seine Konsonanztheorien mit Experimenten wissenschaftlich und empirisch untermauerte. Er machte die Obertöne eines Intervalls verantwortlich für das Phänomen der Schwebung. Wenn die Obertöne der zwei Primärtöne nicht genau übereinanderliegen, bilden sie Schwebungen.

- Bei einer Prim (1:1) würde jeder Oberton des einen Klangs mit jedem Oberton des anderen Klangs übereinstimmen
- Bei einer Oktave (2:1) würde jeder zweite Oberton des tieferen Klanges mit jedem Oberton des höheren Klanges übereinstimmen; die restlichen Obertöne würden bei der Überlagerung Schwebungen erzeugen.
- Bei einer Quinte (3:2) würde jeder dritte Oberton des einen Klangs mit jedem zweiten Oberton des anderen Klangs übereinstimmen; die restlichen Obertöne würden bei der Überlagerung Schwebungen erzeugen.
- Usw.

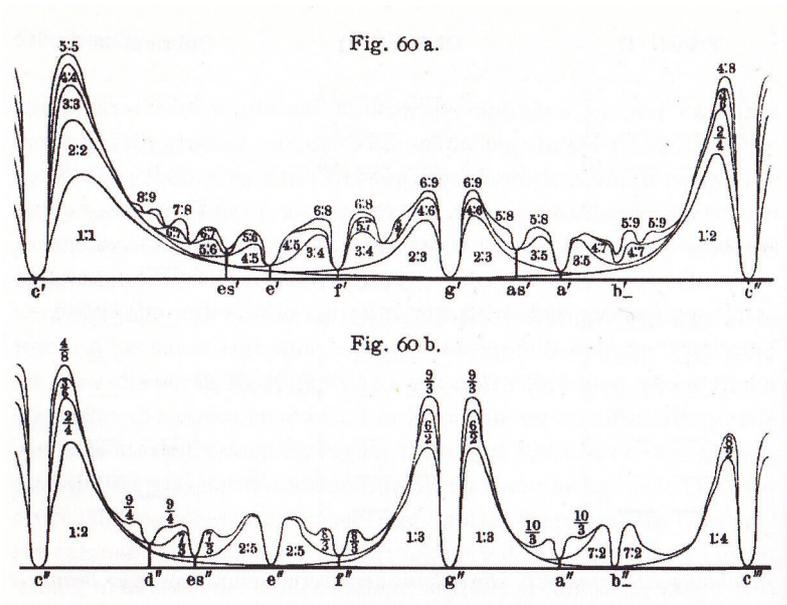


**Abb. 4.: Teilton-Koinzidenzen bei Prime, Oktave und Quint:** „Jeder Primärton besteht aus einem Grundton (Nummer 1, fett) und seinen harmonischen Obertönen. Die regelmäßige Obertonkoinzidenz der Intervalle Prim, Oktave und Quinte kann abgelesen werden“ (Ebeling 2009: 505).

Je einfacher das Schwingungsverhältnis, desto mehr Obertöne fallen zusammen und desto konsonanter das Intervall.

Für den Klang der Geige hat Helmholtz (1863/1986) eine Kurve der Rauigkeiten berechnet, und ging von einer Sägezahnschwingung aus, bei der die Intensität der Teiltöne um  $1/n^2$  abnahm ( $n=1, 2, 3...$  Ordnungszahl der Teiltöne). Korpusresonanzen und dadurch hervorgerufene Unregelmäßigkeiten in der spektralen Hüllkurve<sup>1</sup> wurden von Helmholtz nicht berücksichtigt. Die maximale Rauigkeit nach Helmholtz sind 33 Schwebungen pro Sekunde.

<sup>1</sup> Die Lautstärke oder Amplitude eines Tons in der Zeit wird durch die Hüllkurve beschrieben. Sie beschreibt nicht den Verlauf des Luftdrucks, sondern den Verlauf der Maxima des Luftdrucks. Sie hüllt damit die Tonkurve gewissermaßen ein, was ihr den Namen gab (Spitzer 2002: 39).



**Abb.5.: Kurve der Rauigkeiten für die Intervalle beim Klang einer Geige:** oben: von c' bis c'', unten: Fortsetzung bis nach c''' (Helmholtz 1863/1983: 318)

Zahlen in den einzelnen Hügeln = Teilrauigkeiten der Teiltöne der beiden Klänge

- linke Zahl = Teilton des höheren Klangs
- rechte Zahl = Teilton des tieferen Klangs

Je einfacher das Schwingungsverhältnis, desto häufiger kommt es zu Übereinstimmungen (Koinzidenzen) zwischen Teiltönen, als desto konsonanter wird der Klang empfunden.

*Was passiert aber mit zwei einfachen Tönen, die obertonfrei sind und bei denen folglich keine Schwebungen der Obertöne entstehen können?* Ein Tritonus müsste man dann auch, nach dieser Theorie, als konsonant bezeichnen. Dabei erwidert Helmholtz, dass diese Dissonanz durch „Ohrobertöne“ oder sogenannten Kombinationsschwebungen der beiden Primärtöne entsteht (vgl. Lenzen 1933: 31). Das Ohr ist kein lineares Übertragungssystem und so entstehen auch bei reinen Tönen, deren Obertöne. Es sind nach Helmholtz also die „Ohrobertöne“ (vgl. Eberlein 2009: 507), die Schwebungen bei reinen Tönen verursachen. Es konnte aber nachgewiesen werden, dass diese „aural harmonics“ aber viel zu schwach sind für derartige Rauigkeiten. (siehe Kapitel Plomp, Levelt 1965)

„Die allgemeinste Ursache zur Erzeugung von Schwebungen geben die Kombinationstöne; sie sind die einzige Ursache bei einfachen Tönen, die so weit oder weiter von einer kleinen Terz entfernt sind.....“ (Helmholtz 1896: 307)

Nach Helmholtz sind jene Akkorde konsonant, wenn der dritthinzugefügte Ton mit den jeweils anderen konsonierenden zwei, vollkommen ohne Schwebungen auskommt. Dabei ergeben sich genau die gegenwärtigen Akkorde von Dur und Moll (vgl. Helmholtz 1896: 320ff)

Es ergeben sich folgende Fragen: *Wie erklärt Helmholtz den unterschiedlichen Wohlklang von den Dur und Moll Grundstellungen (C-E-G, C-ES-G)? Die Schwebungsverhältnisse sind nach Helmholtz Theorien gleich, aber warum ist der Wohlklang ein anderer? Wie erklärt er sich also den geringeren Konsonanzgrad des Mollakkords gegenüber des Durakkords, wobei doch die Schwebungsverhältnisse nach Helmholtz gleich sind?*

Helmholtz macht die tieferen Kombinationstöne für die geringere Konsonanz beim Mollakkord verantwortlich. Nicht etwa, weil diese in Schwebungen geraten und Rauigkeit verursachen, sondern weil „die Kombinationstöne etwas fremdartiges, bei C-Moll etwas dem AS-Dur und Es-Dur Klänge gehöriges in den Akkord hineinbringen, etwas was den Akkord zwar nicht zerstört, aber doch durch Verschleierung der musikalischen Bedeutung den Wohlklang zur dissonanten Seite hin beeinträchtigt“ (ebd.: 326f).

Ferner betont er: „Die Kombinationstöne liegen außer der Harmonie“ (ebd.). Dabei widerspricht sich Helmholtz in seiner Theorie. Denn in seiner Definition nach dem Wesen der Konsonanz gehört ein Ton dann zu Harmonie, wenn er mit den anderen Tönen keine Schwebungen erzeugt. Ist dem nicht so und es entstehen Schwebungen, besteht keine Konsonanz. Beim Mollakkord erzeugt der Kombinationston aber keine Schwebungen und so wäre er auch nach den Formulierungen Helmholtz „Harmonie“. Dennoch macht Helmholtz diesen verantwortlich für die „Disharmonie“. Der Kombinationston gehört also zur Harmonie und gehört zugleich nicht dazu (Lenzen 1933: 33).

Nach Lenzen können drei Argumente gegen Helmholtz' Theorie ausgemacht werden: (ebd.: 35f)

1. Konsonanz ist nach Helmholtz das Fehlen der Dissonanzerscheinungen. Er fasst lediglich eine Dissonanztheorie. Konsonanzen weisen aber auch Dissonanzen auf. Obertonlose Zusammenklänge besitzen weder die Eigenschaft des Konsonanten noch des Dissonanten.
2. Beim Vorstellen von Klängen während des Partiturlesens werden Schwebungen getilgt, aber Konsonanzen und Dissonanzen bestehen weiter.

3. Die Theorie reicht nicht aus in der Begründung der Konsonanz aufeinanderfolgender Töne, wo keine Schwebungen entstehen.

Helmholtz versucht das auf psychologische Basis erklären. Man würde sich nämlich, nach Helmholtz, bei aufeinanderfolgenden Tönen an den erstgegebenen Ton erinnern und somit Schwebung unbewusst wahrnehmen. Diese Annahmen haben sich aber bis heute nicht bewahrheitet. (ebd.)

Auch Zeitgenossen Helmholtz übten Kritik an seiner Theorie. Wie Ernst Mach meinte:

"Der Umstand, daß der Musiker niemals einen besser konsonierenden Akkord auf einem schlechter gestimmten Klavier mit einem weniger konsonanten auf einem guten Klavier verwechseln wird, obgleich die Rauigkeit in beiden Fällen die gleiche sein kann, lehrt hinlänglich, daß der Grad der Rauigkeit nicht die einzige Charakteristik einer Harmonie ist.

. . . Das positive **physiologisch-psychologische Merkmal**, welches eine Harmonie von der anderen unterscheidet, ist durch die Schwebungen nicht gegeben. Dieses Merkmal kann auch nicht darin liegen, daß, z. B. beim Erklängen der großen Terz der 5. Partialton des tieferen Klages mit dem 4. des höheren zusammenfällt. Dieses Merkmal hat ja nur Geltung für den untersuchenden, abstrahierenden Verstand; wollte man dasselbe auch für die Empfindung als maßgebend ansehen, so würde man in einen fundamentalen Irrtum fallen.“ (Mach in Lenzen 1933: 36)

Carl Stumpf kritisiert Helmholtz dahingehend, dass bei konsonanten Intervallen Unterbrechungen oder Intermissionen erzeugt werden können, wobei der Konsonanzcharakter aber keineswegs verloren geht. Ferner widerspricht er Helmholtz' Klangfarben- und Teilton-Verwandtschaftslehre.

Je nach Klangfarbe müssten die Teiltöne verschieden stark auftreten. Dann müsste aber jedes Intervall, sei es Oktav oder Quinte, je nach der veränderten Klangfarbe sowohl konsonant als auch dissonant sein. Nach Helmholtz müssten also alle obertonlosen Töne, im höchsten Grade dissonant sein. (vgl. Stumpf 1898: 88)

### 2.1.3 Störtheorie nach Plomp und Levelt

Die beiden holländischen Psychologen Reinier Plomp und Willem Levelt verbanden die Helmholtzsche Theorie mit der Frequenzgruppenbreite. Sie führten zur Empfindung von Konsonanz und Dissonanz eine Reihe von Experimenten durch.

Über 90 Freiwillige ohne musikalische Ausbildung beurteilten Intervalle von Sinustönen auf einer 7 Punkte- Skala (1- sehr dissonant, 7- sehr konsonant) Jede VP wurde individuell getestet, jede VP beurteilte nur wenige Intervalle um Ermüdung zu vermeiden. Die Antworten wurden nach ihrer Konsistenz getestet. (Unbeständige Resultate wurden abgezogen). Ferner

war den Probanden erlaubt eine vorausgehende Serie von Intervallen zu hören, um ihnen die Reichweite dieser Stimuli vertraut zu machen. Man konnte trotz der beachtlichen Varietät unter den Antworten der Probanden, ein klares Ergebnis feststellen. Beim Einklang erreicht die Konsonanz das Maximum. Je weiter das Intervall stieg, desto weniger konsonant waren die Beurteilungen der Probanden, bis irgendwann ein Minimum erreicht wurde. Nachdem verstärkte sich die Konsonanz nach oben in Richtung des Einklages, wurde aber niemals ganz erreicht. Das ist genau, was passiert, wenn man zwei gleichzeitige Sinuswellen hört.

Plomp und Levelt postulierten für Intervalle von Sinustönen: „that maximal tonal dissonance is produced by intervals subtending 25% of the critical bandwidth, and maximal tonal consonance is reached for interval widths of 100% of the critical bandwidth“. (Plomp, Levelt 1965: 555)

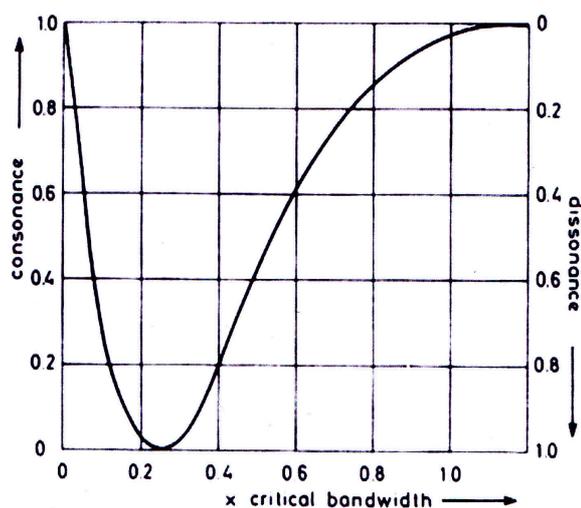


FIG. 10. Standard curve representing consonance of two simple tones as a function of frequency difference with critical bandwidth as a unit. The curve is based on the data points of Figs. 1-7. The consonance and dissonance scales are arbitrary.

Abb. 6.: Bewertung der Konsonanz von Intervallen mit Frequenzgruppenbreite (Plomp, R. & Levelt 1965: 556)

Bei Intervallen mit teiltonreichen Klängen bis zu einer Oktave erhielten sie eine ähnliche Kurve wie die von Hermann von Helmholtz (wenn man sie um 180 Grad dreht, da der 0-Punkt (= am konsonantesten) bei Helmholtz unten lag und hier ganz oben ist).

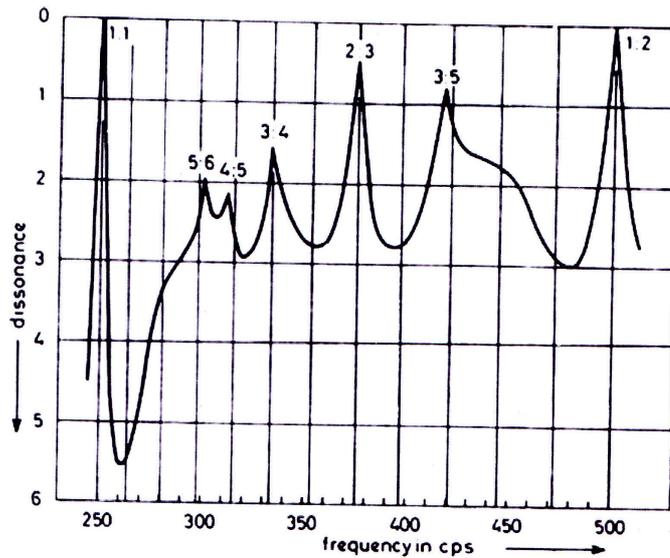


FIG. 11. Illustration of the way in which consonance of an interval with a lower complex tone of 250 cps and a variable higher one depends on the frequency of this tone. Both complex tones consist of 6 harmonics. The vertical lines represent interval width after the equally tempered scale.

Abb. 7.: Konsonanz -Dissonanzkurve bei Intervallen mit teiltonreichen Klängen bis zu einer Oktave (Plomp, R. & Levelt 1965: 556)

### Kritik an Störtheorie

Die oben ermittelte Kurve der Rauigkeit entstand durch das Hören von starren Klängen. Also Klängen, die in genauen Verhältnissen zueinander standen. Vor allem beim praktischen Musizieren sind diese Verhältnisse nie exakt. Es ergeben sich ständig Abweichungen von den reinen Intervallen sowie beispielsweise Modulationen in der Lautstärke, in der Tonhöhe und Klangfarbe. Es ist sogar bekannt, dass synthetisch gebildete Intervalle angenehmer klingen, wenn sie geringfügig verstimmt sind, obwohl sie dann durch besonders komplizierte Intervallverhältnisse beschrieben werden (Miskiewicz & Rogala 2003, zit. n. Fricke 2009: 2). Es ist daher vernünftig anzunehmen, dass die aus der Schwebung hervorgehende Rauigkeit nicht als Regulativ für Konsonanz angesehen werden kann (Fricke 2009: 2).

## 2.2 Konsonanztheorien aufgrund von nichtlinearen Verzerrungen (Kombinationstöne)

### 2.2.1 Kombinationstöne

Kombinationstöne sind „im ursprünglichen Schallreiz nicht vorhanden (...) und das Ergebnis einer sog. nichtlinearen Verzerrung des akustischen Signals im Ohr“ (Roederer 2000: 45). Das heißt wie bei einer übersteuerten HiFi-Anlage „ (...) können auch Musikinstrumente und das Ohr selbst bei starker Belastung Verzerrungen produzieren, die als zusätzliche Töne hörbar werden“ (Fricke 2009: 428). Unter den Kombinationstönen sind insgesamt zwei Formen öfters zu beobachten. Ihre Frequenzen lassen sich aus den Differenzen der Primärfrequenzen berechnen. Man nennt sie daher Differenztöne erster und zweiter Ordnung<sup>2</sup> : Der erste entspricht der Differenz beider Primärfrequenzen ( $f_2 - f_1$ ). Husmann (1953) bezeichnet ihn als D11. Der zweite entspricht der Differenz des unteren Intervalltones und der des Differenztones erster Ordnung ( $2f_1 - f_2$ ), auch als D21 bekannt. Ferner unterscheidet man zwischen subjektiven und objektiven Differenztönen (Fricke 2009: 428). Subjektive sind jene, die im Ohr selbst entstehen. Sobald sie außerhalb des Ohres, wie beispielsweise von einem Musikinstrument produziert und dann in der Luft an das Ohr weitergeleitet werden, handelt es sich um die objektiven Differenztöne (vgl. ebd.). Wie bei dem Phänomen der Schwebung wird in der Musiktheorie (z.B.: bei Hindemith) auch den Kombinationstönen eine viel zu große Bedeutung zugeschrieben, wenn man diese in Bezug zur musikalischen Praxis und den damit verbundenen nicht - stationären Vorgängen stellt (vgl. ebd.) Vor allem sind die von vornherein schwachen subjektiven Differenztöne betroffen, die praktisch gänzlich verschwinden (ebd.) Fricke benennt als Ursache den so genannten „Lupeneffekt“ (ebd.), „ der alle mit Frequenzänderungen einhergehenden Vorgänge, insbesondere den Hub des Vibratos, stark vergrößert (Fricke 1996: 483).

### 2.2.2 Felix Krüger: Das Bewusstsein der Konsonanz

Die Problemstellung Krügers untersucht die Frage: *Wodurch unterscheidet sich für unser bewusste Wahrnehmung ein konsonanter Zweiklang von einem dissonanten?*

---

<sup>2</sup> vgl. Hesse: 8 (<http://www.horstpeterhesse.de/forschung/forschungsberichte/Intervall/Intervall.pdf>)

Die Dissonanzmerkmale sind nach Krüger nicht wie bei Helmholtz bei den Eigenschaften der Primär und Obertöne zu suchen, sondern in den regelmäßig, enthaltenen, akustischen Nebenerscheinungen, die jene charakteristische Färbung der Konsonanz oder Dissonanz geben könnten (vgl. Krüger 1903, Bd.1). Diese akustischen Nebenerscheinungen sind Kombinationstöne und die durch sie bedingte Schwebungen. Für die Lehre Krügers spielen besonders die Differenztöne eine große Rolle. Krüger sieht genau in diesen Tönen den Ursprung von Konsonanz und Dissonanz. In seiner Forschung nimmt er zwei Stimmgabeln und geht damit von zwei einfachen Tönen aus. Dabei entstünden beim Anschlagen der Stimmgabeln „meist 5 Differenztöne“ (Krueger 1903: 270). Zu diesen Differenztönen kommen untereinander noch weitere und mit den einfachen Tönen noch weitere dazu, die auch zu Schwebungen führen können. Es kommt zu einem komplexen Gebilde, das demnach verstimmte Einklänge enthält. Diese macht er verantwortlich für die Unterscheidung von Konsonanz und Dissonanz:

„Das elementar Unterscheidende der Konsonanz und Dissonanz besteht darin: alle dissonanten Zusammenklänge enthalten als Empfindungsbestandteil mindestens einen verstimmten Einklang. Bei den Konsonanzen liegt an den entsprechenden Stellen des Empfindungsganzen ein reiner 'Einklang. Bei unendlich vielen Zusammenklängen sind die Konsonanzen die einzigen, bei denen die Erscheinungen der verstimmten Prime nirgends hervortreten können.“ (Krüger 1903: Bd.2: 1ff)

Aus Krügers Forschung kann folgender Punkt herausgelesen werden: Je mehr Differenztöne bzw. ihre Oktaverweiterungen mit den Grundtönen eines Intervalls zusammenfallen, desto konsonanter ist es.

### **2.2.3 Heinrich Husmann (1908-1983): Das Wesen der Konsonanz**

Heinrich Husmann (1908-1983) bezeichnet Dissonanzen als „wahllose Zusammenklänge mit einem Wust von Kombinationstöne“ (Husmann 1953: 24). Konsonanz dagegen als „regelmäßigen Aufbau des harmonischen Einklangs aus lauter Vielfachen des Grundton“ (ebd.)

Husmann stützt sich auf die Experimente Krügers (1903) und Sandigs (1939). Dabei lag sein Forschungsinteresse vor allem darin, zu klären, ob das Konsonanzempfinden durch Vergleich der Schwingungen im Gehirn zustande kommt, oder schon durch den Vergleich der Schwingungen im Innenohr entsteht.

Bei seinen Versuchen teilte er zwei Töne eines Intervalls auf beide Ohren auf und überprüfte, ob die Reibungen einer Schwebung oder sonstiger Störungen auch in diesem Falle auftreten. Die Untersuchung erfolgte dabei mit zwei selbstgebauten Generatoren. Davon lieferte einer einen festen Ton, der zweite konnte die Tonhöhe ständig ändern. Ferner wurde jedem Generator ein Siemens Oktavsieb angeschaltet. Man konnte dadurch den Grundton herausfiltern und die Obertöne nach Wahl ein- und ausschalten. Im Oszillographen wurde auf die feste Frequenz des einen Generators synchronisiert, bis deren Bild ruhig stehen blieb. Wäre die andere Schwingung gegenüber der ersten verstimmt, würde ihr Bild langsamer oder schneller über den Schirm laufen. Das Bild bliebe demnach erst dann stehen, wenn die andere Schwingung in einem ganzzahligen Verhältnis zur ersten steht. Dann besteht nach Husmann Konsonanz (ebd.: 24f).

### **Ergebnisse von Heinrich Husmann**

*Entstehen nun Schwebungen im binauralen Hören?* Den Versuchspersonen wurde ein ganz kleines Intervall monaural vorgespielt. Sie hörten Schwebungen. Bei der Umschaltung auf binaural nahmen sie entweder nur noch die zwei verschiedenen hohen Töne getrennt in jeweils einem Ohr wahr, oder wenn das Intervall zu klein war, einen einzigen Ton, da man die Höhe der Töne nicht mehr unterscheiden konnte. Die Schwebungen sind aber verschwunden (ebd.: 29).

Schwebungen entstehen also nur im Ohr selbst, wenn beide Töne in einem Ohr gleichzeitig erklingen. Konsonanz und Dissonanz bleiben aber im binauralen Hören erhalten (ebd.:30). „Konsonanz und Dissonanz haben wesensmäßig nichts mit Schwebungen und Zwischentonbildung zu tun“ (ebd.).

### *Entstehen Kombinationstöne beim binauralen Hören?*

Beim binauralen Hören entstehen keine Kombinationstöne. Die Bildung subjektiver Obertöne findet aber schon statt, wenn nur ein Ton auf ein Ohr kommt. Das heißt wenn zwei Töne binaural gegeben werden, also jedes Ohr einen eigenen Ton bekommt, entstehen jeweils subjektive Obertöne. Die Bildung subjektiver Obertöne lässt sich nie ausschalten (ebd.: 34). Diese Obertöne sind zwar viel schwächer, als wenn beide Töne in einem Ohr zusammentreffen, aber sie sind da (vgl. ebd.).

Bei binauralen Versuchen entstehen zwar keine Kombinationstöne, jedoch sind subjektive Obertöne hörbar. Bei den Versuchen mit konsonanten Intervallen wurden obertonreiche Klänge verwendet. Die Versuchspersonen erhielten im Wechsel normaler und binauraler Weise verschiedene Konsonanzen vorgespielt. Das Ergebnis war stets dasselbe. Die binaural gegebenen Konsonanzen wiesen einen konsonanten Klang auf. Dabei sind ja Störeffekte wie Schwebungen und Kombinationstöne weggefallen. Interessant war, dass jedes Intervall auch in seiner binauralen Darbietung bei objektiv vorhandenen Obertönen seinen Charakter vollständig behielt. Husmann schließt daraus, dass Schwebungen zwar sicher dem Wohlklang des Intervalls schaden, aber mit der Konsonanz selber haben sie nichts zu tun. Diese ist etwas ganz anderes.

Aus diesen Versuchen schließt Husmann auf zwei Tatsachen (ebd.: 35):

1. Durch binaurales Hören finden keine Schwebungen zwischen den Obertönen statt. Die Konsonanzempfindung bleibt aber davon unberührt.
2. Durch binaurales Hören können keine Kombinationstöne entstehen. Die Konsonanzempfindung ist dadurch auch nicht betroffen.

Beide Tatsachen sind mit den v. Helmholtzschen Konsonanztheorien unvereinbar. Diese Ergebnisse waren für Husmann eine große Überraschung. Er hat nämlich selbst in Leipzig bei den Konsonanzversuchen von Hans Sandig 1938 teilgenommen und verlor bei binauraler Darbietung jede harmonische Orientierung. Die vertrauten Intervalle waren ihm vollkommen fremd (Husmann 1953: 35). Dabei fand er heraus, dass es an den Klängen seiner Apparatur liegen muss. Denn in Leipzig wurden Sinustöne verwendet. Also machte Husmann den Versuch, die Obertöne seiner Apparatur auszuschalten und tatsächlich konnten die Vps die Intervalle nicht mehr beurteilen. Als er die Obertöne wieder einschaltete wurden die Intervalle von Vps sofort wieder erkannt. Demnach scheinen die Obertöne eine Rolle für die Intervallerkennung zu spielen.

Die binauralen Versuche zeigen also Gegensätze von obertonhaltigen und obertonfreien Tönen. Dabei bleibt beim binauralen Hören die Konsonanz mit Obertönen versehenen Tönen. Husmann unterscheidet zwischen objektiven und subjektiven Obertönen. Wenn man objektive Obertöne ausschaltet, vernichtet man die Beziehung der Töne zueinander. Doch Konsonanzen heben sich trotzdem von den Dissonanzen ab, auch wenn man Intervallgröße nicht mehr bestimmen kann. Dabei spielen die subjektiven Obertöne eine Rolle, wodurch man nach einiger Übung die Beziehungen der Töne wieder herstellen kann.

