

A close-up photograph of a green frog with dark brown spots and large, prominent eyes. The frog is sitting on a large, round, green lily pad. The background shows other lily pads and some small, brown, dried leaves floating in the water.

Andreas Birken

Der Ton macht die Musik



Ich habe natürlich versucht, diesen Text bei einem Verlag unterzubringen. Aber die wissenschaftlichen Verlage fanden das Stück zu flapsig, die flapsigen jedoch zu wissenschaftlich – vermutlich ein speziell deutsches Problem. Deshalb habe ich mich nun entschlossen, meine kleine Ausarbeitung auf meiner Website zum Herunterladen bereitzustellen.

**Wenn Sie diesen Text nützlich und interessant fanden,
dann schicken Sie dem Autor € 10.**

I believe that no matter how serial, or stochastic, or otherwise intellectualized music may be, it can always qualify as poetry as long as it is rooted in earth.

I also believe, along with Keats, that the Poetry of Earth is never dead, as long as Spring succeeds Winter, and man is there to perceive it.

I believe that from that Earth emerges a 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.

Ich glaube, dass Musik – ganz gleich wie seriell, stochastisch oder anderweitig intellektualisiert sie sein mag – immer Poesie sein kann, solange sie in der Erde verwurzelt ist.

Ich glaube auch wie Keats, dass die Poesie der Erde niemals stirbt, solange der Frühling auf den Winter folgt und der Mensch da ist, dies wahrzunehmen.

Ich glaube, dass aus dieser Erde eine musikalische Poesie erwächst, die wegen der Natur ihrer Quellen tonal ist.

Ich glaube, dass diese Quellen ein Lautsystem der Musik hervorbringen, das dem universellen Phänomen, das wir Obertonreihe nennen, entstammt.

Leonard Bernstein, Six Talks at Harvard, 1973

Inhaltsverzeichnis

Einleitung für Musikfreunde

Vorwort für wissenschaftlich Interessierte

Der Ton

Die Tonhöhe

 In bester Stimmung

Klang und Farbe

Die Intervalle

 Ähnlichkeit und Kongruenz

 Der Biss der kleinen Sekunde

Das Gehör

 Heiße Musik lässt die Stimmung steigen

 Aus Zeit wird Raum

 Der Mensch verarbeitet Strukturen,
 nicht Einzeldaten

 Der Dur-Akkord ist unser Schicksal

Dur und Moll

 Was aber ist Moll?

 Ein Umsturzversuch

Schritt für Schritt: Die Tonleiter

Die Domina der tonalen Musik

 Die Subdominante als Hilfskraft

 Der Dominantseptakkord

 Jetzt hat uns der Teufel

 Die Erlösung

 Jacke wie Hose

Verbotene Parallelen

Das Moll-Problem

Umgekehrt wird kein Schuh daraus

 Der Joker der Modulation

Das Zeitproblem

 Alla marcia

 Die Fünf gerade sein lassen?

Wagners Weiterungen

Schönberg und die Folgen

Gleichberechtigung für den Tritonus?

Die Suche nach dem absoluten Nullpunkt.

Zitate-Anhang

Einleitung für Musikfreunde

Tausende von Japanern proben das ganze Jahr über Beethovens Neunte, um sie zum Jahreswechsel aufzuführen – alljährlich! Warum empfinden Japaner Beethoven nicht als exotisch?

Warum kann man bei einer Stereoanlage, deren Frequenzbereich erst bei 50 Hz beginnt, auch Töne mit einer niedrigeren Frequenz hören?

Warum hört man einen Hornston, dessen Obertöne lauter sind als der Grundton, nicht als Akkord sondern als Einzelton?

Warum empfinden wir die Oktave als ein Intervall, dass sich von allen anderen – abgesehen von der Prim natürlich – so grundsätzlich unterscheidet, dass wir den oberen Ton als Verdoppelung des unteren wahrnehmen, als denselben Ton auf einem anderen Niveau?

Warum hat ein Sextakkord einen völlig anderen Klangcharakter als ein normaler Dreiklang oder ein Quartsextakkord, obwohl sie doch aus den „gleichen“ Tönen bestehen?