Nach Husmann sind es also nicht die Primärtöne eines Intervalls selbst, aus denen sich Konsonanz erklären lässt, sondern es sind die Obertöne, die für Konsonanz und das ganze relative Gehör verantwortlich sind. In Worten Husmanns sehr klar ausgedrückt:

„Da im binauralen Hören alle Teile des Klanges auseinanderfallen bis auf die gemeinsamen Obertöne, die Konsonanz aber weiterbesteht, ist gerade durch das binaurale Hören aber auch auf's allergeaueste bewiesen, daß die Konsonanz an der Gemeinsamkeit der Obertöne liegt“ (ebd.: 56).

Der Vergleich der Obertöne der beiden Primärtöne und die Feststellung eines etwa vorhandenen gemeinsamen Obertons vollzieht sich, nach Husmann, erst im Gehirn (vgl. Husmann 1953.: 40). Die Gegenüberstellung von zwei Reizen oder Schwingungen erfolgt so, dass ein Teil des Hörnervs eines Ohrs in die entgegengesetzter Seite des anderen wandert. Husmann vermutet diesen im mittleren Kniehöcker. Dort soll auch der Tonvergleich beim binauralen Hören stattfinden.

## 2.2.4 Paul Hindemith (1895-1963)

Um Konsonanz und Dissonanz der Intervalle zu bestimmen, widmete sich auch der Komponist Paul Hindemith den Kombinationstönen. Er beschränkte sich dabei auf die Betrachtung der Kombinationstöne erster und zweiter Ordnung. Hindemith untersuchte den Verwandtschaftsgrad der Tonhöhen (1.Reihe) und der Intervalle (2.Reihe). Den Verwandtschaftsgrad der ersten Reihe bestimmte Hindemith direkt durch die Obertonreihe.

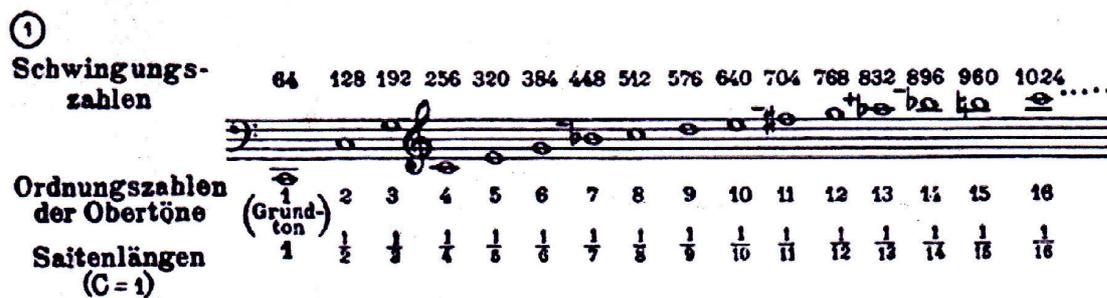


Abb. 8.: Obertonreihe für die Ermittlung der Reihe 1 (Hindemith 1940: 34)

Den Durdreiklang ermittelte er aus den Teiltönen 1-6

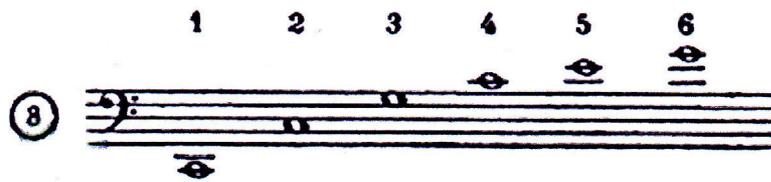


Abb. 9.: Durdreiklang aus den Teiltönen 1-6 (Hindemith 1940: 39)

Die Reihe 2 und die Verwandtschaftsgrade der Intervalle lassen sich nach Hindemith direkt von den Kombinationstönen 1. und 2. Ordnung zweier Intervallgrundtöne herleiten. Nach diesem Prinzip ordnete er die Intervallpaare nach dem Dissonanzgrad.

Bei Quinte und Quarte sind beide Kombinationstöne 1. und 2. Ordnung (c und f im Baß) mit einem der Intervalltöne oktavidentisch.

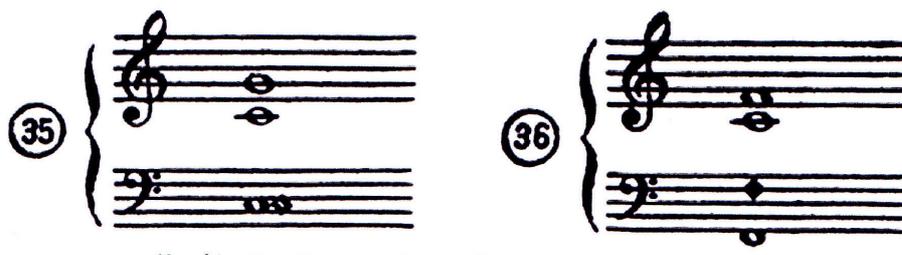


Abb. 10.: Kombinationstöne 1. und 2. Ordnung bei Quinte und Quart (Hindemith 1940: 87)

Bei der großen und kleinen Sexte ist einer der Kombinationstöne (in diesem Falle c und as) mit einem der Intervalltöne identisch und die anderen ergänzen zu einem Dreiklang (g und es).

Bei der kleinen Terz und großen Sexte ergänzen die Kombinationstöne die Intervalle zu einem Dreiklang



Abb. 11.: Kombinationstöne von großer Terz, kleiner Sexte, kleiner Terz und großer Sexte (v. l. n. r) (Hindemith 1940: 87)

Nach Hindemith zeigen die Kombinationstöne bei Sekunden und Septimen nur „ungenauere Aufschlüsse“ (Hindemith 1940: 102) über den Intervallgrundton.

Durch die Verstärkung der Kombinationstöne wird einer der Intervalltöne zum Grundton. Quint und Quart bilden, sowie Terz und Sext, Sekunde und Septime ein Paar. Den Anfang der Reihe bildet die Oktave, das Ende der Tritonus. Diese beiden bilden mit keinem anderen Intervall ein Paar (vgl. Hindemith 1940: 87f).



Abb. 12.: Reihe 2: aus den Kombinationstönen ermittelter Konsonanzgrad von Intervallen, je weiter links, desto konsonanter; Sonderstellung: Tritonus (ganz rechts) (Hindemith 1937: 97)

Bei der Gegenüberstellung der Kombinationstöne von Dur und Moll zeigt sich, dass diese bei C-Dur sehr einheitlich, dagegen bei c-Moll ziemlich kompliziert sind. Hindemith resultiert daraus: „Über den Molldreiklang sagen somit die Kombinationstöne nichts weiter aus, als dass er minderen klanglichen Wert hat als der Durdreiklang“ (Hindemith 1940: 97).



Abb. 13.: Die Kombinationstöne von Dur (Abb. 46) und Moll (Abb.47) im Vergleich (Hindemith 1940: 97)

### Kritik an der Nichtlinearitäts-Hypothese

Die Verfechter der Nichtlinearitäts-Hypothese führen also das Phänomen Schwebung bei Sinustönen entweder auf die so genannten Ohrbertöne oder Differenztöne zurück. Plomp konnte diese Hypothesen mit grundlegenden Beweisen widerlegen (Plomp 1966). Er bildete verstimmte Intervalle aus Sinustönen. In weiterer Folge wurden die Tonhöhenbereiche, in denen die hypothetischen Ober- bzw. Differenztönen liegen müssten durch Rauschbänder

verdeckt. Es stellte sich heraus, dass die Schwebungen nicht verschwinden. Das Konzept der kritischen Bandbreite kann also somit nicht herangezogen werden. Roederer definiert diese Schwebungen als „Schwebungen zweiter Ordnung“ (Roederer 2000: 49ff) Die Schwebungen erster Ordnung sind jene, die durch periodische Amplitudenschwankungen entstehen. Die Schwebungen zweiter Ordnung sind jene, die durch Verstimmung eines Klages hervorgerufen werden. „Die meisten Personen beschreiben es als eine Schwebung der Klangfarbe“ (Roederer 2000: 51). Verstärkt man den Grad der Verstimmung, so verschmelzen Schwebungen erster und zweiter Ordnung zu einem Gesamteindruck: „es entsteht ein verschwommener, getrübler Klang“ (Hesse 2007: 145).

## **2.3 Konsonanztheorien aufgrund von spektraler Koinzidenz:**

### **2.3.1 Verschmelzung: Definition nach Carl Stumpf (1848-1936)**

„Verschmelzung ist das Verknüpftsein zweier Empfindungsinhalte zu einem Ganzen.“ (Stumpf 1898: 35)

Das entscheidende Merkmal der Konsonanz und Dissonanz sei in der Empfindung zu suchen. Es steckt, nach Stumpf, weder in den begleitenden Obertönen noch in Schwebungen. Dieses Merkmal müsse in den Tönen selbst liegen, in ihrer Verschmelzung. Das Merkmal muss in der Verschmelzung liegen. Damit meint er die Verschmelzung zweier Töne zur Einheitlichkeit, zur Annäherung an den Eindruck eines Tones (ebd.: 34ff).

*Was ist aber nun die Ursache für die Verschmelzung? Ist die Verschmelzung durch den Mangel von Schwebungen bedingt?* Nein, denn dann müssten alle schwebungslosen Tonverhältnisse bei einfachen Tönen (Oktave, Quint, Terz...) den gleichen Verschmelzungsgrad besitzen. Stumpf stellt auch fest, dass dasselbe Intervall bei verschiedenen Instrumenten verschiedenen Verschmelzungsgrad besitzt (Lenzen 1933: 61).

„Es bleiben uns zur letzten Ursache der Verschmelzung nur noch die letzten physiologischen Vorgänge im Hörzentrum übrig“ (Stumpf 1890: 213). Da man aber, wie Stumpf erläutert, zu dieser Zeit noch zu wenig über diese letzten Vorgänge wusste, beschloss Stumpf die Frage der Ursache der Verschmelzung wegen ungenügender Erkenntnis abzuschließen (vgl. ebd.). Sein Forschungsanliegen widmet sich weiter dem Grad der Verschmelzung eines Zweiklages und deren Verschmelzungsgesetze. Denn das Konsonanzmerkmal besteht für Stumpf einzig und

allein in der Verschmelzung. Er veranstaltet Versuche an „Unmusikalischen“ in der Domkirche zu Halle (ebd.: 159ff): Es werden zwei Töne vorgespielt. Die Versuchspersonen sollen angeben ob sie einen, zwei oder noch mehr Töne zu hören glauben. Die Ergebnisse beruhen auf den Durchschnitt gegebenen „falschen“ Höreindruck eines Intervalls (statt 2 Töne, hörte man einen).

| Gesamtzahl der Urteile für jedes Intervall | Zahl der falschen Urteile für: |        |          |          |      |
|--|--------------------------------|--------|----------|----------|------|
|  | Quinte                         | Quarte | kl. Terz | gr. Terz | Trit |
| 864  | 436                            | 307    | 256      | 233      | 207  |

Abb. 14.: Ergebnisse: Zahl der falschen Urteile (Lenzen 1933: 61)

Wie man der Tabelle entnehmen kann, hinterließ im Durchschnitt die Quinte bei den meisten Vps einen „falschen“ Höreindruck mit 436 „Fehlurteilen“. Danach folgt die Quarte mit 307, dann die kleine Terz mit 256, die große Terz mit 233 und am Schluss der Tritonus mit 207 „Fehlurteilen“. Die Oktave wurde bei anderen Versuchen untersucht und hat im Durchschnitt noch weitaus mehr „Fehlurteile“ und mehr Abstand zur Quint. Stumpf schließt daraus, „je größer der Verschmelzungsgrad, desto weiterer Abstand in den Verschmelzungstufen“ (ebd.: 173). Die Oktave wurde bei anderen Versuchen untersucht und hat im Durchschnitt noch weitaus mehr „Fehlurteile“ und mehr Abstand zur Quint. Stumpf schließt daraus, „je größer der Verschmelzungsgrad, desto weiterer Abstand in den Verschmelzungstufen“ (ebd.: 173).

### 2.3.1.1 Unterscheidung von Konsonanz und Dissonanz nach Stumpf

Konsonanz sind für Stumpf die ersten 4 Stufen der Verschmelzung, da sich Oktave, Quinte, Quarte, Terzen und Sexten gut verschmelzen lassen. Schwierig wird es ab der 5. Stufe: Alle übrigen musikalischen und unmusikalischen Tonkombinationen lassen sich nicht so gut verschmelzen, es kommt laut Stumpf zu Dissonanzen.

#### Verschmelzungstufen:

1. Oktave (1:2)
2. Quinte (2:3)
3. Quarte (3:4)
4. Terzen und Sexten (4:5, 5:6; 3:5, 5:8)

5. alle übrigen musikalischen und unmusikalischen Tonkombination (vgl. Stumpf 1898: 68)

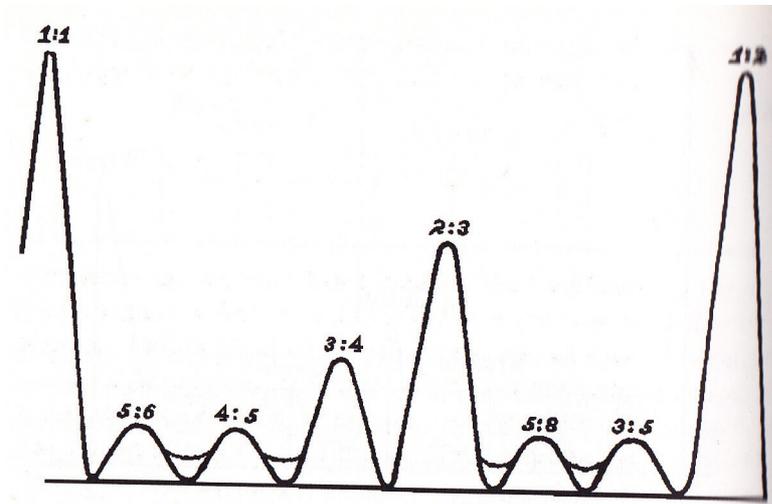


Abb. 15.: Die „Verschmelzungsstufen in einer Curve“ von Carl Stumpf (Stumpf 1890/1965: 176)

Stumpf zählt Terzen und Sexten zur selben vierten Stufe. Er unterscheidet zwischen kleiner und großer Terz sowie kleiner Sext und großer Sext. Dabei führt Stumpf den Distanzbegriff ein. Der Verschmelzungsgrad unterscheidet sich bei kleiner und großer Terz durch deren Distanz ausgehend vom primären Ausgangston. ( kleine Terz: h-d, große Terz: h-dis zum Beispiel)

Folgende Fragen stellen sich: *Wie können bei der 5ten Stufe musikalische von nichtmusikalischen Tonkombinationen unterschieden werden? Wie können wir feinere Unterschiede bei musikalischen Tonkombinationen erkennen?* Stumpf bezieht sich auf den Verwandtschaftsbegriff. Direkt verwandt sind zwei Töne, wenn sie untereinander konsonieren, wenn sie von den oberen vier Verschmelzungsgraden stammen (Stumpf 1898: 71)

Nach Stumpf sind nach dem Verwandtschaftsprinzip folgende Intervalle musikalisch unbrauchbar: die Sekunde, der Tritonus, die unreinen Intervalle und die Septime. Die unreinen Intervalle (also Terzen und Sexten), aber musikalisch brauchbaren Tonkombinationen, werden von den verstimmten, unmusikalischen, unterschieden (ebd.).

Durch den Verwandtschaftsbegriff erklärt also Stumpf, weshalb der Hörer in der fünften Verschmelzungsstufe die Fähigkeit hat, ganz fein zu unterscheiden (Lenzen 1933: 65) Für Stumpf besteht nur ein gradueller Unterschied zwischen Konsonanz und Dissonanz. Er versucht den Gegensatz in einer regelmäßigen Entwicklung nachzuweisen. Diese Entwicklung beruht nach Stumpf auf „eine sinnliche Gefühlswahrnehmung der verschiedenartigen Klänge“ (Stumpf 1890: 215). Die Theorie bezieht sich ausnahmslos auf Zweiklänge.

Für Stumpf ist der Dreiklang die Ursache für das geläufige Dur-Moll System der abendländischen Musik. Die Erklärung erfolgt durch das folgende Prinzip von Stumpf. Man nimmt die Oktave und die größte Anzahl von konsonierenden Tönen an. Diese erhält man, indem man die Tonbewegung von unten nach oben nach deren stärkeren und schwächeren Konsonanzgraden durchforstet (Stumpf 1911: 102ff).

„Nach diesem Prinzip erhalten wir, von irgend einem Tone ausgehend, zunächst seine obere Quinte, also von c aus g, und dann ist nur entweder es oder e noch möglich, wenn wir zunächst noch von den „Siebenern“ absehen“ (ebd.)

Nach dem oberen Abschluss der Oktave resultieren nach Stumpf folgende Vierklänge: c es g c1 und c e g c1. Nachdem sich der Vorgang von c1 und des neuen Oktaveraumes wiederholt, nimmt man c1 als Grundton (vgl. ebd.).

So ergeben sich die Dreiklänge. Nach dem gleichen Verfahren lassen sich auch auf der Subdominante und Dominante Dreiklänge aufbauen. Ebenso auf den indirekt, verwandten anderen Tonleitertönen. Nach Stumpf beruht die moderne Musik auf den Dreiklang beider Formen von Dur und Moll.

### **2.3.1.2 Konkordanz und Diskordanz**

Stumpf definiert den Begriff „Akkord“ als „durch das Verschmelzungsprinzip gefundener Haupt und Nebendreiklang“ (vgl. Stumpf 1911: 132). Die aus den Dreiklängen resultierenden Mehrklänge könnten auf das gleiche Verschmelzungsprinzip zurückgeführt werden. Ein Zweiklang kann nur konsonant oder dissonant sein. Er kann aber sowohl konkordant als auch diskordant wirken. C - Es und C - Dis, nur als Zweiklänge sind konsonant. In Betrachtung dieser Zweiklänge als Teil eines Akkordes, können sie entweder konkordant oder diskordant sein. C - Es als Teil von C – Es - G ist konkordant, als Teil von A – C - Es, diskordant. C - Dis ist als Teil von C – Dis - G diskordant.

"Konkordanz ist die Eigenschaft eines Mehrklanges, die ihn zum Konkord stempelt; Konkordanz ist der Aufbau eines Mehrklanges nach dem Prinzip der Maximalzahl mit dem Grundton konsonierender Töne innerhalb der Oktave in der Richtung von unten nach oben und nach der Rangfolge der Konsonanzgrades. Diskordanz ist die Eigenschaft eines Mehrklanges, die ihn zum Diskord stempelt, ist also seine Struktur, die aus Dreiklängen durch, oben genanntes Konstruktionsprinzip entsteht" (ebd.: 134).

Stumpf zieht eine deutliche Grenze zwischen Konsonanz, Dissonanz und Konkordanz, Diskordanz. Das Konsonanz – Dissonanz Verhältnis gehört für ihn zum Empfindungsgebiet. Konkordanz und Diskordanz zum Gebiet des beziehenden Denkens. Ferner wird Konsonanz durch Hinzufügung anderer Töne nicht verändert. Konkordanz könne aber so auch zur Diskordanz werden.

Für Stumpf gibt es bei Konsonanz und Dissonanz nur einen graduellen Unterschied. Bei Konkordanz und Diskordanz ist aber eine spezifische Unterscheidung zu erkennen. Stumpfs Theorien sind rein psychologischer Natur.

## **2.4 Virtuelle Töne auf Akkordverbindungen**

### **2.4.1 Virtuelle Tonhöhe**

Die virtuelle Tonhöhe ist der objektiv fehlende Grundton einer Tonhöhe. Sie wird aber trotzdem durch das Muster der anderen Teiltöne auf der Cochlea erkannt und ergänzt. Ein einzelner Ton hat nach Terhardt nicht nur einen Ort auf der Cochlea, sondern wegen seiner Zusammensetzung aus Teiltönen verschiedene Orte. Ferner können diese Orte in festen Distanzverhältnissen zueinander stehen (Hesse 2003: 135).

### **2.4.2 Ernst Terhardt: Konzept zur Konsonanz und Dissonanzunterscheidung**

Nach der Theorie von Ernst Terhardt beruht die Tonhöhenenerkennung auf einen erlernten Mustererkennungsprozess. Dieser Prozess basiert nach Terhardt, auf die Erfahrung mit stimmhaften Sprachlauten, deren erste sechs harmonische Komponenten einen über zweieinhalb Oktaven ausgebreiteten Durdreiklang ergeben. Das Gehör erlangt so eine Kenntnis von Tonhöhendistanzen. Diese Distanzen prägen sich als Norm ein.

Im Sinne Helmholtz baut Terhardt sein Konzept auf die Störtheorie auf. Es sind demnach, wie oben erwähnt, die Schwebungen der Partialtöne eines Tones verantwortlich für Konsonanz und Dissonanz. Ein weiterer Faktor für das Tonempfinden hat Stumpf erwähnt. Die

Darbietung der Intervalle (simultan oder sukzessiv) spielt hierbei eine Rolle. Diese zwei Faktoren werden in Terhardts Modell berücksichtigt.

Terhardt gibt somit eine ganz neue Sichtweise auf die traditionelle Theorie. Er ersetzt für die Bestimmung der Intervallgrößen die Verhältnisse kleiner Zahlen durch Tonhöhendistanzen. Die erfolgende Spreizung der Intervalle beim Zusammenklingen muss berücksichtigt werden. Die Aussagen Terhardts sind in drei Punkten zusammengefasst (Terhardt 1976/77: 129ff):

1. Bei der musikalischen Wahrnehmung sind keineswegs die einfachen Frequenzverhältnisse als solche maßgebend, sondern vielmehr die Tonhöhendistanzen (Abstände der Teiltöne auf der Basilarmembran)
2. Die Tonhöhendistanzen werden zwischen den ersten sechs bis acht Harmonischen durch fortgesetzte Analyse von einzelnen komplexen Tönen verschiedener Grundfrequenzen vom Gehör gelernt
3. Es gibt keine feste, theoretisch ideale Intonation der Intervalle

Horst-Peter Hesse überprüft diese Aussagen für die Intonation von Akkorden. Er benutzte sechsstimmige Akkorde, deren Struktur nicht dem Durdreiklang der Stimmlaute entsprechen und somit nicht durch Lernprozesse vertraut sein können. Diese wurden in gleichstufig temperierter<sup>3</sup> und in proportionaler Intonation<sup>4</sup> hergestellt, um die beiden Versionen zu vergleichen (vgl. Hesse 2007: 135f).

Normierter vertrauter Akkord c1 g1 c2 e2 g2 c3

Proportion: 2 3 4 5 6 8

Fremdartiger Akkord c1 as1 d2 ges2 a2 c3

Proportion: 5 8 11 14 17 20

(ebd.: 137)

Die gebildeten Intervalle aus allen benachbarten Tönen des „fremdartigen Akkordes“, zum Beispiel c1 und as1, überschreiten die kritische Bandbreite, sodass keine „Grundton –

---

<sup>3</sup> ein Stimmungssystem, bei dem alle zwölf Halbtonschritte einer Oktave die gleiche Größe (100 Cent) haben

<sup>4</sup> den Frequenzverhältnissen entsprechend

Schwebung“ (Hesse 2007:137) erzeugt wird. Da aber etliche Teiltöne in eng benachbarter Lage auftreten, müsste „der entstehende Klangeindruck sowohl in temperierter als auch in proportionaler Stimmung in hohem Grade gestört sein“ (ebd.)

In temperierter Stimmung klingt er tatsächlich, wie Hesse erwähnt: „verschwommen, unscharf, trüb“ (ebd.). Wenn jedoch die Stimmung exakt den Proportionen entspricht, „wirkt der Akkord klar und scharf gezeichnet“ (ebd.) Dieser Gegensatz lässt sich nach Hesse auch bei vielen anderen Akkordpaaren bestätigen. Bei Zusammenklängen sind es nach den Untersuchungen Hesses tatsächlich die einfachen Proportionen, die einen geschlossenen Eindruck vermitteln (vgl. ebd.)

Die Konsonanz und Dissonanzunterscheidung kann nach Hesse durch das Terhardtsche Modell auf der Basis spektraler Theorien nicht hinreichend erklärt werden.

## **2.5 Konsonanztheorien aufgrund zeitlicher Koinzidenz**

### **2.5.1 Theodor Lipps: Theorie durch den unbewussten Schwingungsrhythmus**

Die Ursache der Tonverschmelzung meint Theodor Lipps in seiner Theorie durch den unbewussten Schwingungsrhythmus erklären zu können. Er bezeichnet die Schwingungszahl eines Tones als Schwingungsrhythmus (Lipps 1903: 452). Das Verhältnis der Schwingungszahlen ist somit das Verhältnis der Schwingungsrhythmen. Die Seele spürt den Grundrhythmus zweier Töne und findet ein Intervall umso konsonanter, je einfacher der Rhythmus funktioniert (vgl. ebd.: 456ff). Die Oktave ist dabei die vollkommenste Konsonanz: Bei einem Schwingungsrhythmus von 1:2, folgen pro Schlag zwei synchrone Schläge. Es ist zwar die vollkommenste Konsonanz, aber nicht die ästhetisch anspruchsvollste, so Lipps (ebd.: 450). Da sie zu leicht durchschaubar ist und so etwas Langweiliges an sich habe (vgl. Lenzen 1933: 52) Das Intervall, das beides, sowohl ästhetische Lust und Konsonanz bereithält ist für Lipps die große Terz (4:5). Dabei kann die Seele auch relativ leicht den Grundrhythmus herausfiltern. Konsonanzen haben im Schwingungsrhythmus etwas Gemeinsames. Nach Lipps bekommen Konsonanzen deshalb etwas Gleichartiges, Ähnliches. „Die Konsonanz zweier Töne ist umso vollkommener, in je höherem Grade die physikalischen Schwingungsfolgen, die ihnen zugrunde liegen, durch einen gemeinsamen Grundrhythmus aneinander gebunden sind“ (ebd.: 456).

Lipps glaubt hiermit eine einzige psychologische Erklärung von Konsonanz und Dissonanz gefunden zu haben (vgl. ebd.).

Kritik erntet Lipps von Stumpf und Krüger, die meinen dass „das Bewußtsein für Konsonanz/Dissonanz nicht nur auf physische Tatbestände abhängig gemacht werden kann“ (vgl. Lenzen 1933: 54). Lipps kontert darauf mit der Tatsache, dass die Tonhöhe, ein psychisches Erlebnis, allgemein als Schwingungszahl bezeichnet wird. Eben diese physikalische Gegebenheit der Schwingungszahlen stellt sich Lipps in einem neurologischen Apparat als Rhythmen vor:

"Man bezweifelt, daß der Rhythmus der Folge von physikalischen Schwingungen in Nerven und dem Zentralorgan wiederkehrt. Aber in den physiologischen Organen geschieht doch Etwas wenn die physikalischen Schwingungen auf sie wirken. Jedes physikalische Geschehen aber ist, falls es nicht in einer gleichmäßigen räumlich Fortbewegung besteht, notwendig ein Wechsel von Zuständen, und es ist, falls es ein gleichartiges Geschehen ist ein gleichartiger, also regelmäßiger Wechsel von Zuständen, es hat seinen regelmäßigen "Rhythmus"“ (Lipps 1899: 28ff).

Ein weiter Einwand von Carl Stumpf ist, dass die Theorie nicht erklärt warum verstimmte Konsonanzen (z.B.: 100:201) als Konsonanzen empfunden werden. Er meint, dass die Schwingungsrhythmen ja viel zu kompliziert wären und deshalb diese Verhältnisse als dissonant wahrgenommen werden müssten. Nach Lipps kann man bei Verstimmungen innerhalb gewisser Grenzen trotzdem eine annähernde Übereinstimmung erkennen. Lipps gibt als analoges Beispiel ein regelmäßiges Sechseck an. Man erkennt es, wenn die Annäherung genügend groß ist. Ferner spielen heute Zeitverschiebungen keine Rolle mehr, weil die Autokorrelationsanalyse des oben beschriebenen Vorgangs (Koinzidenz bei der Periodenanalyse) Phasenverschiebungen aufhebt (Hesse 2004, Ebeling 2009: 517).

Stumpf stellt sich die Frage, wie es kommt, dass man gerade bei den tiefsten Tönen wo man den Schwingungsrhythmus noch wenn auch nur als Begleiterscheinung wahrnehmen kann, die konsonanten Intervalle keineswegs angenehmer empfindet als die dissonanten, während gerade bei den höheren Tönen, wo die Schwingungsrhythmen sicherlich nicht mehr wahrgenommen werden, der Unterschied hervortritt (vgl. Stumpf 1883: 27). Lipps Antwort lautete, dass die psychische Zusammenordnung umso vollkommener ist, je rascher sie erfolgt, d.h. je kürzer das Zeitintervall ist. Bei den tiefsten Tönen ist das Zeitintervall aber um ein Vielfaches länger als in den höheren Lagen, und mit der Länge des Zeitintervalls nimmt die bindende Kraft ab (vgl. Hesse 2007: 138).

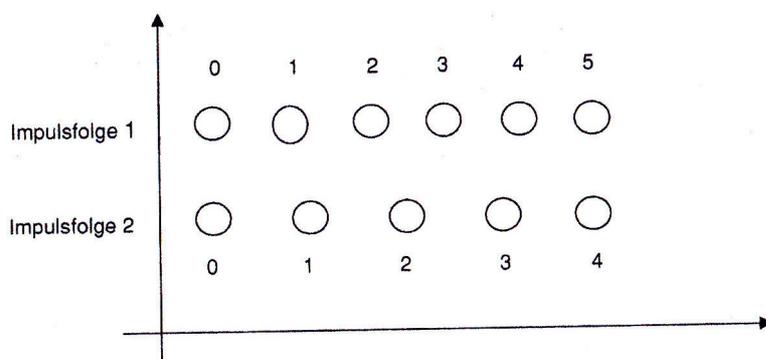
Nach der Auffassung von Lenzen bleibt Lipps in seiner Theorie „nur“ Psychologe, der alles mit seinen psychologischen Begriffen „Rhythmus“ und „rhythmische Verhältnisse“ erklärt,

aber sich nie mit dem Musikalischen beschäftigt“ (Lenzen 1933: 58). Die Theorie fand damals nur Gegner, vor allem in Person von Krüger und Stumpf. In der heutigen Neurologie scheinen jedoch Lipps Spekulationen Bestätigung zu finden. Die Mikrorhythmen entsprechen den ISI der Nervenimpulsfolgen, und die Gleichheit der beiden Rhythmen zeigt sich in der Koinzidenz der Impulsfolgen (Hesse 2007).

## 2.5.2 Tramo: „Zeitfenster der Gleichzeitigkeit“ - Impulsmustertheorie

An Helmholtz anknüpfend sucht Mark Jude Tramo (2001) nach den neurophysiologischen Bedingungen der Dissonanz und Konsonanz. Er will erklären, warum wir manche Intervalle oder Akkorde als dissonant wahrnehmen. Nach ihm sind es bestimmte Neuronen, die im peripheren und zentralen auditorischen Kortex synchron oder verschoben abfeuern, die uns den Eindruck von Konsonanz und Dissonanz geben. Bei einem Intervall erfolgt das gleiche Prinzip wie bei der Obertonübereinstimmung von Helmholtz: Ein Intervall wird durch eine periodische Nervenimpulskette repräsentiert und je mehr Impulse des einen Primärtones mit dem anderen zusammenfallen, desto konsonanter empfindet man es. Dies zeigt die statistische Auswertung der entstehenden ISI (Interspike intervals). So nennen die Neurologen die Abstände der Nervenimpulse zwischen je zwei benachbarten, aber auch weiter auseinander liegenden Spikes. Dabei kommt es bei konsonanten Intervallen zu kurzen periodischen Häufigkeitsverteilungen, bei dissonanten Intervallen sind die entstehenden Perioden in den Häufigkeitsverteilungen länger. (Tramo 2001:92 ff)

In der Autokorrelationsanalyse ermittelten Häufigkeitsverteilung hat beispielsweise beim Intervall der großen Terz (5:4) die Impulskette des tieferen Tons vier Impulse, während die Impulskette des oberen Tons gleichzeitig fünf Impulse hat. Jeder vierte Impuls des tieferen Tons fällt mit jedem fünften Ton der Impulskette des oberen Tons zusammen.



**Abb. 16.: Impulsketten:** Zwei Impulsketten im Verhältnis 5: 4. Es koinzidiert jeder fünfte Impuls der ersten Impulskette mit jedem vierten Impuls der zweiten Impulskette. (Ebeling 2009: 79)

Bei der Untersuchung Tramos et al. stellt sich heraus, dass der Tritonus mit dem Schwingungsverhältnis 45:32 nicht dissonant ist. Sowohl die neuronale Auswertung der Spikes als auch Autokorrelation stufen es als verstimmtes konsonantes Intervall mit dem Verhältnis 7:5 ein.

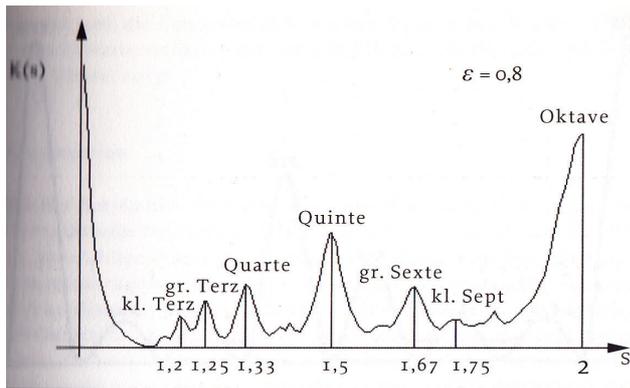
Die Übereinstimmung der Impulse kann nur dann analysiert werden, wenn im Modell der Autokorrelation die endliche Impulsbreite und die Unschärfe der Gleichzeitigkeit berücksichtigt werden. Das Intervall 7:5 kommt im abendländischen Tonsystem nicht vor. Die Naturseptime hat dort keine Verwendung. In der Berechnung der Autokorrelation steht es aber sogar vor der kleinen Sext 8:5.

Demnach werden sogar bei der neuronalen Verarbeitung die Intervallverhältnisse unscharf registriert (Tramo 2001:102). Nervenimpulse sind also keine idealen Impulse, sondern haben eine gewisse Breite, die in der Größe von Mikrosekunden liegt. Wenn zum Beispiel mehrere Impulse an einer postsynaptischen Zelle ankommen, muss zuerst das Potential in ihr das erforderliche Niveau erreicht haben, bis sie feuert. Beides benötigt Zeit („Unschärfe der Gleichzeitigkeit“) und muss deshalb in einem Analysemodell miteinbezogen werden.

### **Zwei Modelle für „das Zeitfenster der Unschärfe“ (Ebeling, Tramo)**

1. Man modelliert ein Rechteckfenster und zwei Nadelimpulse werden als „gleichzeitig“ erkannt, wenn sie innerhalb dieses Fensters auftreten.
2. Man bildet anstelle der Nadelimpulse schmale Rechteckimpulse. Sie gelten dann als gleichzeitig, wenn sie sich zeitlich überdecken. Die Summe in diesem Überlappungsbereich ergibt ein Dreieck, dessen Basisbreite gleich Summe zweier Rechteckimpulse ist.

Diese beiden Modelle sind neurophysiologisch existent. Die Breite der Nervenimpulse liegt im Mikrosekundenbereich, mit 0,05 bis 1,0 ms. Die Reaktionszeit eines Neurons hat Latenzzeiten von  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{3}$  ms. Wenn innerhalb dieser Zeit zwei Impulse antreffen, wird Gleichzeitigkeit signalisiert und das Neuron feuert (vgl. Fricke 2009: 6).



**Abb. 17.:** „Kurve der Verschmelzung (Konsonanzgrade) nach der allgemeinen Koinzidenzfunktion (Ebeling 2008: 515)

## 2.6 Spektralanalyse versus Periodizitätsanalyse

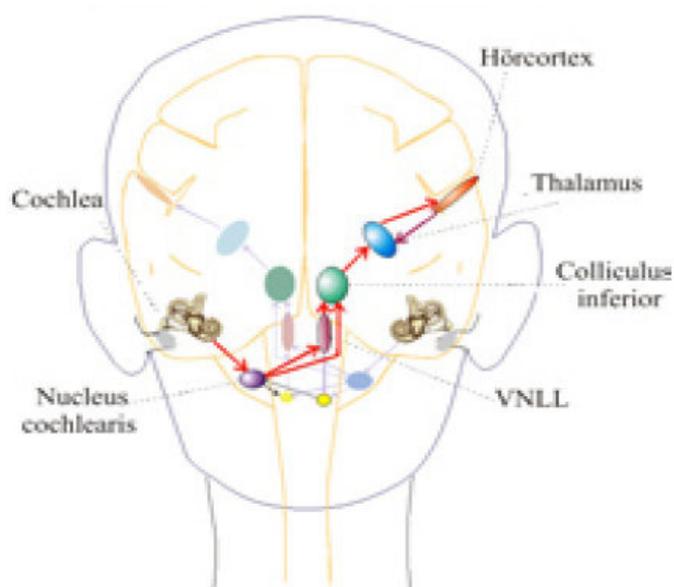
### Spektralanalyse

Jede hörbare Frequenz hat einen Ort auf der Basilarmembran des Innenohrs bzw. der Cochlea, an dem die Sinneszellen bzw. Haarzellen am stärksten auf diese bestimmte Frequenz reagieren (Békésy 1960; Geisler 1998, zit. n. Ebeling 2005: 508) Diese Orte sind vom Anfang der Basilarmembran am ovalen Fenster bis hin zur Spitze der Cochlea (Schnecke) von den höchsten zu den tiefsten Frequenzen angeordnet. Jeder Ort hat eine bestimmte Frequenz, auf die er am stärksten durch die Entladung von Nervenimpulsen reagiert. Die Umsetzung der Frequenzen des Signals in ein solches Ortsmuster wird Tonotopie genannt und stellt eine Analyse im Frequenzbereich dar (Plomp 1964). Diese tonotopie Organisation bleibt im gesamten Hörsystem bis zur Hirnrinde erhalten. (Romani, Williamson & Kaufmann 1982, zit. n. Ebeling 2005: 509) Langner et al. (2007) konnten ferner beweisen, dass die spektrale Aufteilung auch periodotop im gesamten Hörsystem weiter besteht.

### Periodizitätsanalyse

Gleichzeitig mit der spektralen Aufteilung der Frequenzen auf die Basilarmembran, werden die auf das Ohr treffenden Signale in Nervenimpulsen umgewandelt, die die Schallinformation durch neuronale, elektrische Impulse in den Nerven übertragen. Die Analyse solcher Impulsketten findet im Zeitbereich statt. Nach Langner et al. (1988) geschieht eine Periodizitätsanalyse im Hirnstamm mittels neuronalen Autokorrelator. Die

Obertöne und Grundfrequenzen werden also anhand einer Periodizitätsanalyse miteinander verglichen. Ein Autokorrelator ist ein mathematisches Instrument, der das Zusammentreffen oder die Koinzidenz jeweiliger Impulse in Zeitreihen statistisch auswertet. Langer et al. konnten 1988 einen solchen neuronalen stattfindenden Korrelationsmechanismus, der die Periodizitätsanalyse durchführt, bei Katzen im Bereich zwischen dem *Cochlea nucleus* und dem *Colliculus inferior* nachweisen. Ein analoge Struktur findet sich auch beim Menschen im *Colliculus inferior* (Langner et al. 2000).



**Abb. 18.: Das auditorische System:** „Vereinfachtes Schaltschema des Gehörs. Die roten Pfeile markieren den wichtigsten Weg des Informationsflusses von der Cochlea zur Hörrinde. Die Signale werden auf die jeweils gegenüberliegende Hirnhälfte verschaltet. Spektrale und zeitliche Information wird von den Haarzellen in der Cochlea über den Hörnerven auf die Nervenzellen der ersten zentralnervösen Hörbahnstation (Nucleus cochlearis) übertragen. Die auditorische Information wird über eine Reihe von weiteren Nervenzentren (Colliculus inferior, Thalamus) zum Cortex weitergeleitet“ (Langner 2007: 12)

### 3. Harmoniewahrnehmung: universell oder kulturell?

#### Einleitung

In diesem Kapitel soll die Frage besprochen werden, ob die Fähigkeit der Harmoniewahrnehmung auf universell angeborenen oder kulturell erworbenen Tatsachen beruht. Nach den Recherchen ist diese auch nicht mit einem schlichten Ja oder Nein zu beantworten. Die Natur beeinflusst die Kultur und umgekehrt.

Mit „Natur“ sind sowohl die universellen Merkmale des Menschen als auch die in der Natur vorkommenden „Töne“, wie die Naturtonreihe gemeint. Manfred Spitzer findet eine gültige Definition, die den menschlichen Hörapparat mit den Naturklängen in Verbindung stellt: „Unser akustisches Verarbeitungssystem hat sich den Klängen, die es aus der Natur zu verarbeiten hat, angepasst“ (Spitzer 2009: 105).

Ebenso meint der deutsche Musikpädagoge und Komponist Hermann Erpf (1891-1969): „Kunst ist nicht Natur, sie benutzt naturgegebene Möglichkeiten auf ihre eigene Weise“ (Erpf 1969: 13f). Die Betonung auf „ihre eigene Weise“ ist genau der kulturelle Unterschied. Am Beispiel des Gamelanorchesters macht sich dieses Merkmal dadurch bemerkbar, dass hier durch den Gebrauch von Metallophonen und den Tonskalen ein für westliche Ohren dissonanter Klang entsteht, die Indonesier empfinden diesen als „natürlich“.

Der Mensch hat von Natur aus gegebene Sinnesorgane, mit denen er die Möglichkeiten besitzt etwas Kunstvolles zu bestaunen, zu entwickeln, zu hören, zu sehen. Jeder gesunde Mensch kann zum Beispiel etwas zeichnen: ob jetzt besonders schön oder nicht, soll in diesem Zusammenhang nicht von Bedeutung sein. Je nach wachsendem Interesse und natürlich auch Talent werden weitere Theorien entwickelt, z.B.: in welchen Proportionen ein Gesicht gemalt werden muss, usw. Es entsteht ein Diskurs von verschiedenen Meinungen und irgendwann kristallisiert sich eine vermeintlich „richtige“ Theorie für die jeweilige Zeit, den jeweiligen Kulturraum heraus. In der Musik gilt ein ähnliches Prinzip. Der Mensch hat einen Hörapparat, der gewissen Grenzen unterworfen ist. Je mehr man darüber weiß und Forscher Theorien mit empirischen Beweisen liefern, desto mehr wird sich auch die Kultur, in der der Diskurs stattfindet, ändern und entwickeln. Der Kulturraum und die jeweilige Geschichte spielen dabei eine wichtige Rolle. Im geschichtlichen Sinne gründet die abendländische

Musik auf den Erkenntnissen von Pythagoras, auf den Zahlenverhältnissen der Schwingung regelmäßiger Körper.

Der deutsche Neuroakustiker Gerhard Langner sieht die pythagoräischen Verhältnisse als physikalische Gegebenheit im Gehirn: „Nach Pythagoras favorisieren wir harmonische Intervalle in der Musik, weil dahinter einfache Zahlenverhältnisse stehen, die unser Geist intuitiv erkennt“ (Langner, zit. n. Burger 2007).

„Unser Gehirn reagiert quasi wie ein Musikinstrument, dass, in Schwingung versetzt, denselben mathematischen Gesetzmäßigkeiten gehört wie oszillierende physikalische Objekte“ (Langner 2007: 18). Dass Neuronen, die auf eine bestimmte Tonhöhe reagieren, auch auf die entsprechende Oktave oder Quinte ansprechen, hat nichts mit angeborenen oder erlernten Fähigkeiten zu tun, ist Langner überzeugt (vgl. ebd.).

Auch Bruhn stellt fest: „Harmonie ist einfacher wahrzunehmen als Disharmonie – das ist die Schlussfolgerung aus der neuesten Konsonanzforschung“ (Bruhn, zit. n. Drösser 2009: 177). Auf den Konsonanzen ruhen wir uns gewissermaßen aus. „Unsere Dreiklänge bestehen aus Intervallen, der der Kopf als besonders gut zueinander passend auffasst“ (Bruhn, ebd.).

Seit Mersenne weiß man, dass ein Grundton aus Obertönen besteht (vgl. Amon, 2005: 209). Diese Obertonfrequenzen sind ganzzahlige Vielfache zur Grundfrequenz. Der erste Oberton schwingt doppelt so schnell wie der Grundton, der zweite Oberton dreimal, der nächste viermal so schnell usw. (siehe Kapitel 2) Dabei kann man eine spezifische Nacheinanderreihung von Intervallen feststellen, die der so genannten Obertonreihe. Sie ist unabhängig vom Grundton immer gleich aufgebaut. Der vierte und fünfte Oberton bilden zusammen mit dem dritten einen Dur-Dreiklang. Jeder regelmäßig schwingende Körper besitzt also bereits einen Dur-Dreiklang. Dieses Faktum gilt aber nur nach dem Fourier Theorem. Anders als in der Literatur mehrfach fälschlicherweise behauptet, löst das Ohr den Durdreiklang nicht auf (vgl. Amon, 2005: 210). Bei dem in der Literatur als gewöhnlich angegebenen Durdreiklang mit 4:5:6 in der Obertonreihe handelt es sich vielmehr um die zweite Ableitung. Der erste Durdreiklang liegt davor mit 3:4:5 und ist ein Quartsextakkord. (vgl. Amon, 2005: 210).

Dennoch wollen viele Musiker und Komponisten westlich – musikalisch geprägter Herkunft mit diesem fälschlichen Glauben den Beweis erbringen, dass ihre Harmonielehren, bzw. das

gesamte Musiksystem, somit auf natürlichen Gegebenheiten beruhen und diese gegenüber jeglichen anderen Musiktheorien, die auf anderen Tonverhältnisse aufbauen, vorzuziehen ist.

Ein prominenter Vertreter dieser Ansicht ist der Komponist Paul Hindemith:

„Die Töne 1-6 der Obertonreihe (die Oktave, Quinte, Quarte, große und kleine Terz enthaltend) ... und ihre höheren Oktaven (das Doppelte, vier-, achtfache ihrer Ordnungs-, Schwingungs- und Proportionszahl (!) zeigen uns den ausgebreiteten Durdreiklang, für den geschulten, wie für den einfältigen Geist gleicherweise eine der großartigsten Naturerscheinungen: einfach und überwältigend wie der Regen, das Eis, der Wind. Solange es eine Musik gibt, wird sie immer von diesem reinsten und natürlichsten aller Klänge ausgehen und in ihm sich auflösen müssen, der Musiker ist an ihn gebunden wie der Maler an die primären Farben, der Architekt an die drei Dimensionen“ (Hindemith 1937: 39).

Manfred Spitzer zitiert zum Beispiel den Dirigenten Leonard Bernstein, der noch einen Schritt weiter geht und sogar von einer universellen Musiksyntax überzeugt ist (Bernstein 1976: 424, zit. n. Spitzer 2009: 34):

„I believe that from Earth emerges musical poetry, which is by nature of its sources tonal. I believe that these sources cause to exist a phonology of music, which evolves from the universal known as the harmonic series. And that there is an equally universal musical syntax, which can be codified and structured in terms of symmetry and repetition. (...) I believe that our deepest affective responses to these particular language are innate ones, but do not preclude additional responses which are conditioned or learned.“

Bernstein stützt sich auf die Auffassung des Linguisten Noam Chomsky, indem er die Struktur von Musik direkt mit der von Sprache vergleicht (vgl. ebd.: 34). Nach Chomsky hat der Mensch nämlich eine allgemein (vielleicht vererbte) Tiefenstruktur der Syntax, die immer beim Sprechen oder Verstehen einer Sprache angewendet wird (ebd.). Als vergleichbares universelles Element in der Musik sieht Bernstein beispielsweise die Wiederholung (vgl. Bernstein 1976: 145-161, zit. n. Spitzer 2009: 34) und die Obertonreihe (zit. n. ebd.).

Vielen Forschern zufolge findet sich kein Moll-Dreiklang in der Obertonreihe, obwohl er unbestritten im abendländischen Musiksystem einen gleichwertigen Stellenwert hat wie der Dur-Dreiklang. Der Wiener Musiktheoretiker Heinrich Schenker (1868-1935) lehnt es zum Beispiel ab, den Moll-Dreiklang aus der künstlichen Untertonreihe abzuleiten. Er ist davon überzeugt, dass „die Theorie die Kunst, wie sie geworden ist und wie sie ist, zu erläutern hat und nicht umgekehrt“ (Schenker 1906, zit. n. Frisius 1978 im Vorwort: 7). Im Gegensatz dazu sieht Riemann nach der Theorie des harmonischen Dualismus (1893) Dur und Moll als gleichberechtigt und begründet dies, dass der Moll-Dreiklang in der Obertonreihe als Spiegelbild des Dur-Dreiklangs wirkt.

Ferner kann man noch eine Menge „willkürlich“ entstandener Merkmale des westlichen Musiksystems entdecken (zwölf Tonschritte, meist einfache Zweier-, Dreier- oder Vierertakte

usw.), die keineswegs auf Natur beruhen. Die Aufteilung der Oktave in zwölf Halbtonschritte entwickelte sich deshalb, um das analysierende Ohr einigermaßen zufrieden zu stellen und zugleich Harmonie, d.h. den Zusammenklang mehrerer unterschiedlicher Töne zu erlauben (Spitzer 2009: 105). Demnach ist es vollkommen widersinnig, die abendländische Musik auf ein höheres Podest gegenüber den anderen Musikkulturen zu stellen.

Es werden in diesem Kapitel konkrete Forschungsprojekte vorgestellt und diskutiert. Der Neurowissenschaftler Stefan Koelsch kann sogar empirische Indizien dafür liefern, dass eine musikalische Syntaxverarbeitung im Gehirn stattfindet und diese bei einem Regelbruch auch unbewusst bei Nichtmusiker zu einer spezifischen Neuronenaktivität führt. Man muss aber bedenken, dass die Nichtmusiker westlicher Herkunft waren, demnach mit dem abendländischen Musiksystem aufgewachsen sind. Trotzdem ist es interessant, dass ohne jegliches Zutun, das Gehirn die Fähigkeit hat musikalische Regularitäten zu speichern. Die Ergebnisse der ähnlichen Versuche von Tom Fritz bei dem Volk der *Mafa* in Nordkamerun werden kritisch besprochen.

Nachdem die musikalischen Kulturen so vielfältig sind und kaum universelle Merkmale gefunden werden können, ist es nach Parncutt „wohl sinnvoller, nach kulturübergreifenden Ähnlichkeiten zu suchen“ (Parncutt 2005: 227).

Nach Parncutt (2005) sind drei Aspekte in diesem Zusammenhang von Bedeutung (vgl. ebd.: 228):

1. Musik zählt zu den wichtigsten kulturellen Aktivitäten in den meisten Gesellschaften und es ist bis heute keine einzige Gesellschaft ohne irgendeine Form von Musik bekannt.
2. In den meisten Gesellschaften werden charakteristische Arten musikalischer Stile mit spezifischen Gefühlen verbunden und je nach gesellschaftlichem Anlass wird ein Stil ausgewählt, der diese hervorrufen soll. Das signifikante Verhältnis zwischen musikalischer Struktur und Emotion ist aber in den einzelnen Kulturen sehr unterschiedlich. (siehe Kapitel 3.2)
3. Alle akustischen Strukturen, die weltweit in der Musik Verwendung finden, lassen sich nach Rhythmus (evoziert einen isochronen Takt oder Impuls, Umfang und Verteilung der Frequenzen beim menschlichen Herzschlag und bei der Schrittgeschwindigkeit ähnlich), Melodie (an – und abschwellige Tonhöhe einer einzelnen Stimme, Umfang und Verteilung der Tonhöhe entsprechen fast überall die

der Sprache) und Harmonie klassifizieren (Zusammenklang mehrerer Stimmen, dabei entstehen neue Klangfarben; die scheinbare Zahl der Stimmen ist geringer als die tatsächliche Verschmelzung).

Eine Erklärungshypothese dieser Ähnlichkeiten ist nach Parncutt die pränatale Erfahrung. Das Herz- Kreislaufsystem, Bewegungen (vor allem beim Laufen) und die Stimme der Mutter schaffen eine pränatale akustische Umwelt. Jene Geräuschkuster weisen mit den musikalischen Strukturen eine bemerkenswerte Ähnlichkeit auf. Nach Parncutt könnte diese Vertrautheit mit solchen Geräuschkustern Basis für die Entwicklung der Musik in allen menschlichen Gesellschaften sein (vgl. Parncutt 2005: 228).

Drei Fragen zur Erforschung der Harmoniewahrnehmung lassen sich erkennen, über die die folgenden Unterkapiteln Aufschluss geben wollen: *Liegt das Harmonieempfinden in den Genen? Ist diese Wahrnehmung im Mutterleib geprägt? Oder ist es einfach eine physikalische Eigenschaft des Gehirns, die allen regelmäßig schwingenden Körper zuteil ist?*

Musik wird auch immer mit den Phänomenen Sprache und Emotion in Verbindung gebracht. Daher werden im Folgenden auch die Zusammenhänge in Bezug auf die Harmoniewahrnehmung dargestellt.

### 3.1 Pränatale Harmoniewahrnehmung

Das Innenohr des menschlichen Fötus ist mindestens drei Monate vor der Geburt voll ausgewachsen und funktionsfähig. Parncutt (2005) geht davon aus, dass die Frequenzanalyse somit beim Fötus im letzten Schwangerschaftsdrittel genauso verläuft wie beim Erwachsenen (vgl. Parncutt 2005: 234). Damit liegt er jedoch falsch, denn es sind überzeugende Beweise überliefert, die zeigen, dass nur Umgebungsklänge mit Frequenzen unter 300 Hz ungedämpft das fötale Innenohr übertragen werden (Gerhardt, Otto, Abrams, Coll, Burchfield, & Peters, 1992, zit. n. Abrams 1998: 308).

In welchem Grad dieses akustische Erlebnis im positiven und negativen Sinn das fötale Verhalten formt oder die fötale Reifung verändert, ist abhängig von der Charakteristik der Klangstimuli, die das zentrale Nervensystem erreichen (Abrams 1998: 308).

Diese Charakteristiken sind definiert durch die Dauer und das Ausmaß der akustischen Signale im Fruchtwasser. Im Weiteren ist von Bedeutung, inwieweit der mit Flüssigkeit gefüllte äußere Gehörgang und das Mittelohr dem Fötus Schutz bieten (Gerhardt et al. 1992). Ferner spielt auch die Kompetenz der Cochlea des Fötus eine wichtige Rolle (Abrams, & Peters, 1994, zit. n. ebd.).

Man weiß wenig über die Effekte der Föten gegenüber komplexen Klängen, wie Sprache und Musik. Griffiths et al. (1994) konnten jedoch herausfinden, dass die männliche Stimme verständlicher ist als die weibliche Stimme (vgl. Abrams 1998: 309).