Warum wirken ein Dur- und ein Mollakkord so verschieden, obwohl beide jeweils aus einer kleinen und großen Terz zusammengesetzt sind?

Warum verbietet die traditionelle Tonsatzlehre nicht nur Oktav- sondern auch Quintparallelen?

Alle diese Fragen sind für das Verständnis von Musik und das Hören von Musik von grundsätzlicher Bedeutung. Und doch werden sie bislang in der Fachliteratur kaum behandelt, ja kaum gestellt.

Zur Lösung dieser Fragen ist der Komplex in drei Teile zu zerlegen:

1. Was ist ein Ton physikalisch gesehen?
2. Wie verläuft die Informationsverarbeitung im menschlichen Ohr und Hirn?
3. Was geschieht beim gleichzeitigen Erklängen von zwei oder mehr Tönen?

Die Frage 1 ist eine der Physik, Frage 2 eine der Physiologie und erst Frage 3 eine der Musikwissenschaft – speziell der Harmonielehre.

Es handelt sich hier also um einen Komplex, der interdisziplinär untersucht werden muss. Und hier liegt natürlich das

Problem. Es gibt wenige Musiker oder Musikwissenschaftler, die sich für Physik und Physiologie interessieren, aber immerhin eine ganze Reihe von Physikern, Physiologen und Psychologen, die auf dem Gebiet der Musik dilettieren und deshalb musikalische Fragestellungen auf ihrem Gebiet behandelt haben. Ein echtes Manko ist, dass physikalische Akustik in der Regel nicht auf dem Lehrplan für angehende Komponisten und Dirigenten steht. Von der Ausbildung von Trompetern oder Tenören wollen wir gar nicht reden.

Hierzu zwei Anekdoten:

1. Ich habe mit einem befreundeten Pianisten über das zweifellos reale Phänomen des harten und weichen Anschlags diskutiert. Er war der Meinung, dass man einen *einzelnen Ton* gleicher Lautstärke am Klavier hart oder weich anschlagen könne. Ich hielt dagegen, dass der Effekt von hart oder weich sich nur auf die *Abfolge der Töne*, auf die Art der Bindung beziehen könne. Denn die Mechanik des Klaviers bewirkt, dass der Hammer die Saiten stets im freien Flug erreicht und es deshalb keinen Kontakt – auch keinen indirekten – zwischen dem Finger des Pianisten und der Saite gibt. Wenn aber der Hammer frei fliegt oder fällt, kann der Pianist nur dessen Geschwindigkeit bestimmen. Masse und Oberflächenbeschaffenheit sind stets gleich. Eine unterschiedliche Geschwindigkeit ergibt aber nur eine unterschiedliche Lautstärke. Also wird ein mit gleicher Geschwindigkeit auftreffender Hammer immer den gleichen Klang erzeugen. Andererseits ergeben natürlich verschieden Hammergewichte und unterschiedliche Beschaffenheit des Filzes – neben anderen baulichen Eigenschaften – bei verschiedenen Klavieren auch verschiedene Klangfarben. Bestimmte Pianisten haben deshalb auch spezielle Vorlieben bezüglich des Fabrikates ihres Instrumentes. Dagegen lassen sich bei Tonfolgen durchaus verschiedene Effekte erzeugen, je nachdem wie lange die einzelnen Töne sich überlagern oder getrennt sind. Es ergibt sich die Reihe *legato* – *weich* – *hart* – *staccato*.

Mein Freund blieb aber hartnäckig bei seiner Meinung. Mein Ansinnen, doch einfach den Klavierdeckel hochzuklappen und sich den Flug des Hammers anzusehen, lehnte er strikt ab. Musik hat zweifellos etwas Mystisches.

Wer ähnlich eigestellt ist wie mein Freund, möge dieses Buch jetzt zuklappen und schnell verschenken. Andernfalls riskiert er noch mehr Aufklärung.