Außerdem zeigen die Analysen der Informationsübertragungsmerkmale von innerer und äußerer Aufnahme der Gebärmutter, dass stimmliche Information besser in die Gebärmutter übertragen werden, als andere Merkmale des Stimuli, wie der Ort, von wo er artikuliert wurde (Bilabial vs. global) oder die Art und Weise wie der Stimuli geformt ist. (Explosivlaut vs. Reibelaut) (ebd.). Nach Milder & Nicely (1955) ist die stimmliche Information auch mit Verlusten höherer Frequenzen des Schalldrucks verbunden (vgl. ebd.) und geht auch mit der Voraussage konform, dass die Übertragung in die Gebärmutter so gesehen werden kann, als eine Übertragung durch einen Tiefpassfilter (Abrams, & Longmate 1993, zit. n. ebd.).

Die Dämpfung höher frequentierter Klänge (Gerhardt et al., 1990) machen es schwierig spezifische Merkmale der Musik zu identifizieren. Abrams vermutet beispielsweise, dass die Klangfarbenmerkmale, nachdem wir Instrumente erkennen, durch die Filterung höher geordneter Teiltöne durch den Bauchraum verdeckt sein könnten (vgl. Abrams 1998: 309). Diese Vermutung basiert auf seine früheren Forschungen in der Beurteilung der akustischen

Übertragung mit reinen Tönen und Breitbandgeräuschen. Abrams bezieht sich auf Rossing (1990), der herausfand, dass die akustischen Merkmale für die Klangfarbenidentifikation die relative Amplitude und ihre zeitlichen Muster inkludieren (ebd.).

Im Folgenden werden die Experimente von Abrams vorgestellt, der die spektralen Merkmale von komplexen musikalischen Tönen im Bauchraum gemessen hat.

Der Schalldruckpegel in der Luft (also außerhalb des Bauches) wurde verglichen mit Messungen des Schalldruckpegels im Bauch.

Viele Forscher haben begonnen mit Schafen zu experimentieren, da bei menschlichen Experimenten nur ein begrenztes Ergebnis ausfindig gemacht werden konnte. Sie gingen davon aus, dass die Ähnlichkeiten des Körpergewichts, sowie die Bauchgröße während der Schwangerschaft zwischen Schaf und Mensch zu einer ähnlichen akustischen Übertragungscharakteristik führen (vgl. Abrams 1998: 308).

## **Methode**

In den ersten Experimenten wurden Schafe mit Halothane anästhesiert. Man intubierte die Schafe während der ganzen Prozedur mit 100% Sauerstoff und 1,5-2.0% Halothan.

Danach versetzt man einen Schnitt in der Bauchmitte und setzte einen kalibrierten Miniatur-Unterwasserschallempfänger (Hydrophon) in die Bauchhöhle in der Mitte zwischen vorderer und hinterer Bauchwand in einer Position von 5 cm von einer Seitenwand.

Dieses Hydrophon hatte eine Wiedergabe zwischen 0,1 Hz und 20 kHz (+/- 1 dB)

Die schwangeren Schafe wurden auf einer Bahre platziert und zu einer klangbeschallten Kabine geführt. Das Zentrum der Lautsprecher war 1m von dem Schaf entfernt und abgestimmt zur Höhe der Bauchseitenwand des Schafes.

Anfänglich maßen die Forscher das Grundrauschen, dazu gehörten die Geräusche des Schafes wie die Atmung, Herz- und Gefäße, Darms und die Kehlkopf Aktivität und auch die Geräusch außerhalb des Schafes.

Musikalische Töne von C2 (65Hz) bis C5 (500Hz) wurden durch ein Musiksequenzprogramm getriggert. Ebenfalls wurde eine Audiokassette benützt um Musik vorzuspielen. Midi-Beispiele repräsentierten verschiedene Klangfarben wie Trompete, Flügelhorn, Posaune, Fagott, Flöte, Cello, etc. Die Schalldruckpegel - Werte der erkennbaren Teiltöne wurden über das Grundrauschen aufgenommen. Zusätzliche wurde ein Miniaturhydrophon auf der Haut in der Nähe der fötalen Ohrmuschel befestigt.

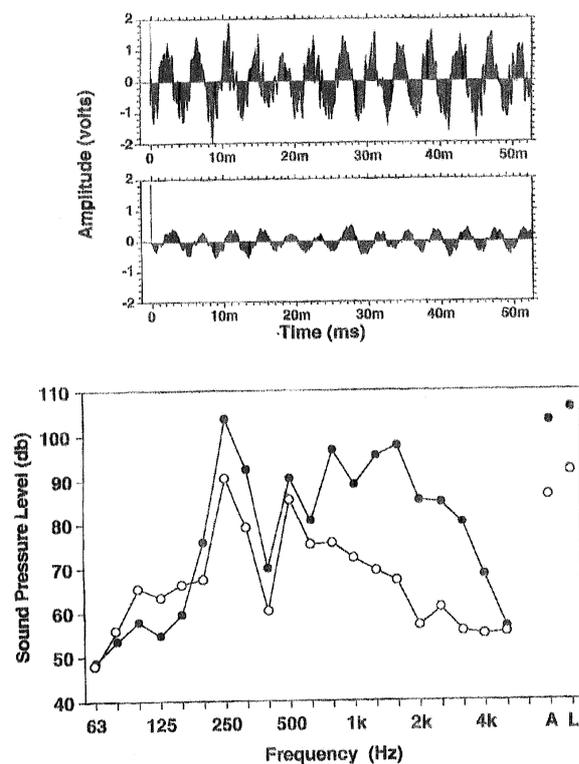
Einige Tage später, als das Schaf ruhig in einem Wagen stand, konnten die Forscher Trompeten und Flügelhornklänge an der Oberfläche des Schafes und in der amniotischen Flüssigkeit des fötalen Ohrs aufnehmen.

## Resultate

Zwei Experimente mit Trompete und Flügelhorn veranschaulichen die Verteilungen und Größe der Teiltöne der Töne, die in der Luft aufgenommen wurden und die in der Gebärmutter.

Der Verlust von spektraler Energie während der Übertragung durch den Bauch und Gebärmutter ist größer für Frequenzen über 125 Hz für das Flügelhorn und ist am meisten sichtbar über 600 Hz bei der Trompete.

In den meisten Fällen produzierten Töne mit weniger als 300 Hz (in der Luft übertragen) einen Schalldruckpegel, der an die Aufnahmen im Bauch sehr nahe kommt. Zwischen 315 und 2500 Hz erhöht sich die Schalldämpfung konsistent mit 5 dB per Oktave.



**Abb.19.: Wellenform eines synthetisierten Trompetenklanges :Tonhöhe : C4 (250Hz) (Abrams 1998: 311)**

Oben : Aufnahme außerhalb des Uterus

Unten : Aufnahme innerhalb des Uterus

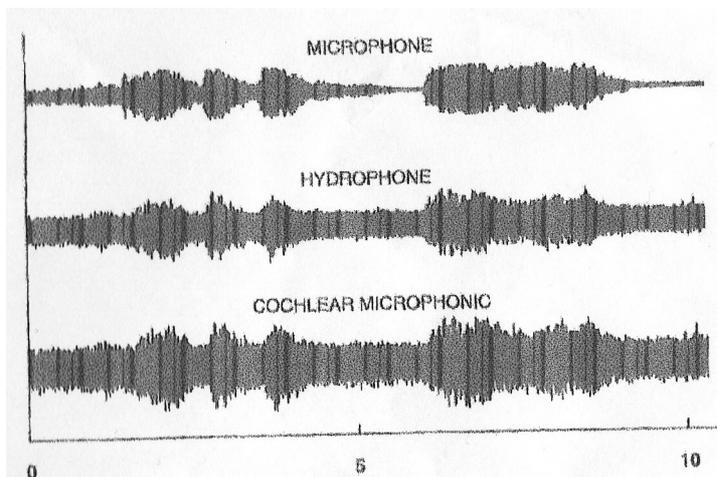
Bei der intrauterinen Aufnahme ist die Amplitude sehr Schwingung sehr gedämpft

Der Schalldruckpegel wurde außerhalb (gefüllte Kreise) und innerhalb (offene Kreise) der Gebärmutter eines schwangeren Schafes gemessen, das 1m von einem Lautsprecher entfernt stand. Ab 600 Hz sinkt die spektrale Energie.

## Analyse/Diskussion

Der Verlust von Klangqualität bzw. Dämpfung wurde zuvor bei Gebärmutteraufnahmen von Stimmen bemerkt (Griffiths et al.1989, zit. n. ebd.). Trotzdem kann die Verständlichkeit von Phonemen sehr hoch sein (Griffiths et al.1994, zit. n. ebd.). Bei der Wiedergabe von Gebärmutteraufnahmen konnte eine erstaunliche Reduktion höher- frequentierter Obertöne erfasst werden (Abrams & Gerhardt 1997). Nach Griffiths et al. 1994 ist diese Reduktion auch mit der von Sprache konsistent (vgl. Abrams 1998: 312).

Diese Resultate stammen von abdominellen und intrauterinen Aufnahmen des Schalldruckpegels. Jedoch wird die Klangübertragung, die zuerst durch die amniotische Flüssigkeit, dann zum fötalen Innenohr wandert, durch die Knochenleitung begründet (Gerhard 1996). Man könnte also behaupten, dass weitere Übertragung zum Verlust höherer Frequenzbänder führen müsste. Dieser Verlust an Energie ist weniger als 10 dB für Töne unter 300-500 Hz, aber 40 dB bei höheren Frequenzen (Abrams et al. 1998: 314). Darum wird der Fötus nach Abrams auch nicht in die traditionellen musikalischen Klangfarben eingeweiht, denn diese haben relativ hohe Frequenzen (1000-2000Hz) (vgl. ebd.). Auch der Informationsinhalt von einem Signal kann wenig beeinflusst werden. Abrams et al. 1998 befestigten ein Mikrofon in die Cochlea des Fötus und spielten den bekannten ersten Satz von Beethovens 5ter Symphonie vor.



**Abb.20.:** Elektrische Signale von einem Mikrofon (außerhalb) Hydrophon in der Gebärmutter und cochlären Mikrofon, während einem Ausschnitt des 1. Satzes von Beethovens 5ter Symphonie (Abrams 1998: 315)

Es zeigt sich, dass der Signalpegel des cochlären Mikrophons quantitativ nicht vergleichbar ist wie der vom Mikrofon und dem Hydrophon. Trotzdem ist nicht zu übersehen, wie ähnlich sich die Wellenformen sind und man erkennt die Melodie dahinter.

### 3.1.1 Neuronale Wahrnehmungsprozesse bei Föten

Die Antwort der fötalen Herzrate zu Umgebungsgeräuschen (Verzögerung der Klänge zwischen 85 und 100 dB) und eine Beschleunigung für Klänge lauter als 100 dB ist ähnlich der Herzfrequenz eines Neugeborenen, der auf Klänge antwortet (Lecanuet et al., 1995, zit. n. Lecanuet & Schaal 1996: 4). Jedoch ist im Fall des Neugeborenen die Grenze nach unten bei ungefähr 10dB. Dieser Wert ist auch der Durchschnitt der Schalldämpfung von Klängen zwischen der mütterlichen Umgebung und dem fötalen Innenohr, mindestens in Frequenzbändern unter 300 Hz (Gerhard et al. 1992).

Trehub et al. (1993) konnten überzeugende Argumente liefern, die bezeugen, dass Säuglinge schon eine Sensibilität für Oktaven, zu einfachen Frequenzverhältnisse und zu manchen Merkmalen der Harmonie (wie Dur- und Mollunterscheidung, siehe Kapitel 3.2) besitzen. Ab wann diese Sensibilität entwickelt wird ist noch unsicher. Dennoch konnte bewiesen werden, dass Präferenzen für Musik und Sprache pränatal existent sind (Lecanuet & Schaal 1996).

Die Mutterstimme, wie auch die Stimmen außerhalb der Mutter (nahe bei ihr) werden mit über 100 Hz klar in die Gebärmutter übertragen (Lecanuet & Schaal 1996: 5). Aufnahmen von Busnel und Querleu 1992 mit einem Schalldruckpegel von 60 dB haben gezeigt, dass die Sprache der Mutter und anderer in den höheren Frequenzen signifikant gedämpft war (vgl. ebd.). Die prosodischen Charakteristiken blieben aber erhalten. Die Sprache war einigermaßen verständlich, bei einigen Phonemen und Wörtern (zu 30%), wenn die Aufnahmen weit von der Plazenta weg durchgeführt wurden (ebd.). Griffiths et al. 1989 fanden heraus, dass Phoneme durch männliche Stimmen, aufgenommen in einem schwangeren Mutterschaft, eine Durchschnittsverständlichkeit hatten von 55% (61% bei 85 dB, 47% bei 75 dB und 41% bei 65 dB) während die erzeugten Phoneme der weiblichen Stimmen nur 34% Durchschnittsverständlichkeit betragen (vgl. ebd.).

Abrams behauptet, dass die Charakteristiken der Schalldämpfung von musikalischen Klängen in ihrer Übertragung zum Fötus einen unspezifischen Effekt in Bezug auf die beschriebenen Präferenzen haben könnten (vgl. Abrams 1998: 314). Der Fötus kann also die tieferen Frequenzen und die zeitliche Dauer von Musik erfassen. Diese erweisen sich als melodische Komponenten in der fötalen musikalischen Wahrnehmung.

### 3.2 Dur und Moll – Untersuchung an Säuglingen

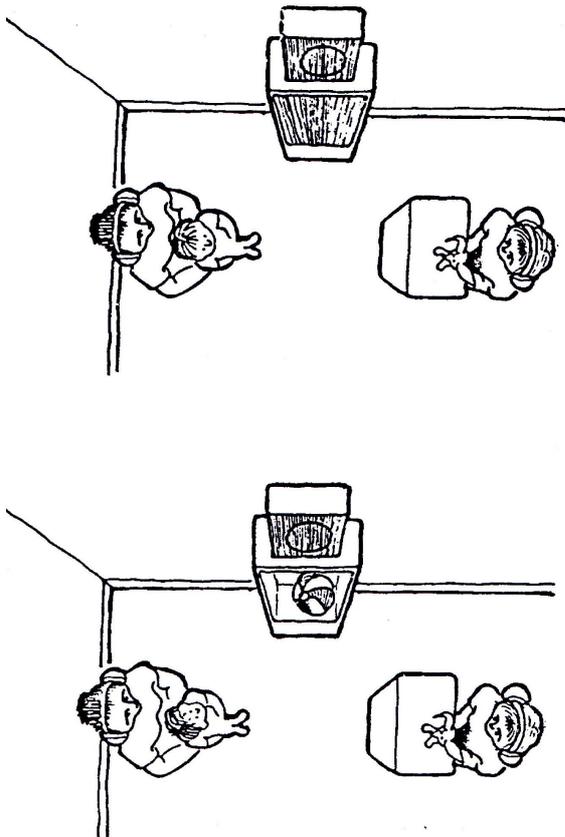


Abb. 21.: Aufbau des Experiments in der Säuglingsforschung nach Trehub (Trehub 1993: 163)

Links: die Mutter mit dem Säugling auf dem Schoß. Rechts: Die Versuchsleiterin zielt darauf mit Handpuppen die Aufmerksamkeit des Säuglings auf sich zu ziehen. Beide tragen Kopfhörer und hören ein Rauschen, sodass sie die vom Lautsprecher gespielten Stimuli nicht wahrnehmen können. Eine Standard- Tonfolge wird wiederholt vom Lautsprecher in einem Winkel von 45 Grad links von der Mutter, abgespielt. Wenn der Säugling geradeaus schaut, gibt die Versuchsleiterin per Knopfdruck das Zeichen für einen Testdurchgang. Danach wird die Tonfolge durch eine Testfolge ersetzt und die Reaktionen des Säuglings werden durch die Versuchsleiterin beobachtet. Wenn der Säugling sich nach links wendet, wird dies mit einem Tastendruck von der Versuchsleiterin verzeichnet. Wenn sich der Säugling innerhalb von vier Sekunden nach einem Test- Durchgang um 45 Grad oder noch mehr nach links dreht, wird diese Hinwendung durch eines von vier beleuchteten und bewegten Spielzeugen in der Reichweite des Lautsprechers (in der Abbildung durch den Stern symbolisiert). Ein Links- Wendung der Säuglinge zu einer anderen Zeit wird jedoch nicht verstärkt (Spitzer 2009: 158).

In einem Experiment der kanadischen Wissenschaftlerin Sandra Trehub wurde untersucht, ob denn Säuglinge schon ein Konsonanz-Dissonanz Bewusstsein bzw. auch schon ein Harmonieempfinden mit Dur und Moll dreiklängen haben. Weiters wollte man feststellen, ob auch eine Bevorzugung gegenüber konsonanten Klängen stattfindet.

#### Methode

Den Säuglingen wurden Dur – Dreiklänge der Form 1-3-5-3-1 in verschiedenen Tonarten als Standard - Tonfolge vorgespielt (zum Beispiel von C-E-G-E-C, oder A - Cis- E- Cis- A, usw.)

Dabei wurde gelegentlich ein Dreiklang aus zwei Terzen (eine übermäßige Quinte) (z. B.: C-E-Gis – E-C) eingestreut. Bei einem solchen Dreiklang wendete sich der Kopf der Säuglinge zum Lautsprecher hin. Man konnte demnach beobachten, dass zwei große Terzen auch für Säuglinge ungewohnt sind. Krumhansl (1990) konnte feststellen, dass dies bei Erwachsenen der Fall ist, auch wenn sie sich für gänzlich unmusikalisch betrachteten (vgl. ebd.: 161). Das Experiment wurde dann in umgekehrter Reihenfolge aufgebaut, indem man die ungewohnten Dreiklänge als Standard vorspielte und die Dur-Dreiklänge einstreute. Hierbei wurde keine Hinwendung eigens zu Dur-Dreiklängen beobachtet. Folgend lässt sich ableiten, „dass Säuglinge im Alter von etwa einem dreiviertel Jahr die besondere Stellung des Durdreiklangs wahrnehmen können“ (Spitzer 2002: 161).

Außerdem registrierten die Säuglinge auch Tonalität. Es wurden wieder Dur- Akkorde wechselnder Tonarten vorgespielt. Als Standard-Folgen wurden zuerst Dur - Akkorde in direkter Nachbarschaft des Quintenzirkels vorgespielt, d.h. beispielsweise: G-Dur, dann C-Dur, D-Dur usw., oder Durdreiklänge, die im Quintenzirkel weiten Abstand hatten wie zum Beispiel: C-Dur, E-Dur und Gis – Dur)

In der große Terz - große Terz Tonfolge wurden wieder Töne aus verwandten oder nicht verwandten Tonarten des Quintenzirkels verwendet. Wie sich herausstellte, hatte die Verwandtschaft im Quintenzirkel einen Einfluss auf das Unterscheidungsvermögen zwischen Dur und große Terz – große Terz. Die Säuglinge lenkten ihre Aufmerksamkeit „offensichtlich nicht nur auf die einzelnen Dreiklänge, sondern auch auf deren Kontext“ (Spitzer 2002: 162). Sie nahmen also Bezüge zwischen den Tonarten des Quintenzirkels wahr (vgl. ebd.).

Die Wahrnehmung von Konsonanz und Dissonanz ist noch früher entwickelt, wie das folgende Experiment von Zentner und Kagan (1996, 1998) zeigt (vgl. ebd.). Sie spielten insgesamt 32 vier Monate alten Säuglingen (je 16 männlich bzw. weiblich) je zwei konsonante und dissonante Versionen kurzer Musikstücke vor. Sie dauerten insgesamt 35 Sekunden und bestanden aus zwei synthetisierten Stimmen. Als konsonante Version produzierte man zwei Stimmen, die mit parallelen Terzen geführt wurde. Bei der dissonanten Version war die Zweistimmigkeit mittels einer kleinen Sekund geführt.

Die Säuglinge wurden so vor den Lautsprecher gesetzt, dass ihr Kopf im Winkel von 45 Grad zu diesem gerichtet war, sie sich also der Musik mit dem Kopf noch zuwenden können (Spitzer 2002: 163). Die Reihenfolge der vier Melodien war variabel, und Kopf- bzw. Blickbewegungen während des Vorspielens der Musik wurden mit Video aufgezeichnet.

Ausgewertet wurde die Länge des Blicks in Sekunden auf die Seite des spielenden Lautsprechers sowie die motorische Aktivität der Säuglinge (ebd.).

Man beobachtete, dass die Säuglinge deutlich länger zur Musik schauten, wenn sie konsonant war, was auch einem Versuchsleitereffekt oder Lerneffekt zuzuschreiben sein könnte. Ferner waren sie bei konsonanten Melodien ruhiger in ihren Bewegungen, als bei dissonanter Musik (Spitzer 2002: 163). Die Länge der Hinwendung des Blicks durch einen Säugling wird nach zwei Faktoren bestimmt, nämlich der Bevorzugung und der Abweichung: Der Säugling schaut länger hin, wenn etwas erstens schön oder angenehm oder zweitens neu erscheint. Da man annehmen kann, dass die dissonanten Melodien weniger zu den Vorerfahrungen der Säuglinge zählen, kommt man zur Einschätzung, dass die Reaktion der Säuglinge (die verlängerte Aufmerksamkeit zum Lautsprecher) durch die Bevorzugung der konsonanten Musik bedingt war (ebd.: 163). Wäre der Blick allein durch Neugierigkeit geprägt gewesen, hätte man eher eine Hinwendung zur dissonanten Musik beobachten müssen. Die Säuglinge bewegten sich aber deutlich mehr bei den dissonanten Melodien. Diese Bewegungen signalisieren, nach Spitzer, Wachheit (ebd.: 163). Diese kann zwei Formen annehmen: entweder kann sie ängstlicher, also unangenehmer oder angenehmer Form sein. Dabei ist bei der dissonanten Musik höchstwahrscheinlich, dass es sich bei der registrierten Erregung der Säuglinge nicht um Freude, sondern um ängstliche Wachheit handelte (ebd.: 164). Die Mütter wurden auch nach deren Hörgewohnheiten gefragt um eventuelle Anpassungen gegenüber der Bevorzugung konsonanter Musik der Säuglinge zu erkennen. Hierbei wurde durch die Auswertung der Fragebögen kein Zusammenhang festgestellt. Daher meinen die Autoren, dass die Bevorzugung konsonanter Musik möglicherweise angeboren ist. An dieser Stelle ist aber zu bemerken, dass die Säuglinge durchwegs aus mittelklassigen amerikanischen Familien stammten und keine Babys aus anderen Kulturen untersucht wurden. Trotzdem ist es bemerkenswert, dass Konsonanz und Dissonanz derartig früh unterschieden werden kann. Diese Studie wurde von Trainor und Heinmüller (1999) wiederholt (vgl. ebd.). Es zeigte sich auch hier, dass Kinder im Säuglingsalter bereits konsonante Musik bevorzugen.

In einer anderen Studie (Jusczyk & Hohne 1997) wurden sieben Monate alten Säuglingen zwei Sätze aus einer Sonate von Mozart zwei Wochen lang vorgespielt (vgl. ebd.). Es konnte nachgewiesen werden, dass nach zwei weiteren Wochen die Erinnerung dieser Sätze blieb (nachdem man sie innerhalb dieser zwei Wochen nicht mehr gehört hatte) und die Kinder auch bevorzugt gegenüber unbekanntem ähnlichen Musik reagierten (vgl. ebd.). Ähnlich wie bei Wörtern, die ebenfalls bereits in diesem Alter über zwei Wochen behalten werden können

(vgl. Jusczyk & Hohne 1997, zit. n. ebd.), verhält es sich daher offensichtlich mit Musik (vgl. Saffran et al. 2000, zit. n. ebd.).

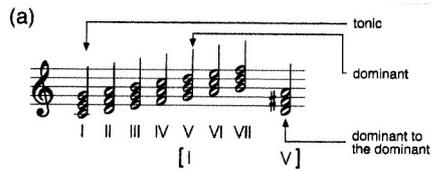
### **3.3 Harmonie und Sprache**

Der amerikanische Sprach- und Hirnforscher Steven Pinker, der in sämtlichen Artikeln und Büchern immer wieder zitiert wird, ist zum Beispiel der Meinung, dass Musik überhaupt nur ein Nebenprodukt der Sprache sei. Musik sei „auditiver Käsekuchen“ wie Pinker formuliert (vgl. Weinberger 2003: 31, Levitin 2009: 319, Drösser 2009: 27). Die eigentliche Anpassungsleistung ist die der Sprache. Diese bringt natürlich Vorteile im Überlebenskampf. Durch Sprache werden Wissen und kulturelle Errungenschaften über Generationen mündlich weitergegeben (vgl. Drösser 2009: 27). Den vielseitigen und flexiblen Stimmapparat, der sich für die Sprache entwickeln musste, konnte man dann eben auch für „überflüssige“ Dinge nutzen, wie die der Musik. So wie Käsekuchen, der auch nicht lebensnotwendig, aber durchaus eine genüssliche Freude bereiten kann (vgl. Pinker 1997, zit. n. ebd.). Für Pinker ist Musik in allen menschlichen Kulturen ein Indiz dafür, dass Musikalität wohl angeboren ist, jedoch keine durch Anpassung entwickelte Form (vgl. ebd.: 28).

#### **3.3.1 Das grammatische Gehirn**

Im Gegensatz zu Pinker wollen Koelsch und Fritz den Beweis bringen, dass die Regeln der Musik auch biologische Relevanz besitzt. Ihre Verarbeitung, bzw. Entschlüsselung im Gehirn soll im Folgenden dargestellt werden.

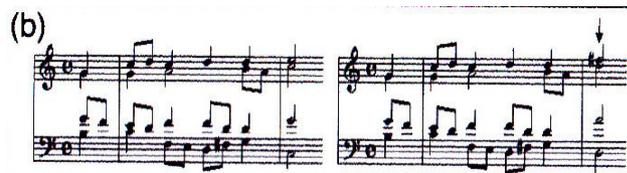
In dur-moll-tonaler Musik gibt es einige Regeln und Regelmäßigkeiten. Diese können auch als musikalische Syntax bezeichnet werden. (Riemann 1887, Eberlein 1994, Koelsch 2005:119) Für ein Experiment nahmen die Forscher Koelsch und Fritz speziell den Aufbau und die Verwendung der Akkordfunktionen als ein Teil dieser Syntax. In diesem Fall verwenden sie als Beispiel die C-Dur Tonleiter auf deren Töne die jeweiligen Akkorde aufgebaut sind. Der Akkord auf dem ersten Tonleiterton wird Tonika genannt, der auf dem vierten Ton Subdominante und der auf dem fünften Dominante. Ferner wird der Durakkord auf dem zweiten Ton auch als Doppeldominante bezeichnet.



**Abb. 22.: Akkordfunktionen in dur-moll-tonaler Musik**

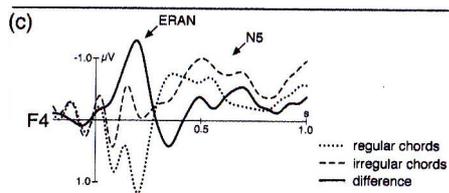
(Koelsch/Fritz 2007: 120)

Die Stufen 1-4-5-1 (Tonika - Subdominante - Dominante - Tonika) werden in ihrer Reihenfolge in der Regel verwendet. Die Dominante-Tonika Fortschreitung wird in häufiger Form als Ende einer harmonischen Sequenz eingesetzt. Das Ende einer harmonischen Sequenz oder eines Musikstücks wird jedoch in den wenigsten Fällen durch eine Tonika-Dominante angezeigt.



**Abb. 23.: Reguläre und irreguläre Kadenz** (Koelsch/Fritz 2007: 120)

Die Abbildung 23 zeigt zwei Sequenztypen. Beide bestehen aus sechs Akkordfunktionen, die ersten fünf Akkorde unterscheiden sich nicht zwischen den beiden Sequenztypen. Der fünfte Akkord des linken Sequenztyps A ist eine Tonika und bezeichnet somit ein reguläres Ende. Der Schlussakkord der rechten Sequenz B ist eine Doppeldominante und hat daher ein irreguläres Ende. Diese Sequenzen wurden in zufälliger Abfolge (reguläres und irreguläres Ende) in allen zwölf Durtonarten präsentiert, dabei wurde jede Sequenz ein einer anderen Tonart als der Tonart der vorhergehenden Sequenz vorgespielt. Die Versuchspersonen waren sog. Nichtmusiker, d.h. Personen, die von einer „Tonika“ noch nie etwas gehört haben, keine Noten lesen können und kein Musikinstrument spielen. Es wurde die EEG-Methode (Elektro-Enzephalogramm) angewendet. Dabei wurden Änderungen der hirnelektrischen Aktivität an der Oberfläche der Kopfhaut gemessen. Es konnte gezeigt werden, dass die irregulären Akkorde anders verarbeitet wurden als die regulären.



**Abb. 24.: Hirnelektrische Potenziale** (Koelsch/Fritz 2007: 120)

Die gepunktete Linie zeigt die ereigniskorrelierten Hirnpotentiale (EKPs), die durch die regulären Akkorde evoziert wurden, die gestrichelte Linie zeigt die EKPs der irregulären Akkorde. Angezeigt durch die dicke Differenzkurve unterscheiden sich die beiden Kurven deutlich voneinander (ebd.).

Das ist bemerkenswert, denn 1. waren die Versuchspersonen sog. Nichtmusiker, 2. die musik-syntaktische Irregularität war sehr unauffällig und 3. der irreguläre Akkord stellte auch physikalisch kein abweichendes Verhalten dar (vgl. ebd.: 122).

### Fazit

1. das implizite Wissen über musikalische Regularitäten wird wahrscheinlich durch alltägliche Hörerfahrungen erworben.
2. Dieses Wissen führt auch bei Nichtmusikern zu hochsensitiven Reaktionen des Gehirns auf musik-syntaktische Irregularitäten, selbst dann, wenn sie es selbst nicht bewusst bemerken. Ferner konnte der gleiche Befund auch festgestellt werden, während Versuchspersonen ein Buch lesen oder ein Videospiele spielen, sowie unter leichter Propofol Sedierung.

Diesen Befund bei Nichtmusikern, musikalische Information schnell und genau entsprechend diesem impliziten Wissen zu verarbeiten, schreibt Koelsch „eine allgemeine Fähigkeit des menschlichen Gehirns“ zu. (...) „Diese allgemeine menschliche Musikalität unterstreicht die biologische Relevanz von Musik“ (ebd.: 122f).

Der erste Unterschied zwischen den beiden Kurvenlinien ist um ca. 200 Millisekunden (ms) maximal. Das negative Potential, das durch den irregulären Akkord in dieser Zeitspanne evoziert wurde, hat eine rechts-frontale Schädelverteilung und wird als *early right anterior negativity* (ERAN) bezeichnet (vgl. ebd.). Diese wird normalerweise gefolgt von einer späteren Negativierung, der sog. N5 (Abb. Kurzer Pfeil). „Die ERAN wird interpretiert als Korrelat neuronaler Aktivität musik-syntaktischer Verarbeitungsprozesse, die N5 als Korrelat harmonischer Integrationsprozesse“ (ebd.).

Auch beim Hören „echter“ Musik von Bach, Haydn, Mozart und Beethoven, also nicht durch künstliche Stimuli hervorgebrachte Musik konnte die ERAN evoziert werden. Dabei ist sie

größer bei Musikern als Nichtmusikern und konnte auch bei fünfjährigen Kindern beobachtet werden (vgl. ebd.: 123).

Mittels magnetoencephalographischer (MEG) Methoden (Magnet-Enzephalogramm) wurde die ERAN im inferioren *frontolateralen Cortex* lokalisiert (Abb.23). Diese Methode ist dem EEG ähnlich. Sie misst die durch die elektrische Aktivität von Neuronen produzierten magnetischen Felder (Koelsch & Schroeder 2009: 410).

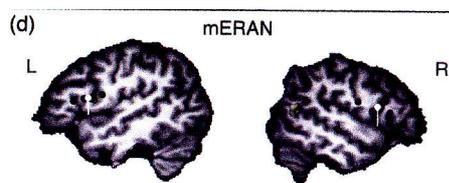


Abb. 25: Quell-Lokalisation der ERAN durch MEG (Koelsch/Fritz 2007: 120)

Dieser Teil des Gehirns ist auch entscheidend für die Verarbeitung sprachlicher Syntax (Koelsch 2005: 125). In der linken Hemisphäre wird dieser Bereich auch *Broca-Areal* genannt. Diese Erkenntnis wurde auch durch Experimente mit funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) gestützt. Mittels dieser Methode ist es möglich, die Bestimmung von Orten neuronaler Aktivität im gesamten Kortex und in einigen subkortikalen Strukturen zu erkennen. Das geschieht durch die Messung des Sauerstoffgehalts des Blutes in wenigen Kubikmillimeter großen Volumina der jeweiligen Hirngebiete (Koelsch&Schröger 2009: 410). In diesem Experiment zeigen die fMRT Daten, dass die Verarbeitung musiksyntaxisch irregulärer Akkorden nicht nur das *Broca Areal* aktiviert, sondern auch *posterior - temporale* Areale. Diese werden auch in der linken Hemisphäre als *Wernicke Areal* bezeichnet. Sowohl das Broca- als auch das Wernicke Areal sind entscheidend in die Wahrnehmung und in die Produktion involviert (ebd.:125).

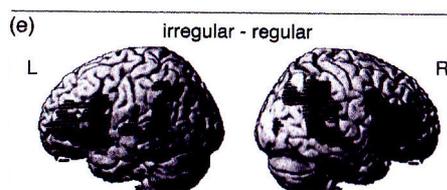


Abb. 26.: fMRT- Daten der Aktivierungen im Gehirn (Koelsch/Fritz 2007: 120)

Die Daten der Abb.26 zeigen, dass das neuronale Areal für Sprache auch der Verarbeitung von Musik dient. In Sprachexperimenten ist dieses oft in der linken Hemisphäre stärker aktiviert als in der rechten, in Musikexperimenten ist es meist in der rechten Hemisphäre etwas stärker aktiviert als in der linken (ebd.).

Es stellt sich die Frage, ob die Verarbeitung dur-moll-tonaler Regularitäten an kulturelle Erfahrungen gebunden ist oder nicht. Der Forscher Tom Fritz ist dieser Frage im Rahmen einer Expedition zum Volk der *Mafa* in Nordkamerun nachgegangen. Er spielte dort einigen *Mafa*, die noch nie zuvor westliche Musik gehört haben, die Stimuli aus dem Experiment zur musikalischen Syntaxverarbeitung vor. (ähnlich denen aus Abb.22,23,24,25,26.) Dabei sollten die Versuchspersonen, wenn sie gefragt wurden, jeweils einen Knopf für das richtige, und einen für das falsche Ende drücken. Die Allermeisten konnten keinen Unterschied zwischen regulären und irregulären Akkorden erkennen.

Bei einem anderen Experiment, so behauptet die Forschergruppe, konnte der Unterschied deutlich festgestellt werden: Die Aufgabe war nicht, auf die regulären oder irregulären Akkorde mit einem Tastendruck zu reagieren. Stattdessen wurde die Hälfte der Schlussakkorde mit einem normalen Klavierklang gespielt und die andere Hälfte der Schlussakkorde mit einem Harfenklang. Die Aufgabe bestand darin, eine Taste für die Schlussakkorde mit Klavierklang, und eine für die Schlussakkorde mit Harfenklang zu drücken. Bei diesem Experiment waren die Reaktionszeiten für das Tastendrücken deutlich länger, wenn der letzte Akkord auf einer Doppeldominante endete, als wenn er auf einem Tonika Akkord endete. Aufgrund dieser Tatsache sieht Fritz seine These bestätigt, „dass die unterschiedlichen Akkordfunktionen (reguläre Tonika und irreguläre Doppeldominante) kognitiv unterschiedlich verarbeitet wurden, und dass also dur-moll-tonale harmonische Relationen vom menschlichen Gehirn erkannt werden, selbst wenn ein Mensch noch nie vorher dur-moll-tonale Musik gehört hat“ (Koelsch/Fritz 2005: 124). Diese Aussage kann nach Meinung der Autorin nicht unreflektiert bestätigt werden, da der Ausgang des Experiments durch die unterschiedlichen Klänge – Klavier- und Harfenklang – stark beeinflusst, bzw. vereinfacht wurde.

### **3.3.1.1 Die Wahrnehmung impliziten Wissens der Musiksyntax**

Kinder, die aus einem westlich kulturellen Umfeld stammen, erwerben während ihrer frühen und mittleren Kindheit ein implizites Wissen über die Syntax der westlichen Musik (Hannon & Schellenberg 2009: 140) Sie bemerken sogar ohne ausführliche Vorbildung „falsche Töne“

in einem bekannten Musikstück oder einer Tonleiter (Trehub 2003, zit. n. ebd.). Jedoch erscheint es schwierig Tonhöhenveränderungen und Tonleitern aus einer fremden Kultur wahrzunehmen (vgl. ebd.). Ferner bemerken Erwachsene und siebenjährige Kinder Abweichungen in Tonhöhen, welche die Tonart und die implizite Harmonie einer Melodie stören. Sie haben aber Schwierigkeiten, solche Veränderungen zu erkennen, bei denen die Melodie erhalten bleibt (vgl. ebd.). Die Befunde von Trehub 2003 und Trehub & Hannon 2005 zeigen folgendes (vgl. Schellenberg & Hannon: 140):

Achtmonatige Babys entdecken im Unterschied beide Arten von Abweichungen gleich gut – es fehlt ihnen noch an kulturspezifischem Wissen über die Tonart und die gemeinte Harmonie. Fünfjährige haben zwar schon ein Bewusstsein für die Struktur der Tonleiter, nicht aber über die implizite Harmonie. Diese Befunde lassen erkennen, dass die tonale Wahrnehmung bis in die frühen Schuljahre hinein noch nicht komplett entwickelt ist, sondern sich erst im Alter zwischen sechs und zwölf Jahren ausbildet.

Durch Verletzungen, Unfälle, Schlaganfälle, Krankheiten kann es vorkommen, dass die voll entwickelte Syntax plötzlich „auseinander bricht“. Berühmtestes Beispiel ist der französische Komponist Maurice Ravel (1875 – 1937), der vermutlich aufgrund einer fokalen zerebralen Degeneration, wobei einzelne Bereiche des Gehirngewebes verkümmern, ab 1933 keine neuen Stücke mehr notieren konnte. Ravel behielt sein musikalisches Vorstellungsvermögen, konnte auch Tonleitern spielen, aber war nicht im Stande, sie aufzuschreiben (vgl. Weinberger 2003: 32).

Oliver Sacks beschreibt in einem Buch „Der einarmige Pianist“ eine Komponistin und Pianisten, die Anfang vierzig einen Autounfall und dabei sehr schwere Kopf- und Rückgratverletzungen erlitten hatte. In einem Brief beschreibt sie die Folgen, die durch die Verletzungen ihre Musikwahrnehmung verändert haben (Sacks 2008:146ff):

„ (...) Musikhören war ein komplexer Prozess aus rascher Analyse von Form, Harmonie, Melodie, Tonart, Entstehungszeit, Instrumentierung... Das Hören war gleichzeitig linear und horizontal... Ich hatte das alles in den Fingerspitzen, in den „Ohrenspitzen“

Und dann erhielt ich den Schlag auf den Kopf, der alles veränderte. Das absolute Gehör war weg. Ich höre und unterscheide zwar noch Tonhöhen, bin aber nicht mehr in der Lage, sie zu benennen und im musikalischen Raum einzuordnen. Ich höre noch, aber in gewisser Weise höre ich zu viel. Ich nehme alles unterschiedslos auf, in einem Maße, das gelegentlich zu einer rechten Qual wird. Wie hört man Musik ohne Filtersystem?“

Bezeichnenderweise war das erste Stück, das ich verzweifelt zu hören wünschte, nachdem ich wieder einigermaßen klaren Kopf hatte, Beethovens opus 131. Ein kompliziertes vierstimmiges Streichquartett, das sehr emotional und abstrakt ist. Kein leichtes Stück, weder zum Hören noch zum Analysieren. Ich habe keine Ahnung, wieso ich zu diesem Zeitpunkt, als ich mich kaum an meinen Namen erinnerte, überhaupt wusste, dass es ein solches Stück gab.

Als das Stück kam, hörte ich mir zunächst die erste Solophrase der ersten Violine wieder und wieder an, ohne wirklich in der Lage zu sein, ihre beiden Teile miteinander zu verbinden. Beim Rest des Satzes hörte ich vier getrennte Stimmen, vier dünne, scharfe Laserstrahlen, die in verschiedenen Richtungen auseinanderliefen. Heute, nach fast acht Jahren nach dem Unfall, höre ich noch immer die vier Laserstrahlen in gleicher Weise ... vier intensive Stimmen. Und wenn ich einem Orchester lausche, vernehme ich zwanzig intensive Laserstimmen. Es ist außerordentlich schwer, alle diese verschiedenen Stimmen in ein sinnvolles Gesamtbild einzuordnen.“

### **3.4 Harmonie und Emotion**

Musik löst beim Menschen Gefühle aus. Die Frage nach dem Warum soll im folgenden Kapitel erläutert werden. Musikalische Emotionen werden oft als zu individuell, schwer fassbar und unterschiedlich beschrieben um sie einer wissenschaftlichen Überprüfung zu unterziehen. Daher nehmen einige Forscher auch an, dass keine allgemeinen neuronalen Strukturen und Funktionen für Emotionen gefunden werden können (Peretz 2010: 101). Die Forschungsarbeit von Paul Ekman über menschliche Gesichtsausdrücke belehrt diese Kritiker aber eines besseren, sie hat geholfen die wissenschaftliche Gemeinschaft zu überzeugen (vgl.: Peretz 2010: 101). Ekman konnte in empirischen Statistiken Beweise für die erbliche Bedingtheit zahlreicher emotionaler Ausdrücke finden. Darunter waren auch die von ihm unterschiedenen sieben „Basisemotionen“ Fröhlichkeit, Wut, Ekel, Furcht, Verachtung, Traurigkeit und Überraschung, die quer durch alle Kulturen aufzuspüren sind, und bei allen Menschen als gleichbedeutend erkannt und ausgedrückt werden. Die für ihn grundlegenden Gesichtsausdrücke sind nicht kulturell erlernt, sondern erblich bedingt (Ekman 1969: 86f).

Man konnte in der Folge bestätigen, dass gewisse Emotionen bemerkenswert unveränderlich in allen Altersgruppen vorkommen (vgl. Peretz 2010: 101). Diese sind Fröhlichkeit, Traurigkeit, Wut und Angst. Diese Grundemotionen sind heute der Schwerpunkt neuropsychologischer Studien. Sie werden als angeborene Reflexe gesehen. Viele Forscher glauben, dass Musik Fröhlichkeit, Traurigkeit und Angst hervorrufen kann (vgl.: ebd.). Das Auslösen dieser Grundemotionen ist beispielsweise das Ziel für Film Soundtracks. Außerdem sind diese in der Musik am einfachsten zu erkennen und zu kommunizieren (ebd.). Wenn es also stimmt, dass die musikalische Kommunikation der dargestellten Grundemotionen tatsächlich angeboren sein soll, müssten ähnliche Verhältnisse quer durch alle Musikkulturen erkennbar sein. Das heißt, dass westlich musikalisch geprägte Leute genauso fähig sein sollten, die Musik anderer Kulturen „richtig“ emotional abzuleiten. Umgekehrt, sollten auch Erwachsene isoliert von der westlichen Kultur fähig sein, diese gleich zu erfassen. Diese Hypothesen sind noch wenig ausgetestet. Eine vielversprechende Studie von Balkwill und Thompson (1999) zeigt, dass westliche Hörer keine Anstrengungen haben die Emotionen

Freude, Trauer und Wut in indischen Ragas zu erfassen. Japanische Hörer erkennen diese Emotionen in indischer und westlicher Musik. Ferner sind chinesische Hörer in der westlichen Musik nicht nur fähig fröhlich und traurig zu unterscheiden, sondern sie zeigen sogar ein Gefühl für die strukturellen Merkmale (Tempo und Tonart) (vgl. ebd.). Diese Erkenntnisse lassen die Existenz von Beständigkeiten im Ausdruck dieser Grundemotionen quer durch alle Musikkulturen stark vermuten. In Zeiten von Globalisierung und weltweitem Datenaustausch wird es immer schwieriger, echte Beweise zu liefern. So wird man heute kaum einen Europäer finden, der nicht schon einmal mit indischer Musik in Kontakt gekommen ist.

### **3.4.1 Kulturübergreifende Studien über die Wahrnehmung von Emotionen in der Musik**

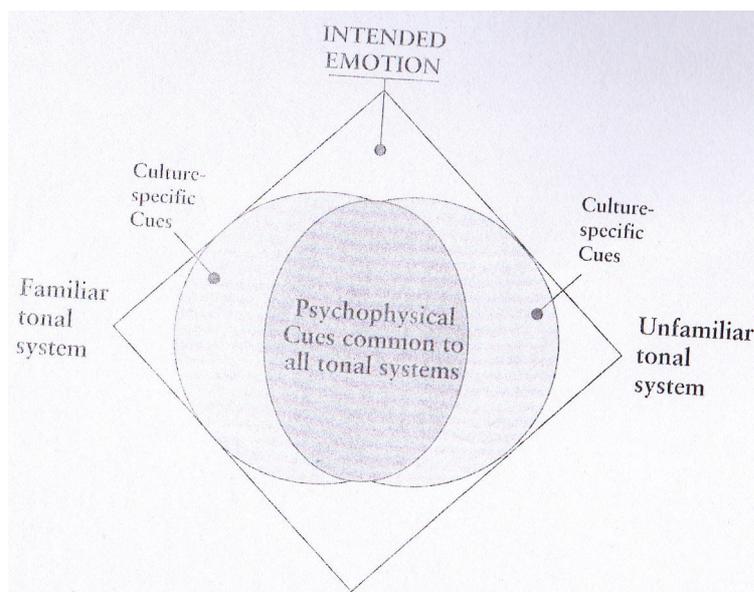
Der Ausdruck von Emotion in der Musik ist ein wichtiger Bestandteil westlicher Kultur. Die Erzeugung dieser Emotionen wird sogar als Voraussetzung für gute Musik gesehen. In anderen, nicht westlichen Kulturen ist dies aber nicht unbedingt der Fall. In vielen dieser Kulturen hat Musik nicht unbedingt die Aufgabe Emotionen hervorzurufen, sondern Gruppen zu koordinieren, z.B.: in Ritualen (vgl. Fritz et al. 2009: 1).

*Können Menschen die beabsichtigte Emotion in der Musik einer nicht familiären Kultur, eines nicht familiären Tonsystems identifizieren? Wenn ja, ist ihre „richtige“ Wahrnehmung der beabsichtigten Emotion gesteuert durch die psychophysikalischen Größen von Musik?*

Balkwill & Thompson (1999) definieren eine psychophysikalische Größe („psychophysical dimension“) als Eigenschaft eines Klanges, welche unabhängig der musikalischen Erfahrung, wahrgenommen werden kann. „[...] a psychophysical dimension will be defined as any property of sound that can be perceived independent of musical experience, knowledge, or enculturation“ (Balkwill & Thompson 1999: 44) Diese wären zum Beispiel: die Taktgeschwindigkeit („speed of pulses“) oder das Tempo. Diese Komplexität ist also eine psychophysikalische Größe, da die Beurteilungen der Komplexität nicht auf die Vertrautheit der Stimuli beruht.

Die Verbindung zwischen emotionalen Beurteilungen und psychophysikalischen Größen wie Tempo, Klangfarbe und Lautstärke konnte schon in anderen Studien bewiesen werden (Behrens & Green 1993; Gabrielsson & Juslin 1996; Gerardi & Gerken 1995, zit. n.: ebd.) Nach Balkwill & Thompson sind diese Größen von Musik nicht kulturspezifisch, sondern haben einen universellen Zweck auditorische Stimuli emotional zu bewerten. „[...]

dimensions of music are not culture-specific, and hence, they may function as universal cues for the emotional evaluation of all auditory stimuli“ (Balkwill & Thompson 1999: 45). Balkwill & Thompson stellen nach ihrer Sicht eine sinnvolle Vermutung an, indem sie die Wahrnehmung von Emotionen in der Musik als ähnlich anpassungsfähig betrachten (vgl. ebd.: 45). Auf bewusste oder intuitive Weise können Komponisten und Musiker sowohl aus grundlegenden Wahrnehmungsmerkmalen (in der Form von psychophysikalischen Merkmalen) als auch aus kulturell bestimmten Konventionen schöpfen, um die Emotion in der Musik hervorzurufen (vgl.: ebd.). Je mehr dieser Merkmale in der Musik vorkommen (kulturspezifisch und wahrnehmungsmäßig), desto stärker ist der emotionale Ausdruck (ebd.). Wenn familiäre kulturelle Merkmale fehlen, muss der Hörer also sein Ohr auf die grundlegenden Wahrnehmungsmerkmale richten, wie Tempo und Komplexität, um ein allgemeines Verständnis der beabsichtigten Emotion zu gewinnen (ebd.).



**Abb. 27.: Psychophysikalische und kulturell-spezifische Merkmale** (Balkwill & Thompson 1999: 46)

Die Abbildung zeigt insgesamt zwei Punkte 1 Jedes tonale System hat ihre eigene kulturelle Art (*cultural specific emotion*) um Emotionen musikalisch auszudrücken. Diese Art überlagert sich nicht mit den anderen tonalen Systemen. 2 Psychophysikalische Merkmale (*Psychophysical Cues common to all tonal systems*) um Emotionen musikalisch auszudrücken sind in allen tonalen Systemen vorhanden. Deshalb gibt es eine Überlagerung.

Man könnte argumentieren, dass die Verbindung der psychophysikalischen Merkmale von Musik mit der Wahrnehmung von Emotionen auch aus der kulturellen Prägung resultiert und auch zwischen den Kulturen differenziert werden kann. Wenn es so sein sollte, dann müssten,

nach Balkwill & Thompson, die Hörer unfähig sein eine beabsichtigte Emotion eines nicht familiären tonalen Systems zu identifizieren (vgl. Balkwill & Thompson 1999: 46).

Wenn diese aber nicht kulturell determiniert ist, so argumentieren die Forscher weiter, sollten die Hörer fähig sein die kulturellen Grenzen zu überschreiten und die beabsichtigte Emotion von Musik eines nicht vertrauten Tonsystem erkennen (vgl. ebd.).

Es wurden also zwei Hypothesen aufgestellt (vgl. ebd.): 1) Die Forscher nehmen an, dass die Hörer einer Kultur mit jeweiligen Tonsystem eine beabsichtigte Emotion durch Musik einer anderen Kultur mit anderem Tonsystem ganz genau wahrnehmen können. 2) Die Hörer benützen allgemeine psychophysikalische Merkmale um die musikalisch ausgedrückten Emotionen zu identifizieren.

Um diese Hypothesen auszuwerten, baten sie Hörer mit westlich- kulturellem Background die Wahrnehmung von Emotionen und die psychophysikalischen Merkmale an Ausschnitten indischer *Ragas* zu beurteilen.

### **Klassische indische Musiktheorie** (vgl. Balkwill & Thompson 1999: 47f)

Die klassische indische Musiktheorie beschäftigt sich mit der Verbindung zwischen den *Ragas* und ihrer dazugehörigen Stimmungslage, auch *Rasas* genannt. Ein interessanter Aspekt dieser Musiktheorie ist, dass der Künstler die Freiheit besitzt, die *Rasa* in jedem Stück, nach seinem Sinn zu gestalten, zu verstärken. Das emotionale Thema eines *Ragas* wird während des *Alap* verstärkt ausgedrückt. *Alap* ist die Einleitung eines jeden *Ragas* und wird traditionell dafür benützt, die Stimmungslage auszudrücken. Der Künstler hat nur die Noten der ausgewählten *Ragaskala* zu verwenden, in der Dauer, im Tempo und Rhythmus hat er aber freie Entscheidung.

Balkwill & Thompson konnten im Zuge einer Feldforschung in Indien zwei professionelle Künstler der klassischen indischen Musik gewinnen. Die zwei Künstler wurden gefragt, welchen *Alap* sie zu den jeweiligen Emotionen *joy/hasya*, *sadness/karuna*, *anger/raudra*, *peacefulness/shanta* auswählen würden um diese auszudrücken. Im Folgenden wurden diese aufgenommen.

Im Vergleich zu Freude und Trauer (*joy* und *sadness*) findet sich Zorn nicht oft in der indische Musik, jedoch schon in westlicher Musik (vgl. Balkwill & Thompson 1999: 47). *Raudra* wird sehr selten verwenden und wird oft als inkongruent mit der nordindischen Ansicht von Musik gesehen. Diese Ansicht ist, dass Musik an sich friedvoll sein soll (vgl. ebd.). Ferner wird *peace* als Basis aller *Ragas* gesehen (ebd.).

Im folgenden Experiment wurden insgesamt fünf psychophysikalische Merkmale untersucht: Tempo, melodische Komplexität, rhythmische Komplexität, Tonumfang und Klangfarbe.

## **Methode**

30 Versuchspersonen von der York Universität im Alter von 23 – 46 Jahren nahmen freiwillig an dieser Studie teil. Alle sind in der westlichen Kultur aufgewachsen und vertraut mit dem westlichen Tonsystem. Zwei der Versuchspersonen gaben an ein wenig mit der indischen Musik vertraut zu sein, aber keinerlei Wissen über die Konventionen der indischen Musik zu besitzen. Die übrigen 28 gaben an, keine Vertrautheit mit indischer Musik zu haben. Außerdem nahmen vier Experten indischer Musik an der Studie teil. Diese haben durchschnittlich 33 Jahre indische Musik unterrichtet oder studiert. Die Experten wurden gefragt, jeden *Raga* mit der jeweiligen *Rasa* zu identifizieren. Jeder der Experten versicherte, dass die Vorführungen der *Ragas*, die sie hörten, kompetente Aufnahmen waren und auch die beabsichtigten *rasas* richtig ausführten.

Die Aufnahmen der Feldstudie (wie oben erwähnt), insgesamt 12 kurze *Alaps*, wurden den Hörern mit einem Kassettenrekorder vorgespielt. Drei Improvisationen für jede der vier Emotionen (*joy/sadness/anger/peace*) wurden aufgenommen.

Die Hörer wurden individuell getestet. Ihnen wurden insgesamt 12, ein- bis vierminütige *Ragas* vorgespielt. Folgend sollten sie die jeweiligen Emotionen nach ihrer Dominanz den gehörten *Ragas* zuordnen. Die *Ragas* wurden den 30 Hörern in unterschiedlicher Reihenfolge präsentiert.

Nachdem die VP die dominante Emotion identifiziert hatten, sollten sie im Weiteren den Stärkegrad der Emotion beurteilen, die sie nach ihrer Ansicht übermitteln sollte. (von 1 - *emotion not conveyed* bis 9- *emotion strongly conveyed*)

## **Beurteilung nach psychophysikalischen Merkmalen**

Um die *Ragas* nach dem Tempo zu beurteilen, fragten die Forscher die VP nach der allgemeinen Geschwindigkeit; *War es sehr schnell* (eine Beurteilung mit 9) *oder sehr langsam* (eine Beurteilung mit 1) *oder irgendwo dazwischen?* Für die Bewertung der melodischen Komplexität hatten die Forscher Fragen wie: *Gab es eine Vielzahl von*

Wiederholungen wie bei dem Lied „Mary had a Little Lamb“? Wäre es leicht diesen Ausschnitt nachzusingen (sehr leicht – eine Beurteilung mit 1)? Wechselte die Melodie und ging sie in unerwartete Richtungen; wäre es schwierig diese nachzusingen (sehr komplex- eine Beurteilung mit 9)? Für die Beurteilung der rhythmischen Komplexität wurden den VP von den Forschern nahegelegt, sich einen Schlagzeuger vorzustellen, der diese Musikausschnitte begleitet. Dabei stellten die Forscher folgende Fragen: *Neigt der Schlagzeuger zu rhythmischen Wiederholungen und sind ihm diese leicht zu folgen* (Would the drummer be doing something very repetitious and easy to follow) (sehr komplex- mit der Beurteilung 9)

Für die Beurteilung des Tonumfangs, sollten die Hörer darauf achten, wie weit der Umfang der Melodie ist. *Sind es wenige Noten wie bei „Mary had a Little Lamb“* (eine Bewertung mit 1)? *oder ist es wie bei einer italienischen Arie, wo die Töne einmal tief und plötzlich wieder hoch gehen?* (eine Bewertung mit 9).

## Resultate

### Hypothese 1

Die Ergebnisse zeigten die höchste Rate bei *joy and sadness* Emotionen. Wie von den Forschern vorhergesehen, wurden diese auch den *joyful* und *sad Ragas* zugewiesen. Jedoch waren die Ergebnisse weniger klar bei den Beurteilungen von *anger* und *peace*. Wiederholte Messungsanalysen der Varianz wurden für jede emotionale Skala durchgeführt um herauszufinden, ob sich die Mittelwerte für jede Emotion signifikant unter den 12 *Ragas* unterscheiden. Man konnte einen signifikante Mittelwert der *Ragas* für *joy*, *sadness*, *anger*, und *peace* ( $p < .001$  für jede).

Diesen Wert betrachteten die Forscher als Indiz, dass die Hörer fähig sind die Emotionen der *Ragas* zu unterscheiden, obwohl sie zuvor keinen vertrauten Umgang mit indischer Musik hatten.

Außer der Emotion *peace*, waren die Mittelwerte der Musikbeispiele (insgesamt drei *Ragas*), die die beabsichtigen Emotion (zum Beispiel *joy*) bei den Hörern erwecken sollten, höher als gegenüber den Mittelwerten der anderen *Ragas* mit anderen Emotionen.

Diese Resultate unterstützten nach Balkwill&Thompson die erste Hypothese.

### Hypothese 2

Die Beurteilungen von *joy* waren sehr stark mit den Beurteilungen des Tempos, der rhythmischen Komplexität und der melodischen Komplexität assoziiert. Jedoch nicht mit dem Tonumfang oder Klangfarbe. Bewertungen von *joy* wurden positiv mit den Bewertungen von Tempo in Zusammenhang gebracht.

Die Beurteilungen von *sadness* korrelierten signifikant mit den Beurteilungen von Tempo, der rhythmischen Komplexität, der melodischen Komplexität, des Tonumfangs, aber nicht mit der Klangfarbe.

Wie von den Forschern erwartet, hatten die Beurteilungen von *sadness* eine negative Verbindung mit den Beurteilungen von Tempo.

Keiner der von den Hörern beurteilten psychophysikalischen Merkmale korrelierte signifikant mit den Beurteilungen von *anger*. Im Falle der Beurteilung der Klangfarbe erfasste man jedoch signifikante Korrelationen. Es gab eine positive Verbindung zwischen Beurteilungen von *anger* und *Ragas*, die mit Saiteninstrument gespielt wurden.

Die Mittelwerte von *peace* korrelierten signifikant mit den Mittelwerten von Tempo, rhythmischer Komplexität, melodischer Komplexität und Klangfarbe aber nicht vom Tonumfang. Wie von den Forschern erwartet waren hohe Bewertungen von *peace* mit niedrigen Beurteilungen von Tempo assoziiert.

Nach den Forschern scheint es, dass die einfacheren Rhythmen und die Klangfarbe einer Flöte bei den Hörern als psychophysikalische Merkmale benutzt wurden um *peacefulness* in den *Ragas* zu beurteilen, obwohl die anfänglichen Resultate zeigten, dass die Hörer keine zuverlässigen Empfindungen hatten für die beabsichtigte Emotion *peacefulness*.

## **Diskussion/Analyse**

Nach Balkwill & Thompson verließen sich die Hörer auf ihre Verfügbarkeit der psychophysikalischen Größen, wenn sie das ihnen völlig fremdartig indische Tonsystem mit seinen Emotionen bewerten sollten. Diese Strategie war erfolgreich für die Wahrnehmungen von *joy*, *sadness*, und *anger*, aber nicht für die Wahrnehmung von *peacefulness*. Daraus folgten Balkwill & Thompson, dass die psychophysikalischen Merkmale für *joy*, *sadness* und *anger* so hervorstechen und somit von den Hörern genau bestimmt werden können (vgl. ebd.:

58). Diese Beobachtung ist vor allem sichtbar bei den Beurteilungen von unwissenden Hörern und Beurteilungen von Experten bei *joy* und *sadness*. Diese zeigten eine starke Korrelation. Die Hörer konnten auch rhythmische und melodische Komplexität in den *Ragas* wahrnehmen. Die Wahrnehmungen von *joy* wurden mit den Wahrnehmungen simpler Melodien assoziiert. Die Wahrnehmungen von *sadness* wurden mit Wahrnehmungen komplexer Melodien verbunden.

Tempo erwies sich als kein besonderes Merkmal bei der Wahrnehmung von *peacefulness* und *anger*. Die Forscher erklärten sich dies, dass *peaceful* und *sad Ragas* beide auf langsame Tempi beruhen und die Hörer sich auf andere Merkmale stützten um diese zu unterscheiden. Im Besonderen korrelierten die Beurteilungen der rhythmischen Komplexität mit den Beurteilungen der *peacefulness*. Simple Rhythmen wurden mit größerer *peacefulness* assoziiert. Trotzdem zeigen die Ergebnisse, dass die Hörer insgesamt in der Unterscheidung der *peaceful Ragas* gegenüber den anderen *Ragas* fehlschlügen. Deshalb, so scheint es nach Balkwill & Thompson, ist die psychophysikalische Größe der rhythmischen Komplexität unzureichend um *peaceful Ragas* von anderen *Ragas* zu unterscheiden.

Timbre war ein signifikanter Indikator für die mittlere Bewertung von *peacefulness* und *anger*. Die Klangfarbe der Flöte war stark assoziiert mit *peacefulness* und die Klangfarbe der Saiteninstrumente war stark assoziiert mit *anger*. Jedoch ist es wie bei der rhythmischen Komplexität, die psychophysikalische Größe der Klangfarbe war unzureichend um *peaceful Ragas* von anderen *Ragas* zu unterscheiden.

Der Tonumfang erschloss sich als psychophysikalische Größe in keiner der Beurteilungen der Hörer als stark genug um die beabsichtigte Emotion aus diesem wahrzunehmen zu können.

### **3.4.2 Universelle Wahrnehmung von drei Grundemotionen (Freude, Angst und Trauer)**

Die Voraussetzung einer Studie von Fritz et. al. 2009 war, dass die Teilnehmer überhaupt kein Wissen über die andere Kultur besitzen. Somit galt auch, besonders bei Individuen nicht westlicher Musik, dass kein gelegentlich vorheriger Kontakt mit westlicher Musik bestand. (wie zum Beispiel durch Radio hören, oder Film schauen) Denn musikalisches Wissen wird implizit erworben und entsteht eben auch durch unaufmerksames Hören (Tillmann/Bharucha/Bigand 2000).

Für die Versuchsgruppe der nicht- westlichen Hörer wurden die *Mafas* gefunden, eine aus 250 ethnischen Gruppen von Kamerun, die völlig isoliert auf einem Berg (Mandara) im Norden Kameruns leben. Die *Mafas* haben keine Elektrizität, somit keinen Kontakt zur Außenwelt und zu westlicher Musik.

## Experiment 1

Das Ziel dieses Experiments galt der Erforschung der universellen Wahrnehmung dreier Grundemotionen, die in westlicher Musik immer wieder vorkommen. (*happy, sad, und scared/fearful*)

Die Analysen der Bewertung – Tendenz zeigen, dass sich sowohl die *Mafas*, wie auch die westlichen Hörer auf zeitliche Merkmale und den Modi bei ihrer Beurteilung emotionalen Ausdrucks stützten. Vor allem ist dieses Ergebnis bei den westlichen Hörern zu beobachten. Ferner waren auch beide Versuchsgruppen geneigt ein höheres Tempo mit *happy* und Stücke mit langsameren Tempo als *scared/fearful* zu klassifizieren. Bei *sad* Stücken wurde keine Korrelation mit Tempo beobachtet. Die Kategorisierung der Stücke war demnach in beiden Gruppen signifikant vom Modus beeinflusst. Sie klassifizierten die Mehrheit der Durstücke als *happy* und die Mehrheit der undefinierten Modi als *sad*. Die meisten Stücke mit Moll betrachteten sie als *scared/fearful*.

Fritz et al. erklären diese Fähigkeit emotionalen Ausdruck in westlicher Musik zu identifizieren mit der universellen Fähigkeit nonverbale Merkmale emotionalen Ausdrucks zu erkennen. (Eckerdal/Merker 2009, zit. n. ebd.) wie zum Beispiel emotionale Prosodie: Diese wird in westlicher Musik nachgeahmt als Mittel um emotionalen Ausdruck zu erzeugen (Juslin 2001: 309ff).

In einer Dokumentation von Global 3000, wo Fritz interviewt wurde, meinte er dazu: „In der Melodieführung der Sprache, was für Pausen wir machen, wo wir hochgehen, wo wir runtergehen (...) dass das das verbindende Glied eben ist für die Mafa, zum Beispiel zu diesen Musikstücken, die nach westlichen Tonsatz komponiert waren.“<sup>5</sup>

Es besteht ferner eine Studie, die zeigt, dass emotionale Prosodie universell erkannt werden kann (Scherer 1997, zit. n. ebd.). Diese Interpretation ist ebenso konsistent mit der

---

<sup>5</sup> <http://www.youtube.com/watch?v=1Bvcfj3VpQc>

Bemerkung, dass ähnliche emotional-spezifische Merkmale in Sprache und Musik verwendet werden um Emotion zu kommunizieren (Scherer 1995/Juslin&Laukka 2003, zit. n. ebd.). Wichtig ist, dass die Wahrnehmung eines emotionalen Ausdrucks, wie im Experiment 1 erforscht wurde, nicht notwendigerweise versichert, dass ein Hörer diesen auch erlebt als solchen (Juslin /Västfjäll 2008, zit.n. ebd.:2).

## **Kritik**

Im Film „Noten und Neuronen“ wird das Forschungsexperiment von Fritz et al. dokumentiert. Man sieht einen *Mafa* mit Kopfhörer sitzend auf einem Stein, neben ihm der Wissenschaftler Fritz ebenfalls mit Kopfhörer. Die drei Gesichter (Freude, Trauer und Trauer) auf jeweils einem A4 Blatt bedruckt, liegen vor ihm befestigt mit Steinen auf dem Boden. Man sieht ihn zweimal wohin zeigen, man kann nach Ansicht der Autorin aber nicht genau erkennen, dass er mit vollkommener Überzeugung auf ein Gesicht hindeutet. Besonders in der zweiten Sequenz des Films, wo ein *Mafa* dies tut, ist seine Deutung nicht genau erkennbar.<sup>6</sup> Es schaut eher aus, als warte er die Reaktion des Wissenschaftlers ab, der ja unmittelbar neben ihm sitzt, um dann zaghaft auf das vermeintlich „richtige“ Gesicht zu zeigen. Er ist eben nicht isoliert von anderen Wahrnehmungen, man sieht Hühner herumlaufen und andere Menschen herumsitzen. Er sieht vom Winkel her den Wissenschaftler, der vielleicht auch unbewusst die Mimik, beispielsweise aufgrund eines trauriges Stückes, verzieht.

## **Experiment 2**

Die Forschungsfrage war, wie und ob die Hörer ein Musikstück emotional erleben, ob sie es angenehm oder unangenehm empfinden. Vorherige Studien lieferten Beweise, dass westliche Hörer konsonante Musik im Vergleich zu dissonanter Musik als angenehmer empfanden (Blood/Zatorre 1999). Das Ziel dieses Experimentes war es zu erforschen, ob die *Mafas* die gleiche Empfindung haben.

Die Forscher präsentierten den beiden Versuchsgruppen original westliche Musik und original *Mafa* Musik und spektral manipulierte Versionen (also permanent dissonante) von diesen Ausschnitten. Jede spektral manipulierte Version bestand aus der Originalmelodie und aus zwei Tonhöhen verschobenen Versionen mit der gleichen Melodie, die synchron vorgespielt wurden. Eine Version war um einen Halbton nach oben verschoben, die andere Version um einen Tritonus nach unten. Diese experimentelle Manipulation erhöhte sowohl die sensorische

---

<sup>6</sup> <http://www.youtube.com/watch?v=GXetDrGub-Y&feature=relmfu>- Minute: 7:22

Dissonanz der Musik, als auch die spektrale Komplexität. Da drei Versionen des musikalischen Ausschnitts gleichzeitig in verschiedenen Schlüsseln hörbar sind, besteht damit eine größere Dichte an spektraler Beschaffenheit (Koelsch et. al. 2009: 2).

Die Resultate zeigten, dass beide, *Mafa*- und westliche Hörer, die originalen Ausschnitte als angenehmer empfanden als die spektral manipulierten Ausschnitte. Daraus folgten die Forscher, dass Konsonanz universell als angenehmer empfunden wird als Dissonanz.

### Kritik

Es ist jedoch auch möglich, dass Dissonanz nicht der einzige Faktor für dieses Resultat war. In den manipulierten Versionen waren mehrere Frequenzen zu hören, damit wurde auch die spektrale Komplexität erhöht und könnte so dazu geführt haben, dass diese Stimuli als unangenehmer empfunden wurden (vgl. Koelsch et al. 2009: 3).

Die Unterschiede der Beurteilung „angenehm- oder unangenehm“ zwischen originalen und manipulierten Versionen waren größer bei den westlichen Hörern als bei den *Mafas*.

Daraus schließen die Forscher, dass die spektral manipulierten Ausschnitte für die *Mafas* möglicherweise so klangen, als ob mehrere Instrumente gleichzeitig spielen würden im Vergleich zu den Original Versionen. Nach den Forschern, bevorzugen *Mafas* Musik, wo mehrere Instrumente gleichzeitig spielen.

### 3.4.3 Beteiligte Gehirnstrukturen bei musikalischen Emotionen

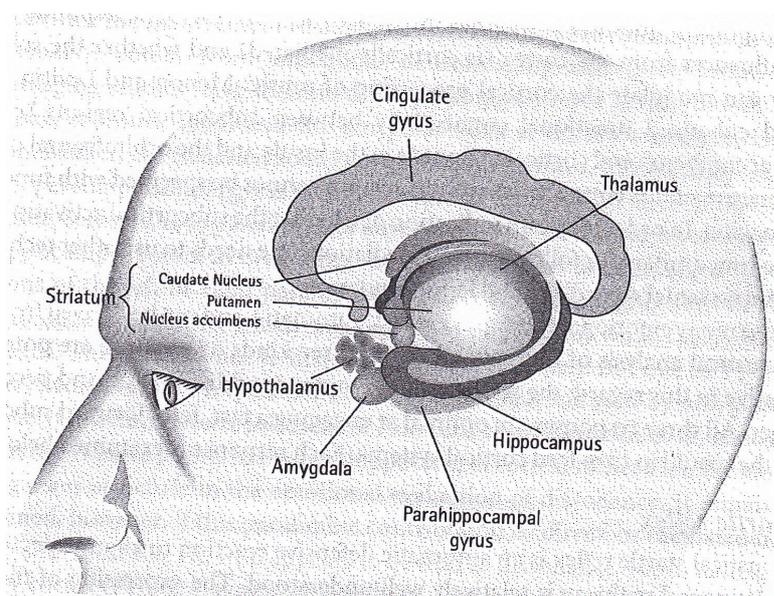


Abb. 28.: Das limbische Zentrum (Gefühlszentrum) (Peretz 2010: 107)

Diese subkortikalen Strukturen sind verwickelt in musikalisch emotionalen Erlebnissen (siehe Abb. 28)

Blood und Zatorre (2001) untersuchten die Veränderungen im regionalen zerebralen Blutfluss (rCBF) während Versuchspersonen ihre eigene Lieblingsmusik hörten, also bei besonders angenehmen emotionalen Erlebnissen. Es wurden Änderungen im Bereich der *anterioren Insel*, des *rechten orbitofrontalen Cortex*, der rechten *Amygdala* und des *ventromedialen präfrontalen Cortex* gemessen. Von diesen Regionen des Gehirns wird angenommen, dass sie in die Verarbeitung von Belohnung und Emotion involviert sind. Ähnliche Ergebnisse lieferten 2006, wie oben schon erwähnt, die beiden Forscher Koelsch und Fritz. Dabei wurden Emotionen durch angenehme und unangenehme musikalische Stimuli induziert. Die angenehmen musikalischen Stimuli waren natürliche Musikstücke. Die unangenehmen Stimuli waren elektronisch manipulierte, permanent dissonante Gegenstücke dieser Musikstücke. Die eingesetzten Stimuli sollten nicht nur unangenehme, sondern auch angenehme Emotionen hervorrufen.

Während des Hörens unangenehmer Musik (unangenehm > angenehm) wurden Aktivierungen des *Hippocampus*, des *Gyrus parahippocampalis* und der *Amygdala* (in beiden Hemisphären) gemessen. Von angenehm zu unangenehm (angenehm > unangenehm) zeigten sich Aktivierungen in der rechten Hemisphäre der *anterior-superioren Insel*, und des *anterior frontolateralen Cortex*, sowie bilaterale Aktivierungen des *Heschlschen Gyri* und des *Rolandischen Operculus*.

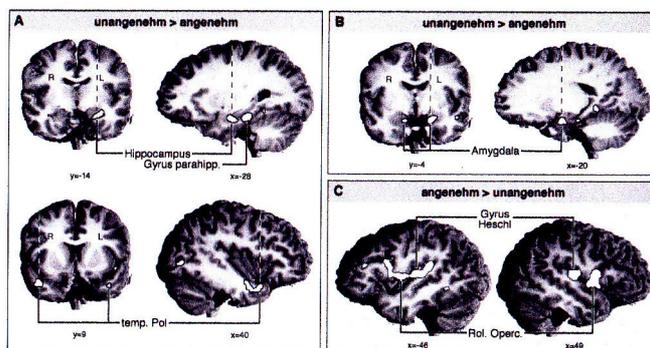


Abb. 29: Aktivierungsänderungen beim Hören angerehmer und unangenehmer Musik (Koelsch/Fritz 2007: 136)

Aktivitätsänderungen wurden also zum einem in limbischen und paralimbischen Strukturen gemessen (*Amygdala*, *Hippocampus*, *Gyrus parahippocampalis* und *anteriore Insel*): Diese

Strukturen haben eine zentrale Bedeutung für die Entstehung und Verarbeitung von Emotion (Blood et al. 1999, Blood/Zatorre 2001).

### **3.4.4 Permanente Dissonanz**

Die Musik des 20. Jahrhunderts scheint zwar für einige Menschen dissonant zu klingen. Sie ist aber meist nicht permanent dissonant und somit auch nicht mit den vorliegenden fMRT Ergebnissen von Fritz und Koelsch (2006) in Zusammenhang zu bringen sind. Da die permanente Dissonanz sowohl für die *Mafas*, als auch für die westlichen Hörer unangenehm empfunden worden ist, stellt sich nun die Frage, ob diese Empfindung womöglich einem stammesgeschichtlichen Ursprung entstammt.

#### **3.4.4.1 Phylogenetischer Erklärungsversuch der permanenten Dissonanz**

Es ist phylogenetisch, also stammesgeschichtlich, sinnvoll, dass Schmerz – und Stresslaute einen höheren Grad an Rauigkeit haben, das passiert vor allem wegen der Verkrampfung des Vokaltraktes (Koelsch/Fritz 2005: 135). Der Grund dafür liegt darin, dass Menschen Signale mit stärkerer Rauigkeit als unangenehmer empfinden und die Wahrnehmung stärker aktiviert wird (ebd.). Bestes Beispiel: Ein schreiendes Baby (= Stresslaut) motiviert uns zur Aktivität, zur Hilfe.

Analog dazu gibt es viele Akkorde und harmonische Wendungen, die durch einen höheren Grad an Dissonanz Spannung und Würze in die Musik bringen wie beispielsweise der Dominantseptakkord, die Subdominante mit hinzugefügter Sexte, etc., die den Menschen zu gesteigerte Aufmerksamkeit bringen. Die stärkere Rauigkeit dieser Dissonanz aktiviert phylogenetisch alte Mechanismen, deren Aktivität wir als Spannung empfinden (Koelsch/Fritz 2005: 134f). Die Aufhebung dieser Aktivität führt zur Entspannung. Koelsch und Fritz vermuten, dass diese Effekte der Rauigkeit einige Aspekte dur-moll tonaler Musik universell dem Menschen verständlich (vgl. ebd.). (siehe Abb.26)

Die Ergebnisse bzw. Daten des fMRT Experiments zeigen starke bilaterale Aktivierungen im Bereich des *Rolandischen Operculums* während des Hörens angenehmer Musik. In diesem Areal befindet sich die Repräsentation des Kehlkopfes (*Larynx*). Der *Larynx* enthält die Stimmbänder, deren Schwingungen vokalen Klang produzieren. Die Frequenz dieser Schwingungen bestimmt die Höhe des stimmlichen Klangs, d.h. die musikalische und

sprachliche Stimmelmelodie wird durch die dynamische Aktivität der Larynx produziert (vgl. ebd.).

Die Versuchspersonen haben aber während des Experiments nicht wirklich gesungen. Demzufolge zeigen die Daten, dass die Probanden vokale Klangproduktion kodiert haben, ohne eine motorischen Aktivität zu vollbringen. Es existiert ein analoges Phänomen im visuellen Bereich: Beim Menschen und bei Affen führt bereits das Beobachten einer Tätigkeit zur Aktivierung prämotorischer Areale (Rizzolatti/Craighero 2004, zit. n. Koelsch/Fritz: 135). Wenn Individuen also visuell eine Handlung oder ein Objekt, das stark mit einer Handlung assoziiert wird, wahrnehmen, wird automatisch eine interne Replik dieser Handlung im prämotorischen Cortex (PMC) erzeugt. Analog wird ein auditorisches PAS (Perzeptions-Aktions-System) angenommen. Die vorliegenden Daten zeigen, dass bereits das Hören angenehmer Musik ein Areal aktiviert, das in die Produktion von Vokalisationen involviert ist. Die Resultate liefern Evidenz für ein auditorisches PAS, sogar dann, wenn diese Information nicht-sprachlich bzw. nicht linguistisch ist (ebd.).

Gründliche Fallstudien führten Peretz und Mitarbeiter 1998 zu einem interessanten Ergebnis: Eine Patientin, die infolge eines Schlaganfalls massive Hirnschädigungen erlitt, hatte Defizite in der elementaren musikalischen Reizverarbeitung. Die Schädigungen betreffen unter anderen Bereiche des *Parahippocampus* (Peretz et. al. 2001) Neben fehlendem Melodiegedächtnis, konnte sie auch Konsonanz und Dissonanz nicht unterscheiden. Die allgemeine Hör- und Sprachfähigkeit sowie die allgemeine Intelligenz der Patientin waren allerdings nicht beeinträchtigt. Die Patientin war aber dazu im Stande, den „fröhlichen“ oder „traurigen“ Ausdruck einer Melodie zu erkennen, mit einer ähnlichen hohen Sicherheit wie gesunde Kontrollpersonen. Dieses Ergebnis bestätigt die Resultate von Blood et al.

Untersuchungen von Altenmüller et al. 2002 zur kortikalen Enkodierung von angenehmer und unangenehmer Musik mit EEG lassen vermuten, dass angenehme Musik eher linkshemisphärisch, unangenehme Musik eher rechtshemisphärisch verarbeitet wird (vgl. Kreutz 2009: 564).

### 3.4.5 Antizipation von Emotionen

Antizipation ist die Vorwegnahme von Erfahrungen (Huron 2006). Der amerikanische Musikpsychologe David Huron nimmt sich dem Begriff über die Beschreibung des Wesens der Musik in einem ganzen Buch „Sweet Anticipation“ an.

Die Geschichte der Erwartung ist gleichermaßen mit Biologie und Kultur verbunden. Die Erwartung ist eine biologische Adaption mit speziellen physiologischen Strukturen und einer langen evolutionären Herkunft. Zur selben Zeit liefert die Kultur eine jeweilige Umwelt, in welcher man Erwartungen bereitgestellt bekommt und erwirbt. Besonders wahr ist dies im Falle der Musik, wo der Kontext, in welchem Kulturraum die Musik stattfindet eine starke Beeinflussung der Vorhersage von Zukunftsklängen bedeutet (vgl. Huron 2006: 3) Für Huron ist das Wesentliche für das Verständnis der Erwartung, Biologie und Kultur als zwei gleichbedeutende Indikatoren zu sehen (vgl. ebd.). Für ihn haben Erwartungen sogar einen eigenen Sinn. Sie sind ein „Zukunftssinn“ (ebd.: 3ff) Der Mensch ist in der Lage sich Dinge vorzustellen, die noch gar nicht hervorgetreten sind. Wenn diese Dinge dann genau so eintreten, hat der Mensch eine gewisse Befriedigung. Dieser „Zukunftssinn“ hat auch einen evolutionären Nutzen. Ein Lebewesen, das vorausschauen und Überlegungen abwägen kann, hat einen großen Überlebensvorteil gegenüber den anderen, die das nicht beherrschen. Wer das Rascheln im Busch als Bewegung eines gefährlichen Tigers vorausahnt, kann schnell flüchten. Wer dies nicht richtig deutet, wird womöglich als Mahlzeit verschlungen. Aus diesem evolutionären Gedanken geht hervor, dass der Mensch keine Überraschungen mag. Schon allein deshalb, weil sie ja ein Zeichen dafür sind, dass die Annahmen über die Zukunft falsch waren, dass eben der „Zukunftssinn“ nicht funktioniert hat (vgl. Huron 2006: 355ff). In früheren Zeiten konnten Überraschungen tödlich sein, deshalb lösen diese beim Menschen Alarmreflexe aus. Dabei gibt es drei Möglichkeiten: 1. man flüchtet, 2. man mobilisiert die letzten Kräfte zum Angriff oder 3. man verfällt in eine Starrposition (vgl. ebd.). Nach Ansicht Hurons ist Musik das ideale Element diesen „Zukunftssinn“ spielerisch zu trainieren. Eine Überraschung in der Musik ist ja nichts Lebensgefährliches. Das Gehirn kann diese trainieren, ohne dass Fehler bestraft werden. Der „Zukunftssinn“ ist mit einem Belohnungssystem gekoppelt. Das heißt, dass nicht nur bei falschen Vorhersagen der Alarm ausgelöst wird, sondern bei korrekten Vorhersagen auch Lusthormone ausgeschüttet werden. Für die Musik heißt das, dass der Mensch es liebt, wenn seine Vorhersagen eintreten. Die Lust am Gewohnten (Huron 2006, zit. n. Drösser 2009: 187). Dieses Lustprinzip führt auch zu einer erstaunlich guten Fähigkeit des Menschen, bekannte Musik zu identifizieren. Das Gehirn

analysiert das Gehörte, nach dem was es schon kennt und hofft einen Treffer zu finden (vgl. ebd.).

David Huron verfasst die Psychologie der Erwartung in eine Theorie und nennt sie ITPRA (von den englischen Wörtern: *imagination, tension, prediction, response* und *appraisal*) Diese gilt nicht nur für die Musik, sondern auch für die Kognitionswissenschaft und Evolutionspsychologie (vgl. Huron 2006: Vorwort). Im Besonderen ist diese Theorie aber für Musik anwendbar.

ITPRA (vgl. Huron 2006: 17f)

**I:** Imagination, Vorstellung: Der Mensch stellt sich vor, wie eine Situation ausgehen könnte, indem er auch die Gefühle imaginiert und auch die Reaktionen dazu:

**T:** Tension, Spannung: Dabei steigt die Spannung. Der Körper bereitet sich vor, indem er die Muskeln anspannt, auf mögliche Reaktionen vor Flucht oder Angriff. Die Aufmerksamkeit steigt im Gesamten:

**P:** Prediction, Voraussage: In dieser Phase ist das Ereignis schon eingetreten und der Mensch beurteilt seine Vorhersage nach ihrer Korrektheit. Entsprechend dieser ist die emotionale Antwort positiv oder negativ.

**R:** Response, Antwort: Nun kommt die Phase der Reaktion. Die erste Reaktion passiert spontan und unbewusst. Es stellen sich zum Beispiel die Nackenhaare auf und man flüchtet plötzlich. Eine Sache, die der Mensch nicht steuern kann und es ist sehr schwierig gelernte Reflexe wieder abzulegen.

**A:** Appraisal, Bewertung: Nach einer gewissen Verzögerung bewertet man die Situation und kommt zu einer Abwägung. Diese kann zum Beispiel so ausschauen, dass man vollkommen übertrieben reagiert hat und geflüchtet ist. In dieser Phase lernt man auch für die Zukunft. Sie bestimmt wie man die gesamte Erfahrung emotional bewertet.

Im speziellen gilt für die Musik beinahe immer, dass das Erlebnis eines Musikstückes zwar im Nachhinein aufregend war, aber nie als gefährlich bewertet werden würde.

### 3.4.6 Präferenz und Vertrautheit

Die zwei Forscher Ali und Peynircioglu (2009) untersuchten anhand drei verschiedener Experimente den Stärkegrad der Emotionen, die durch vertraute bzw. unvertraute Musik hervorgerufen wird.

#### Experiment 1

Dieses Experiment soll zur Belegung vorheriger Studien dienen, die besagen, dass ein vertrautes Musikstück zur Präferenz gegenüber einem nicht vertrauten führt (vgl. Hargreaves 1984: 35-47). Folgend wird weiter untersucht, ob dieser Präferenz auch eine Emotion zugrunde liegt.

#### Methode

Die Versuchspersonen (VP) waren 64 amerikanische Psychologiestudenten. Die Stimuli bestanden aus 32 instrumentaler Musikstücke (Klassik, Jazz und Soundtracks) ohne Text, davon wurde jeweils nur ein Ausschnitt von 20 Sekunden vorgespielt. Die Stimuli waren weiter nach ihren verschiedenen Arten von emotionalem Ausdruck ausgewählt (*happy, sad, calm and angry*). Diese Auswahl der vier Arten entspricht den vier Quadranten des „circumplex model of emotion“ basierend auf North und Hargreaves 1997 (vgl. Ali&Peynircioglu 2010: 178) Die Forscher versicherten einen umfangreichen Pilottest durchgeführt zu haben, der zeigte, dass die Stimuli nicht sehr vertraut waren mit den VP.

Insgesamt wurden acht Ausschnitte pro Emotionen verwendet. Die VP wurden entweder alleine oder in einer kleinen Gruppe getestet. Zuerst gab es eine Eingewöhnungsphase, in der man den VP die Stimuli vertraut machte. Dabei wurde die Hälfte der musikalischen Stimuli verwendet. Diese vier Ausschnitte mit den jeweiligen Emotionen (*happy, sad, calm and angry*) wurden per Stichprobe ausgewählt und dreimal vorgespielt. Um den VP einen Sinn für die Eingewöhnungsphase zu geben, erklärte man ihnen sie sollten jeden Ausschnitt für einen Erinnerungstest lernen (existierte aber nicht) und diese nach ihrer „Merkbarkeit“ auf einer Skala von 1-9 beurteilen (1 gar nicht merkbar und 9 sehr merkbar).

Während der Beurteilungsphase wurden alle Ausschnitte in zufälliger Reihenfolge hinsichtlich ihrer Art von Emotion vorgespielt. Eine Hälfte der Teilnehmer beurteilte, wie sehr sie den Ausschnitt gemocht haben auf einer Skala von 1-9 (1- nicht sehr, 9- sehr)

Die andere Hälfte bewertete den Stärkegrad der Emotion jedes Ausschnittes hinsichtlich vier Kategorien. 1: *happy, joyful, exciting, or festive*; 2: *sad, depressing, or melancholy*; 3: *calm, relaxing, or peaceful*; 4: *angry, unsettling, disconcerting, or stressful*

Die jeweiligen Emotionen dieser vier Kategorien wurden alle einzeln wiederum auf einer Skala von 1-9 beurteilt. 1 heißt „nicht“ (z.B.: nicht *happy*) und 9 heißt „sehr“ (z.B.: sehr *happy*) Die VP hatten soviel Zeit wie sie wollten (bis nächster Stimuli kam) um jeden Stimuli nach ihrer Präferenz und Emotion zu bewerten.

## **Ergebnis**

1. Die VP bewerteten vertraute Musik auf der Skala höher als unvertraute. Demnach gibt es eine Interaktion zwischen Vertrautheit und der Wahl der Bewertung.
2. Die Präferenz ist beeinflusst von der Vertrautheit, aber nicht vom emotionalen Stärkegrad. Sogar die *happy* Emotion selbst war unbeeinflusst.
3. Einen signifikanten Effekt gab es bei der Musik, der man von vornherein eine spezielle Emotion zugeschrieben hat (*intended emotion of the music*) Dieser Effekt passierte aber unabhängig von der Vertrautheit. Es bestand also auch eine Interaktion zwischen der beabsichtigten Emotion von Musik und die Art, wie man beurteilte.
4. VP bewerteten den emotionalen Stärkegrad fröhlicher und ruhiger Musik höher als traurige und wütende Musik.
5. Die VP beurteilten den Stärkegrad positiver Emotion höher als negative Emotionen. Interessanterweise trat dieses Phänomen nicht auf, wenn die VP gefragt wurden ihre Präferenz zu den Stimuli einzuschätzen.

## **Experiment 2**

Der Zweck dieses Experimentes war es herauszufinden, ob die Antworten differenzieren bei der Beurteilung des emotionalen Stärkegrades, wenn man VP fragt, welche Emotion denn die Musik übermitteln will oder welche Emotion diese Musik in der VP hervorruft.

## **Methode**

Die Teilnehmer waren 44 amerikanische Psychologiestudenten. Keiner der VP hat bei dem vorherigen Experiment 1 teilgenommen. Die Stimuli waren 24 von den 32 Ausschnitten des 1.

Experiments. Sie wurden stichprobenweise ausgewählt. Jeder Ausschnitt verfügte wieder über eine spezielle Emotion. Sie wurden fünfmal in einer Folge ohne Pausen zwischen den Wiederholungen vorgespielt, um die VP in die Musik zu vertiefen und ihnen die Gelegenheit zu geben die beabsichtigte Emotion zu evozieren. Die eine Hälfte von den Versuchspersonen sollte beurteilen welche Emotion diese Musik übermittelt (objektiv). Die andere Hälfte sollte die Emotionen bewerten, die diese Musik in ihnen auslöst – was fühlen Sie, wenn Sie diese Musik hören (subjektiv).

Zu diesem Zweck sollten die VP jeden Ausschnitt nach vier emotionalen Domänen beurteilen (*happy, sad, calm and angry*), dafür standen zwölf Begriffe von der „Positive and Negative Affect Schedule – Expanded Form (PANAS-X; Watson&Clark 1994, zit. n. Ali&Peynircioglu 2009: 179) zur Verfügung: *happy, joyful, cheerful, sad, lonely, blue, calm, relaxed, at-ease, angry, hostile, and scornful*.

Es standen also drei PANAS-X Begriffe zu jeder emotionalen Domäne zur Auswahl. Konform den Standard PANAS Beurteilungen, gab es eine 5-Punkte-Skala 1 (sehr gering oder überhaupt nicht, z.B.: sehr gering oder überhaupt nicht *happy*) und 5 (extrem, z.B.: extrem *happy*)

Die VP starteten ihre Bewertung bei der dritten Präsentation jedes Ausschnittes. Sie hatten wieder so viel Zeit wie sie wollten.

## **Ergebnis**

1. VP, die gefragt wurden, welche Emotion, die Musik übermittelt gaben höhere Bewertungen ab, als diese, die nach ihren Gefühlen gefragt wurden, wenn sie die Musik hörten.
2. Wie im Experiment 1 ist ein signifikanter Effekt für die beabsichtigte Emotion der Musik ersichtlich. Die VP bewerteten abermals Musik mit positiven Emotionen höher als Musik mit negativen Emotionen.
3. Mangel an der Interaktion zwischen der beabsichtigten Emotion von Musik und der Wahl der Beurteilung der Teilnehmer.

## **Experiment 3**

Der Zweck dieses Experiments war die Methoden des 1. und 2. Experiments zu kombinieren und zu erforschen ob die Vertrautheit den Stärkegrad emotionaler Antworten in Abhängigkeit von der Art emotionaler Beurteilung beeinflusst (übermittelte vs. hervorgerufene Emotion).

## **Methode**

Die Teilnehmer waren 64 amerikanische Psychologiestudenten. Keiner hat bei den vorigen Experimenten mitgewirkt. Die Stimuli waren dieselben wie die vom 2. Experiment. Eine Hälfte von den 24 Ausschnitten (drei von jeder Emotion) wurden stichprobenweise ausgewählt und fünf Mal in einem Zug mit keiner Pause zwischen den Wiederholungen vorgespielt (wie im Experiment 2) Die andere Hälfte waren nur ein Mal präsentiert.

Bei den Ausschnitten, die fünf Mal präsentiert wurden, machten die VP ihre Beurteilungen bei der dritten Präsentation (wieder, wie im Experiment 2). Bei den Ausschnitten, die nur ein Mal vorgespielt wurden, machten die VP ihre Beurteilungen sofort nachdem sie sie gehört haben.

## **Ergebnis**

1. Wie im Experiment 2 gaben VP höhere Bewertungen ab wenn sie nach der allgemein übermittelten Emotion von Musik gefragt wurden als die VP, die nach ihrem Gefühl gegenüber der gehörten Musik bewerteten.
2. VP bewerteten auch Musik mit positiven Emotionen höher als Musik mit negativen Emotionen. Es bestand demnach eine Interaktion zwischen der Art der Beurteilung und der Größenordnung an Unterschiede zwischen positiven und negativen Emotionen.
3. Obwohl der Stärkegrad Unterschied zwischen positiven und negativen Emotionen von beiden Seiten/Arten der Beurteilung hervortrat, waren diese Unterschiede deutlicher sichtbar, wenn die VP ihr ausgelöstes Gefühl durch Musik beurteilten als das übermittelte. Dieses zeigte eine verstärkte Empfindsamkeit zu den Emotionen.
4. Vertraute Musik wurde nach ihrem emotionalen Stärkegrad höher beurteilt als nicht vertraute Musik. Dieser Effekt änderte sich auch nicht nach einer anderen Art der Beurteilung.

## Analyse/Diskussion

Diese Studie erforschte, ob die Vertrautheit mit den musikalischen Stimuli die emotionalen Antworten intensiviert oder sich in irgendeiner Weise verändert. In früheren Studien berichtete man, dass dies bei der Frage nach der Präferenz („liking“) sehr wohl der Fall ist (Peretz et al. 1998: 884-902). Im Experiment 1 war dies nicht zu erkennen. Im „circumplex model“ (North & Hargreaves 1997, zit. n. Ali&Peynircioglu 2009: 180) erscheinen die Emotionen ausgedrückt durch Musik in ihren beiden Ebenen von *likeability* (Symphatie) und *arousal* (Erregung).

Ali & Peynircioglu beziehen sich weiters auf Ritossa und Rickard (2004), die im Folgenden aufzeigten, dass der Ausdruck *pleasantness* ein besserer Indikator ist als *liking*, um Emotionen durch vertraute Musik zu beschreiben (vgl. ebd.). Ritossa und Rickards Resultate legen nahe, dass die Präferenz vertrauter Musik womöglich eine intellektuelle (*liking*) und eine emotionale (*pleasantness*) Komponente besitzt (vgl. ebd.). Kurz: *likeability* ist nur eine Komponente von Emotion, die auch ohne *arousal* (Erregung) auskommt und auch nicht alle Eigenschaften von *happiness* teilt.

Experiment 3 jedoch demonstrierte, dass die Vertrautheit den emotionalen Stärkegrad steigert.

Insgesamt konnten zwei Unterschiede durch die verschiedenen Prozedere der Experimente festgestellt werden:

1. In Experiment 1 wurden die Teilnehmer gebeten sich die Musik zu merken. Das hat wahrscheinlich zu einer geteilten Aufmerksamkeit geführt. Auf Kosten der mehr hervorstehenden intellektuellen Aufgaben sich zu erinnern, kam es womöglich zu einer reduzierten Aufmerksamkeit der anderen Elemente.
2. In Experiment 3 wurden die vertrauten Ausschnitte mehrmals vorgespielt und die nicht vertrauten Ausschnitte nur ein einziges Mal. Deshalb war es auch so, dass im Experiment 1 (die vertrauten Ausschnitte wurden nur drei Mal vorgespielt) die Vertrautheit zwar zu einer Präferenz (*liking*) führte, aber nicht genug war um den emotionalen Stärkegrad zu erhöhen.

In Experiment 1 wurde in jedem vertrauten Ausschnitt ein nicht vertrauter eingestreut. Die VP hatten sich daher eine andere Art von der Präsentation vertrauter Musik angelegt, verglichen mit Experiment 3.

In allen Experimenten beurteilten die VP die Musik, die positive Emotionen übermittelte in ihrem Stärkegrad höher als Musik, die negative Emotionen übermittelte. Jedoch war dieser Unterschied bei der Beurteilung von Präferenz nicht zu beobachten. Der Grund dafür könnte sein, dass die Musik positiver Emotionen an sich mehr effektiv waren, diese zu evozieren, als die Musik mit negativen Emotionen. Jedoch sind die Ergebnisse im Einklang mit denen von Balkwill und Thompson (1999), welche auch herausgefunden haben, dass die Tendenz der VP besteht, ihren Stärkegrad von *joy* und *peace* höher zu bewerten als den von *anger* (Balkwill&Thompson 1999: 64).

### **3.4.7 Wahrnehmung versus Gefühle**

Im Folgenden wird Hunters, Schellenbergs und Schimmacks Studie „Feelings and Perceptions of Happiness and Sadness Induced by Music: Similarities, Differences, and Mixed Emotions“ (2010) kurz dargestellt.

#### **Methode**

Die Versuchspersonen waren 49 Studenten, die sich für einen Psychologiekurs „Musik und Emotion“ angemeldet hatten. Sie wurden in den Kurs aufgenommen ohne Rücksicht auf deren musikalischen Unterricht. Durchschnittlich hatten sie 3,8 Jahre musikalischen Unterricht, spielten 4,3 Jahre regelmäßig Musik. Die Verteilung war sehr ungleichmäßig. Zum Beispiel hatten mehr als die Hälfte der VP (55%) wenig oder keinen musikalischen Unterricht (0 zu 2 Jahre) und nur 16% spielten regelmäßig Musik (8 Jahre oder mehr).

#### **Ergebnis**

Die Autoren erforschten Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen einerseits der Wahrnehmung von Emotionen, die durch 30 Sekunden Musikstücke ohne Text ausgelöst werden und andererseits ihre emotionalen Antworten zu denselben Stücken. Sie benutzten dabei identische Skalen und die Hörer bewerteten wie fröhlich und wie traurig, sie sie empfanden und welche Emotionen die Fröhlichkeit und Traurigkeit die Musik ausdrücken will.

Die Musik (Ausschnitte von J.S. Bach) war so manipuliert, dass sie im Tempo variierte (schnell oder langsam) oder die Tonart (Dur oder Moll) wechselte. Gefühl und Wahrnehmungsbewertungen korrelierten in weiten Strecken, wobei die Wahrnehmungsbewertungen höher waren als Gefühlsbewertungen, besonders für Musik mit eindeutigen Hinweisen für Fröhlichkeit (schnelles Dur) oder Traurigkeit (langsam Moll) und für traurig- klingende Musik im Allgemeinen. Assoziationen zwischen der manipulierten Musik und der Gefühle der Hörer waren vermittelt in ihrer Wahrnehmung der Emotion übertragen durch Musik.

Fröhlichkeit wurde durch schnelles Tempo und Dur Schlüssel Stimuli bewertet. Traurigkeit wurde langsames Tempo und Moll Schlüssel Stimuli erkannt. Gemischte emotionale Antworten wurden dann gegeben, wenn es gemischte Hinweise für Fröhlichkeit und Traurigkeit (schnelle Dur oder langsames Moll) gab. Die Hörer wiesen auch eine Ambivalenz gegenüber traurig klingender Musik auf.

### **Diskussion/Analyse**

Die Ergebnisse zeigen, dass die erlebten Gefühle der Hörer durch ihre Wahrnehmungen vermittelt werden. Das heißt aber nicht, dass Gefühle, die durch Musik induziert wurden, immer mit den Wahrnehmungen der herbeigeführten Musik konform sind. Oft spielen persönliche Erlebnisse eine Rolle. Es gibt Paare, die ein gemeinsames (z.B.: ein fröhliches) Lied und daran schöne Erinnerungen haben. Wenn diese Beziehung zerbricht, kann es sein, dass dieses Lied mit anderen Gefühlen verbunden wird. Es kann also sein, dass dieses Lied ein vollkommenes konträres Gefühl auslöst zu der Emotion, die eigentlich die Musik erwecken wollte (vgl. Hunter/Schellenberg 2010: 53). Ebenso ist die persönliche Verfassung (z.B.: allgemein schlecht gelaunt) eines Individuums ein wichtiger Faktor in der Beurteilung einer Emotion von Musik. In dieser Verfassung kann es sein, dass Musik, die fröhliche Gefühle auslösen will, in ihm nur inneres Unbehagen auslöst (vgl. ebd.: 54).

*Kann man also sicher sein, dass in der gegenwärtigen Studie, die Gefühle und Wahrnehmungen der VP akkurat unterschieden und berichtet wurden?*

Die Daten zeigen konsistente und systematische differenzierte Antworten zwischen den Gefühls- und Wahrnehmungsbewertungen. Ferner konnte auch eine andere Studie Beweise liefern, die besagt, dass diese Unterscheidung relativ leicht für VP zu bewältigen ist (Evans & Schubert 2008; Schubert 2007a, 2007b, zit. n. ebd.: 54) Befunde von Dibben (2004) zeigen,

dass physiologische Erregungen die Gefühlsbewertungen der VP beeinflussen, jedoch nicht die Wahrnehmungsbewertungen (vgl. Hunter/Schellenberg 2010: 54).

### 3.5 Synthetische Klangerzeugung und Harmonie

Ein anerkannter Vertreter in dem Bereich der synthetischen Klangerzeugung ist William Sethares, Professor an der University of Wisconsin, Forscher, Komponist und Musiker. Auf seiner Homepage<sup>7</sup> (die vor allem auf sein Buch: "Tuning, Timbre, Spectrum, Scale" ausgerichtet ist) beschreibt er Experimente mit einem musikalischen Synthesizer, der jeden Ton des Keyboards zu einer gewünschten Tonhöhe übertragen konnte. Diese Freiheit beliebig die musikalische Stimmung zu ändern war für Sethares eine Sensation, der bis dahin nur gewohnt war auf einem gleichtemperierten 12-Tonsystem zu spielen. (die modernen Keyboards sind so gestimmt) Daraufhin entdeckte er einige Möglichkeiten: ungleiche Aufteilungen der Oktave,  $n$  gleiche Aufteilungen, und sogar Stimmungen, die überhaupt nicht auf die Oktave basierten.

Interessant war, dass in einigen Stimmungen viel leichter zu spielen war, als in anderen. Zum Beispiel war in einer 19 Ton gleichtemperierten Stimmung (19-tet) mit ihren 19 gleichen Aufteilungen der Oktave mit jeglichen Samples und synthetisierten Instrumenten gut zu spielen. (Klavierklänge, Hornsample, Flötenklang...) Die 16-tet Stimmung war schwieriger, aber auch ausführbar. Sethares hörte sich eine Menge Klänge an, schaffte es aber letztendlich wenige gute Klänge für diese Stimmung zu finden. In der 10-tet war es, nach Sethares, unmöglich: "Everything appeared somewhat out-of-tune, even though the tuning was precisely ten tones per octave. Somehow the timbre, or tone quality of the sounds seemed to be interfering."<sup>8</sup>

Je mehr er mit alternativen Stimmungen experimentierte, desto mehr bemerkte er, dass gewisse Tonskalen mit gewissen Klangfarben besser zusammenpassten und umgekehrt, als mit anderen. Dabei stellt er sich einige Fragen: *Was ist die Beziehung zwischen einer Klangfarbe des Sounds und den Intervallen, der Tonskala, der Stimmung (in welcher der Sound "in tune" erscheint)? Kann diese Beziehung in deutlichen Begriffen ausgedrückt werden? Gibt es hier ein zugrunde liegendes Muster?*

---

<sup>7</sup> <http://sethares.engr.wisc.edu>

<sup>8</sup> <http://sethares.engr.wisc.edu>

Konsonanz und Dissonanz sind keine in sich innewohnenden Qualitäten der Intervalle. Diese sind abhängig vom Spektrum, von der Klangfarbe und den tonalen Eigenschaften des Schallsignals. Sethares beschreibt in seinem Buch „Tuning, Timbre, Spetrum, Scale“ folgendes Klangbeispiel: Man hört zunächst ein a mit gestreckten 2,1 Obertönen. Danach ertönt eine Oktave zum gehörten a mit dem natürlichen Frequenzverhältnis von 1:2. Man erkennt keine Oktave, es klingt dissonant. Die Obertöne stimmen nicht überein. Dann wird die erste Note nochmals gespielt, diesmal folgt darauf ein a#, das der 2,1fachen Frequenz entspricht. Man meint eine Oktave zu hören. In Wirklichkeit ist es natürlich keine, aber weil die Obertöne übereinstimmen, hört es sich so an. Dann kommt der Akkord, der aus der neuen, gestreckten Oktave besteht und überraschend harmonisch klingt.<sup>9</sup>

Nach Sethares basiert also die Spektrum/Tonskala Verbindung an Eigenschaften des menschlichen auditorischen Systems. Somit sollte diese Verbindung auch relevant in anderen musikalischen Kulturen sein. In seinem Buch "Tuning, Timbre, Spectrum, Scale" untersucht er zwei unabhängige musikalische Traditionen.

Das javanesische Gamelan besteht aus inharmonischen Metallophonen, Xylophonen, Gongs oder Glockenspiele. Das Perkussionsinstrument wird in einem Ensemble gespielt und ist in Fünf -Noten (*slendro*) oder Sieben Noten (*pelog*) Skalen gestimmt und hat keine einheitlich gleichstufige Stimmung. Die Notenstufen verändern sich innerhalb der Tonleiter, sodass beispielweise Oktaven nie genau ein Verhältnis von 1:2 haben und verschiedene „Oktaven“ eines Instruments voneinander abweichen (vgl. Sethares 1998: 211). Man findet die Oktave eigentlich fast in jeder Kultur, denn sie entspricht dem Verhältnis des ersten und zweiten Teiltons jeder natürlichen Schwingung (vgl. Spitzer 2005: 110).

Die Trommelorchester von klassischer Thai Musik verwenden Xylophone, Idiophone und eine 7 gleichtemperierte Skala.

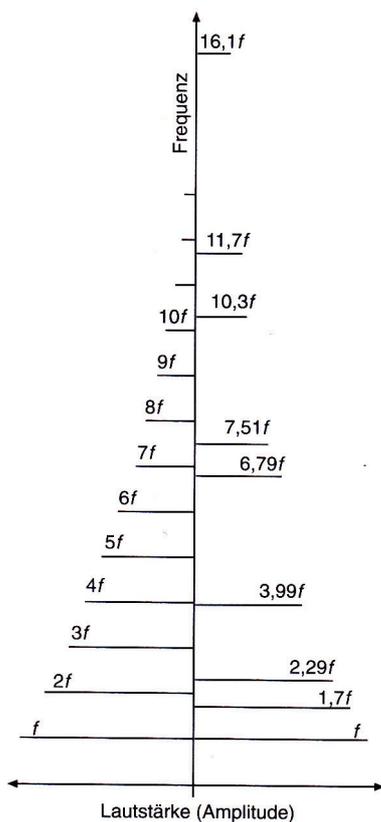
In der gleichen Weise wie Instrumentalklänge aus harmonischen Teiltönen bestehen, beispielsweise verursacht durch vibrierende Saiten, und diese sich nah an die Tonskala des Westen beziehen, ist es mit den Skalen der Gamelanmusik. Diese bezieht sich ebenso auf das Spektrum, wie auch nach den tonalen Eigenschaften der Instrumente. Ähnlich ist es auch mit den unüblichen Skalen der klassischen Thai Musik. Diese beziehen sich auf das Spektrum der Xylophone.

Die Musik Indonesiens ist also, wie man glauben könnte, keine zufällige Begebenheit (vgl. Sethares 1998, Kapitel 8: 165-187). Er untersucht zuerst Regelmäßigkeiten der Spektren

---

<sup>9</sup> <http://sethares.engr.wisc.edu/soundex.html>

harmonischer Instrumente (vgl. ebd.: 97ff) und findet diese auch bei den verwendeten inharmonischen Instrumenten des Gamelan. Durch Anschlagen von Steinen oder Metallplatten entstehen dort nämlich genauso dissonante Berge und Täler (vgl. ebd.: 131 ff.). Nach Betrachtung der Dissonanzkurven vermutet Sethares eine Beziehung zwischen der wahrgenommenen Dissonanz, der Instrumente (Klangfarbe) und der Musiktechnik/Kultur (vgl. ebd.: 84ff). Für zusammenklingende Metallplatten gilt nämlich prinzipiell das Gleiche wie für zusammenklingende Saiten oder Luftsäulen. Wenn Obertöne zusammenfallen oder weit auseinander liegen, klingt es konsonant, wenn sie innerhalb der kritischen Bandbreite liegen, klingt es dissonant. Es ist daher vonnöten andere Tonschritte zu verwenden, wenn man mit Gongs, Glocken, Stäbe etc. musiziert, damit die Obertöne zusammenpassen. Beim Gamelan ist dies der Fall. Die aus anderen Teiltönen zusammengesetzten Töne der Instrumente erfordern somit geradezu eine andere Tonleiter (Spitzer 2002: 113).



**Abb. 30.: Vergleich Saite/Luftsäule mit Metallplatte** (Spitzer 2009: 112)

Das indonesische Gamelan beruht auf den gleichen Gegebenheiten wie in der abendländisch-westlichen Musik. Es besteht allein der Unterschied der Verwendung der Instrumente und den Hörerfahrungen, die man von Kind auf an macht.

Elektronisch produzierte Töne und Tonleitern können also durchaus neue Möglichkeiten eröffnen zu dem was das Ohr gewöhnt ist. Spitzer verweist darauf, „dass bei ‚gestreckten‘ Obertönen und Tonleitern die Anzahl der innerhalb der kritischen Bandbreite liegenden Obertöne abnimmt, die Musik also insgesamt konsonanter wird“ (Spitzer 2002:108).

Eines zeigen die Experimente noch deutlich: Melodien werden mit den neu kreierten Töne als solche eher wieder erkannt, als Harmonien. Das allgemein bekannte Kinderlied „Hänschen klein“ bleibt gespielt mit den neuen Tönen identifizierbar, hingegen „ein authentischer Schluss (...) wie beispielsweise vom G7-Akkord (G-H-D-F) nach C-Dur (C-E-G-C) hört sich bei veränderten Tönen und Tonleitern nicht mehr nach einem Ende an.“ (Spitzer 2002: 109) Das mag, nach Spitzer, der Grund sein, dass es in allen Kulturen Melodien gibt, nur in der abendländisch-westlichen Kultur gibt es Harmonie, denn diese ist viel anfälliger gegenüber falschen Tönen (harmonisch ungünstig temperiertes Tonmaterial) (ebd.)

## 4. Zusammenfassung

Vielfältige Forschungsfragen liegen der vorliegenden wissenschaftlichen Abschlussarbeit mit dem Titel Harmoniewahrnehmung im neuronalen – psychologischen Vergleich zu Grunde. Allein die Begrifflichkeiten stellen uns vor ein großes Problem, das erste Kapitel setzt sich daher mit den vielseitigen Begriffen und Bedeutungen zur Harmoniewahrnehmung in einem theoretischen und historischen Abriss auseinander. Es kann festgehalten werden, dass der Harmoniebegriff in der Musikgeschichte unterschiedlichste Parameter – von der Melodie, dem Zusammenpassen der Töne, bzw. Tonabstände, Zweiklang, später im Dreiklang, bis zu der Verbindung von Klängen und Akkorden – umfassen. Wenn wir in unserem Sprachgebrauch heute von musikalischer Harmonie sprechen, bedeutet das das gleichzeitige Zusammenklingen von mehreren Stimmen. Im zweiten Kapitel wurde in groben Zügen versucht, einen Überblick über die bisherigen Konsonanztheorien zu geben. Man kann zwischen spektralen und Impulstheorien unterscheiden. Die spektralen Theorien berufen sich auf die Spektralanalyse, also die spektrale Zerlegung der Töne im Gehör und begründen diese mit dem Zusammentreffen und Wirken der Obertöne. Die Störungs- und Koinzidenztheorie sind die bekanntesten Vertreter unter ihnen. Bei den Impulstheorien spielt die Regelmäßigkeit der Zeitstruktur eine bedeutende Rolle. Die am Ohr ankommenden Schallwellen durchlaufen zunächst eine Spektralanalyse, werden dann in Nervenimpulse umgewandelt und getriggert. Diese Nervenimpulse bilden in aller Regel periodische Impulsmuster. Diese veranschaulichen die Periodizität der Wellen. Faktum ist, dass die Muster der Spektralanalyse und der Periodizitätsanalyse, sowohl tonotop, als auch periodotop im gesamten Hörsystem bestehen. Schließlich gibt das dritte Kapitel Aufschluss über die Frage nach dem Ursprung des Harmonieverständnisses des Menschen. Mehrere Studien wurden gegenüber gestellt. Nicht eindeutig beantwortet werden kann die Frage, ob das Harmonieempfinden in den Genen liegt. Auch wenn gesichert scheint, dass emotionale Gesichtsausdrücke von allen unabhängig ihrer kulturellen Herkunft verstanden werden, verhält es sich beim Empfinden von Emotionen ausgelöst durch musikalische Stimuli anders, bzw. ist es der Forschung bis heute nicht gelungen, eindeutige Beweise zu liefern. Das zeigt sich gerade bei pränatalen Untersuchungen, die zwar meistens eindeutige Ergebnisse geben, die aber nicht immer eindeutig zu interpretieren sind. Harmonie erscheint also weder in einer gänzlich naturgegebenen Form, noch ist sie vollkommen willkürlicher Art. Sie wird einerseits durch mathematisch beschreibbaren physikalischen Gesetzmäßigkeiten begründet, andererseits unterliegt sie auch biologischen Tatsachen unseres Hörapparates. Harmonie hat ihre Ursprünge somit aus der Neurobiologie des Gehörs des Menschen, die sich wiederum

entsprechend dem Gesetz der physikalischen Schallausbreitung angepasst hat. In diesem recht begrenzten biologischen Bereich werden je nach kulturellem Background Tonsysteme bzw. Harmonielehren entwickelt. Das Empfinden von Zusammenklängen von Tönen eines Individuums wird beeinflusst von der musikalischen Vorerfahrung mit einer bestimmten Kultur. Die Harmoniewahrnehmung eines Menschen ist geprägt von schwingenden Gegenständen in der Welt und deren übermittelten Schallereignissen (Physik) und dem Hörapparat für diese Ereignisse (Physiologie). Die abendländische Kultur stützt sich auf diese Gegebenheiten und hat ihre Grundelemente - zwölf Halbtöne und die damit erzeugbaren Intervallkonstellationen für Konsonanz oder Dissonanz- entwickelt. Diese Konstellationen schaffen es auch, dem Ohr Eindrücke zu überbringen, die uns emotional berühren können. Ferner toleriert das Gehör Verstimmungen, denn das musikalisch- harmonische praktische Zusammenspiel entspricht nie exakt den genauen Tonverhältnissen. Das Gehirn macht außerdem eine Autokorrelationsanalyse, eine im theoretischen Gebrauch punktgenaue, mathematische Analyse der Schwingungsverhältnisse und erlaubt eine gewisse Unschärfe. Aus dem vom Schallsignal entstehenden neuronalen Impulsmustern wurde ein Zeitfenster von 0,8 ms errechnet. Das ist genau dieses „Unschärfefenster“, das erklärt, warum man bei konsonanten und dissonanten Klängen Verstimmungen toleriert und sie auch beträchtlich angenehmer findet. (siehe computergenerierte Klänge).

Die neuesten Erkenntnisse der synthetischen Klangerzeugung zeigen, dass es eine Verbindung zwischen den verwendeten Notenskalen und der Klangfarbe des Instrumentes gibt. Mit Hilfe eines speziellen Computerprogramms können Klänge synthetisch hergestellt werden. Durch diese Klangerzeugung ist es möglich verschiedene Klangfarben zu produzieren, die von natürlichen Klangfarben eines normalen Instrumentes völlig abweichen können. Das heißt man kann neue Töne erstellen, indem man einem Sinuston andere als die natürlichen Obertöne hinzufügt. Dabei entstehen wieder neue Kombinationen zwischen den Sinustönen und deren unnatürlichen Obertönen, die je nachdem, ob sie innerhalb oder außerhalb der kritischen Bandbreite befinden, konsonant oder dissonant klingen. Elektronisch produzierte Töne und Tonleitern öffnen also neue (nicht gewohnte) Türen für unsere Ohren. Die Experimente weisen ganz klar daraufhin, dass Melodie mit den neu kreierte Tönen besser erkannt wird, als Harmonie.

## 5. Literaturverzeichnis

Abrams et al. *Fetal music perception : the role of sound transmission*, in : *Music perception : an interdisciplinary journal*, Vol.XV/3 ; 307-317, 1998

Ali, S., Peynircioglu, F. *Intensity of Emotions conveyed and elicited by familiar and unfamiliar Music Perception* Vol. 27, 77–182, University of California, 2010

Amon, R. *Lexikon der Harmonielehre: Nachschlagewerk zur durmolltonalen Harmonik mit Analysechiffren für Funktionen, Stufen und Jazzakkorde*, Metzler, 2005

Aristoteles/Übersetzer: Jori, A. *Über den Himmel*. Kapitel 9: Die Harmonie der Gestirne (290 b 12 -291 a 28). Berlin: Akademie Verlag, 2009

Balkwill, L.L., and Thompson, W.F. *A cross-cultural investigation*

*of the perception of emotion in music: Psychophysical and cultural cues*. *Music Percept.* 17, 43–64, 1999

Bialas, V. *Johannes Kepler*. München: C. H. Beck Verlag, 2004

Bloch, K. F.. *Das Prinzip der Harmonie*. Kastellaun/Hunsrück: Aloys Henn Verlag, 1979

Blood, A.J., Zatorre, R.J., Bermudez, P., and Evans, A.C. *Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic brain regions*. *Nat. Neurosci.* 2, 382–387, 1999

Blood, A.J. /Zatorre, R.J. *Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion*, in: *PNAS* 98 (20): 11818-11823

Boetius, A. M. S. *Fünf Bücher über Musik: aus der lateinischen in die deutsche Sprache übertragen und mit besonderer Berücksichtigung der griechischen Harmonik, sachlich erklärt von Oscar Paul*. Hildesheim/New York: Georg Olms Verlag, 1973

Borchmeyer, D.(verschiedene Autoren) *Goethe und das Zeitalter der Romantik*. 413-447, Würzburg: Königshausen und Neumann Verlag, 2002

- Canisius, C. *Goethe und die Musik*. München: Piper Verlag, 1998
- Dahlhaus, C. Schönberg und andere. Gesammelte Aufsätze zur Neuen Musik mit einer Einleitung von Hans Oesch: Artikel: *Emanzipation der Dissonanz*: 146-154, Mainz: Schott Verlag, 1978
- Dahlhaus, C. Konsonanz- Dissonanz. In L. Finscher (Hrsg.), *MGG Die Musik in Geschichte und Gegenwart* (Sachteil Bd.5, Sp. 565-577). Kassel: Bärenreiter Verlag, 1996
- Drösser, C. *Hast du Töne? Warum wir alle musikalisch sind*, Rowohlt, 2009
- Ebeling, M. *Konsonanz und Dissonanz*. In: Bruhn/, Herbert/ Kopiez, Reinhard/ Lehmann, Andreas C. (Hg.). *Musikpsychologie. Das neue Handbuch*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Verlag: 499-520, 2008
- Ebeling, M. *Zum Wesen der Konsonanz Neuronale Koinzidenz, Verschmelzung und Rauhigkeit*. In *Musikpsychologie* Bd.20, 71-93. Göttingen: Hogrefe Verlag, 2009
- Ebeling, M. *Verschmelzung und neuronale Autokorrelation als Grundlage einer Konsonanztheorie*. Frankfurt/M.: Peter Lang Verlag, 2007
- Eberlein, R. *Konsonanz*. In: Bruhn/, Herbert/ Oerter, Rolf/ Rösing, Helmut (Hg.). *Musikpsychologie. Ein Handbuch*. Reinbek bei Hamburg, 1994
- Eberlein, R. *Die Entstehung der tonalen Klangsyntax*: 334-348 . Frankfurt am Main: Peter Lang Verlag, 1994
- Ekman, P., Sorenson, E.R., and Friesen, W.V. *Pan-cultural elements in Facial displays of emotion*. *Science* 4, 86–88, 1969
- Erpf, H. *Studien zur Harmonielehre und Klangtechnik der neueren Musik*. Wiesbaden: B&H, 1969
- Fricke, J.P, Louven C. *Psychoakustische Grundlagen des Musikhörens*. In: Bruhn/, Herbert/ Kopiez, Reinhard/ Lehmann, Andreas C. (Hg.). *Musikpsychologie. Das neue Handbuch*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Verlag: 413-436, 2008

Fricke, J.P. Kombinationstöne. In L. Finscher (Hrsg.), MGG Die Musik in Geschichte und Gegenwart: 482-486, Kassel: Bärenreiter, 1996

Fritz, T. et al. *Universal Recognition of Three Basic Emotions in Music*, Current Biology 19, 573–576, 2009

Gerhardt et al. *Cochlear microphonics recorded from fetal and newborn sheep*. American Journal of Otolaryngology, 17, 226-233, 1992

Goethe, J. *Tonlehre*, 1810, in: *Goethe und die Musik* (Autor: Canisius, C.), München: Piper Verlag, 1998

Haase, R. *Johannes Kepler: der Mensch im Geflecht von Musik, Mathematik und Astronomie*. München: Diederichs Verlag, 1998

Haase, R. *Leibniz und die Musik. Ein Beitrag zur Geschichte der harmonikalen Symbolik*. Hommerich: Paul Eckhardt Verlag, 1963

Hannon & Schellenberg. *Frühe Entwicklung von Musik und Sprache.*, In: Bruhn/, Herbert/ Kopiez, Reinhard/ Lehmann, Andreas C. (Hg.). *Musikpsychologie. Das neue Handbuch*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Verlag, 131- 141, 2009

Hargreaves, D.J. *The effects of repetition on liking for music*. Journal of Research in Music Education, 32, 35-47, 1984

Helmholtz, H. v. *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage der Musik* (Nachdr. der 6. Auflage.). Hildesheim: Georg Olms Verlag, 1863/1983

Hesse, H.-P. Hatte Lipps doch recht? Tonverwandtschaft und Tonverschmelzung im Lichte der heutigen Gehörphysiologie. In W. Auhagen, B. Gätjen & K. W. Niemöller (Hrsg.), *Systemische Musikwissenschaft*(Festschrift Jobst Peter Fricke zum 65. Geburtstag, S.133-147). (Online-Publikation, <http://www.uni-koeln.de/philfak/muwi/fricke/>, 17.04.2007)

Hindemith, P. *Unterweisung im Tonsatz*. Theoretischer Teil (Bd.1), Mainz: Schott Verlag, 1937

Huron, D. *Sweet Anticipation. Music and the psychology of expectation*. Bradford Books, 2006

- Husmann, H. *Vom Wesen der Konsonanz*. Heidelberg: Müller – Thiergarten Verlag, 1953
- Hunter, P, Schellenberg, E, Schimmack, U. *Feelings and Perceptions of Happiness and Sadness Induced by Music: Similarities, Differences, and Mixed Emotions*. American Psychological Association, Vol. 4, No. 1, 47–56, 2010
- Jourdain, R. *Das wohltemperierte Gehirn*. Heidelberg/Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 1998
- Juslin, P.N. *Communicating emotion in music performance: A review and a theoretical framework*. In *Music and Emotion: Theory and Research*, P.N. Juslin and J.A. Sloboda, New York: Oxford University Press: 309–337, 2001
- Kepler, J. *Weltharmonik*. übersetzt und eingeleitet von Max Caspar. München: R. Oldenbourg Verlag, 1967
- Kreutz, G. *Musik und Emotion*. In: Bruhn/, Herbert/ Kopiez, Reinhard/ Lehmann, Andreas C. (Hg.). *Musikpsychologie. Das neue Handbuch*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Verlag: 548-571, 2009
- Krüger, Felix. *Differenztöne und Konsonanz*. In: *Archiv der gesamten Psychologie* ,Bd. 1 und 2., 1903
- Koelsch, F./Fritz, T. *Musik verstehen – Eine neurowissenschaftliche Perspektive*, in: Becker & Vogel: *Musikalischer Sinn*, Suhrkamp, 119- 143, 2007
- Koelsch, F. *Neurowissenschaftliche Grundlagen der Musikverarbeitung* , in: Bruhn, Kopiez, Lehmann: *Musikpsychologie*, Rowohlt, 2. Aufl., 393-412, 2009
- Langner, G. *Die zeitliche Verarbeitung periodischer Signale im Hörsystem: Neuronale Repräsentation von Tonhöhe, Klang und Harmonizität*. *Zeitschrift für Audiologie*, 46 (1), 8-21, 2007
- Langner, G. & Schreiner, C. E. *Periodicity coding in the inferior colliculus of the cat. I. Neuronal mechanisms*, 11. Topographical organization. *Journal of Neurophysiology*, 60 (6), 1799- 1822 und 1823-1840., 1988

Langner, G. & Braun, S.. Nachweis einer orthogonalen Repräsentation von Periodizitäts- und Frequenzinformation im Colliculus inferior mit der 2- Deoxyglucose Methode. Fortschritte der Akustik – DAGA 2000 (Deutsche Jahrestagung für Akustik, 300-301)

Lecanuet, J.P. *Prenatal auditory experience*, in: Deliege/Sloboda: *Musical Beginnings*, 3-34, Oxford University Press, 1996

Lecanuet, J. P & Schaal, B. *Fetal sensory competencies*. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 68, 1-23, 1996

Lenzen, K. *Geschichte des Konsonanzbegriffes im 19. Jahrhundert*. Bochum: Heinrich Pöppinghaus: 1933

Leisinger, U. *Leibniz-Reflexe in der deutschen Musiktheorie des 18. Jahrhunderts*. Würzburg: Königshausen und Neumann Verlag, 1994

Leisinger, U. Leibniz, Gottfried Wilhelm. In L. Finscher (Hrsg.), *MGG Die Musik in Geschichte und Gegenwart* (Personenteil Bd., Sp. 1511-1514). Stuttgart: Bärenreiter Verlag, 2003

Liessmann, K. *Schönheit*. Wien: Facultas Verlags- und Buchhandels AG, 2009

Lipps, T. Tonverwandtschaft und Tonverschmelzung. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, 19, 1-40, 1899

Ludwig, H. *Marin Mersenne und seine Musiklehre*. Halle(Saale): Buchdruckerei des Waisenhauses G.m.b.H, 1934

Naredi Rainer, v. P. *Harmonie*. In L. Finscher (Hrsg.), *MGG Die Musik in Geschichte und Gegenwart* (Sachteil Bd.5, Sp. 116 – 132). Kassel: Bärenreiter Verlag, 1996

Parncutt, R. *Pränatale Erfahrung und die Ursprünge der Musik*. In B. Oberhoff (Ed.), *Die seelischen Wurzeln der Musik: Psychoanalytische Erkundungen*, 21-40 Gießen: Psychosozial-Verlag., 2005

Peretz, I. *Towards a neurobiology of musical emotions*. In *Handbook of Music and Emotion: Theory, Research, Applications*. In P. N. Juslin & J. A. Sloboda (edt)Oxford, 2010

Peretz, I. *Listen to the brain: The biological perspective on musical emotions*. In

P. N. Juslin & J. A. Sloboda (Hrsg.), *Music and emotion: Theory and research*, 105-34, Oxford, 2001

Platon. *Phaidon: ein Gespräch über die Unsterblichkeit der Seele*. Nach der Übersetzung von Fr. Schleiermacher neu bearbeitet und herausgegeben von M. Salzwedel. Essen und Stuttgart: Phaidon Verlag, 1987

Platon/ Übersetzer: Paulsen, Th. *Timaios*. Stuttgart: Reclam, 2009

Plomp, R. & Levelt, W. J. M. *Tonal consonance and critical bandwidth*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 38 (4), 548-560. 1965

Plomp, R. *Experiments on tone perception*, Soesterberg, 1966

Rathert, Wolfgang, *Riemann, Hugo*«, in: *MGG*, Personenteil, Bd. 14, hg. von Ludwig Finscher, Kassel u.a.: Bärenreiter, Sp. 64–78, 2005

Riedweg, C. *Pythagoras: Leben, Lehre, Nachwirkung. Eine Einführung.*, München: C.H.Beck, 2002

Riemann, Hugo (1914/15), »Ideen zu einer ›Lehre von den Tonvorstellungen««, in: *Jahrbuch der Musikbibliothek Peters für 1914/15*, hg. von Rudolf Schwartz, 21. und 22. Jg., Leipzig 1916.

Roederer, J.G. *Physikalische und psychoakustische Grundlagen der Musik*. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag, 2000

Sacks, O. *Der einarmige Pianist. Über Musik und das Gehirn*, Rowohlt, 2009

Schenker, H. *Harmonielehre* (mit einem Vorwort von Rudolf Frisius), Universaledition: Wien 1878

Schönberg, A. *Die formbildenden Tendenzen der Harmonie*. Aus dem Englischen übertragen von Erwin Stein. Mainz: Schott Verlag, 1954

- Schönberg, A. *Style And Idea*. London: Belmont Music Verlag, 1975
- Schönberg, A. *Harmonielehre*. Leipzig und Wien, 1911
- Sethares, W. *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale*. Springer Verlag, 2004
- Spitzer, M. *Musik im Kopf*. Schattauer Verlag, 2005
- Stumpf, C. *Tonpsychologie* (Bd. 2, Nachdr.). Hilversum: Knuf Verlag, 1883/1890/1965
- Stumpf, C. *Konsonanz und Dissonanz*. Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft ( Heft 1), J.A. Barth 1898
- Terhardt, E. *Ein psychoakustisch begründetes Konzept der Musikalischen Konsonanz*. *Acustica*, 36, 121-137, 1976/1977
- Theurich, J. *Briefwechsel zwischen Arnold Schönberg und Ferruccio Busoni 1903-1919(1927)*, in: Beiträge zur Musikwissenschaft 19, 163-211, 1977
- Tillmann, B., Bharucha, J.J., and Bigand, E. Implicit learning of tonality: A self-organized approach. *Psychol. Rev.* 107, 885–913, 2000
- Tramo, M. J., Cariani P.A., Delgutte B.& Braidia L. D. *Neurobiological foundations for the theory of harmony in Western tonal music*. In R. J. Zatorre & I. Peretz (Hrsg.). *The biological foundations of music*, New York: Academy of science: 92-116, 2001
- Trehub, S. *The Music Listening Skills of Infants and Young Children*, University of Toronto: 161-176, 1996
- Vendrix, P. *Marin Mersenne*. In L. Finscher (Hrsg.), *MGG Die Musik in Geschichte und Gegenwart* (Personenteil Bd., Sp. 39-42). Stuttgart: Bärenreiter, 2004
- Zwicker, E., Fastl, H. *Psychoacoustics: Facts and Models*, Heidelberg: Springer, 1999

Internetseiten:

Burger, K. *Mission Mozart*.

[http://www.bild-der-wissenschaft.de/bdw/bdwlive/heftarchiv/index2.php?object\\_id=31147926](http://www.bild-der-wissenschaft.de/bdw/bdwlive/heftarchiv/index2.php?object_id=31147926) , Ausgabe 9, 2007, 2.3.2012

Fricke, J. *Eine Konsonanztheorie auf der Grundlage von Autokorrelation unter Berücksichtigung der Unschärfe* <http://consonance-theory.info/>, 2009, 1.2. 2012

Roth, F. *Pythagoras – Die Zahlen und die Harmonie der Welt (Vorsokratiker I)*

Vortrag von Dr. phil. Florian Roth an der Münchner Volkshochschule, 17.11.03

<http://www.florian-roth.com/philosophievorträge/> , 3.3. 2012

Sethares, W. *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale*

<http://sethares.engr.wisc.edu> , 4.4. 2012

Dokumentation (Global 3000): *Warum Musik überall verstanden wird*.

Kommentar Fritz: <http://www.youtube.com/watch?v=1Bvcfj3VpQc>, 4.5.2012

Dokumentation: *Noten & Neuronen*

<http://www.youtube.com/watch?v=GXetDrGub-Y&feature=relmfu> (Minute 7:22), 4.5. 2012

Hesse, H. P. *Intervall* | Erschienen in: „Musik in Geschichte und Gegenwart“, 2. Ausgabe  
Verlag: Bärenreiter.

<http://www.horstpeterhesse.de/forschung/forschungsberichte/Intervall/Intervall.pdf>

## 6. Anhang

### Abstract

Die vorliegende Arbeit soll einen Überblick über die heutige Forschung der musikalischen Harmoniewahrnehmung geben. Es wird die Begriffsgeschichte der Harmonie im allgemeinen Sinne dargestellt. Ferner werden psychologische und neurologische Ansätze besprochen. Eine bedeutende Forschungsfrage war die, ob denn die musikalische Syntax der durmolltonalen Musik universal gleich wahrgenommen wird, d.h. ob Regelbrüche der Syntax zu einer spezifischen Reaktion im Gehirn führen. Bei Probanden westlicher Herkunft konnten hochsensitive Reaktionen hervorgerufen werden, obwohl sie angaben, keine musikalische Ausbildung zu besitzen. Bei den Mafas, eine Ethnie aus Nordkamerun, die abgeschottet von der Zivilisation auf einen Berg leben und das gleiche Experiment machten, konnte man das mehr oder weniger nicht feststellen bzw. werden die Ergebnisse in dieser Arbeit kritisch besprochen. Ebenso werden Studien vorgestellt, die sich mit Musik und deren ausgelösten Emotionen beschäftigten. Die Forscher/innen legten auch hierbei einen Schwerpunkt, universelle Merkmale der musikalischen Wahrnehmung zu finden. Im Endeffekt müssen auch diese Ergebnisse kritisch reflektiert werden. Die Psychoakustik, einhergehend mit der Untersuchung des Konsonanz – Dissonanz Begriffes gibt uns physikalische Tatsachen, inwieweit unser Hörapparat überhaupt funktioniert. Eine neue Sicht bzw. Hörweise entsteht durch die Möglichkeit Töne synthetisch herzustellen. Diese Methode zeigt, dass eine Verbindung zwischen den verwendeten Notenskalen und der Klangfarbe des Instrumentes besteht. Als Beispiel wird das Gamelanorchester von Indonesien angeführt, die mit so genannten Metallophonen musizieren und für uns ungewöhnliche Tonskalen verwenden (Fünf-Noten (*slendro*) oder Sieben Noten (*pelog*) Skalen). In diesem Fall konnten eindeutige Beweise gefunden werden, dass das indonesische Gamelan auf die gleichen Gegebenheiten beruht wie die abendländische Musik. Es besteht allein der Unterschied der Verwendung der Instrumente und den Hörerfahrungen, die man von Kind auf an macht.

# Lebenslauf

Christina Gabriele Kramer, geboren am 24.10.1986, in Zwettl-NÖ

## Bildungsweg

1992- 1996: Volksschule Zwettl, Hammerweg

1996 - 2000: Sporthauptschule Zwettl

2000 - 2004: BORG Krems, Matura

seit 2004 : Studium Universität Wien: Italienisch, Konservatorium Wiener Neustadt: Gesang

seit 2006 : Studium Universität Wien: Musikwissenschaft

## Bisherige Tätigkeiten

Aupair Aufenthalt in Modena/Italien

Kinderbetreuung und Aushilfe in den Restaurants des Gastvaters

- Bankenkolleg Wien

Flyeraktion, Kundenanwerbung

- Reuters

Konferenzbetreuung, Gästeempfang

- Do&Co Catering

Servicemitarbeiterin, Auslandseinsätze Formel 1 VIP-Bereich

- Easystaff (Promotionfirma)

Verkaufsberatung

- Adagietto (Cd- Geschäft) / Konzerthaus Wien

Organisation und Verkaufsberatung

- 03/2012: Gründung des Kulturvereines BACH<sup>3</sup>

Eventorganisation

- Gesangssolistin diverser Konzerte