2. Das Orchester probt den 1. Satz der Haydn-Symphonie Nr. 104 in D-dur. Man arbeitet am 2. Satz. Wir erreichen Takt 114, eine Bläserkadenz, nur 1. Fagott, Oboen und 1. Flöte: Ein cis-moll-Akkord, dann ein verminderter Septakkord

auf his, verminderter Spetakkord auf h und schließlich in Takt 17 ais–fis’–cis’–fis’”, ein harmloser Dur-Sextakkord – sollte man meinen. Es klingt abscheulich! Sofortiger Abbruch. Der Dirigent sagt, was Dirigenten in dieser Situation immer sagen: „Das Fagott ist zu hoch“. Der Fagottist ist sich keiner Schuld bewußt; denn das kleine ais – besser als kleines b bekannt, ist einer der wenigen wirklich stabilen Töne auf dem Fagott und spricht auch immer einwandfrei an. Den Gesetzen der Orchesterhierarchie folgend senkt er jedoch das Ais durch Verminderung der Lippenspannung so weit ab, dass es fast zum A wird. Mit dieser erstaunlichen Fähigkeit kompensieren Fagottisten die bauseitigen Mängel ihres Instrumentes. Der Akkord klingt jetzt viel besser. Zwar mehr nach Moll als nach Dur, aber doch erträglich. Der Dirigent – es könnte übrigens auch eine Dirigentin gewesen sein – ist hoch erfreut über diesen Beweis seiner pädagogischen Fähigkeiten, beschließt aber insgeheim, sich demnächst bei einem besseren Orchester zu bewerben, und lässt die Sache vorläufig auf sich beruhen. Wir wollen das auch tun und die Aufklärung des Rätsels an späterer Stelle bringen. Immerhin hat der Dirigent zuhause eine Platte mit einer Aufnahme der Berliner unter Karajan aufgelegt. Der fragliche Akkord war abscheulich! Tief befriedigt konstatierte er, dass auch Karajan nur mit Wasser kochte. Wir fügen hinzu: Auch Altvater Haydn!

*Joseph Haydn, Symphonie Nr. 104, D-Dur,
2. Satz, Takt 114–117*

Andante **più largo** **Tempo I** **più largo**

Flöte
Oboe
Fagott

mp
p
p

Vorwort

für wissenschaftlich Interessierte

Die physikalischen Grundlagen der Musik haben mich seit meiner Schulzeit interessiert, als ich mit Hilfe von Klavier und Fagott Eingang in das Reich der Töne suchte. Ich hatte gute Lehrer, die fast alles über Musik wussten – aber mit Physik wenig „am Hut“ hatten. Das galt auch für meinen ersten Kompositionslehrer, Friedrich Wickenhauser, der über Instrumente und Instrumentation besser Bescheid wusste als die meisten.

Ich war deshalb fasziniert, als ich auf das Buch von Arthur H. Benade, Musik und Harmonie – Die Akustik der Musikinstrumente, stieß, das 1960 erschien (englischer Originaltitel: Horns, Strings & Harmony), und habe es geradezu verschlungen. In der Zwischenzeit hat die Wissenschaft große Fortschritte auf dem Gebiet gemacht, nicht zuletzt dank Benade selbst, so dass in den Bibliographien neuerer Arbeiten wohl seine späteren Werke aufgeführt sind, aber nicht mehr Musik und Harmonie.

Sehr beeindruckt hat mich auch das Buch von Walter Gieseler, Luca Lombardi und Rolf-Dieter Weyer, Instrumentation in der Musik des 20. Jahrhunderts, Celle 1985, in dem die Klangspektren zahlreicher Instrumente vorgestellt wurden.

Die jüngsten in deutscher Sprache erschienen Titel (alles Übersetzungen aus dem Englischen) sind:

Juan G. Roederer, Physikalische und psychoakustische Grundlagen der Musik, 3. Auflage, Heidelberg 1999 (Introduction to the Physics and Psychophysics of Music).

Charles Taylor, Der Ton macht die Physik, Die Wissenschaft von den Klängen und Instrumenten, Braunschweig 1994 (The physics of music).

Donald E. Hall, Musikalische Akustik, Ein Handbuch, Mainz 2008 (Musical Acoustics).

Alle drei habe ich mit Gewinn gelesen. Taylors Buch ist aus einer Vortragsreihe für Schüler entstanden und – trotz des kryptischen Titels – am leichtesten zu lesen. Roederers ursprüngliches Publikum waren Studenten, denen *Musical*

Acoustics als interdisziplinäres Wahlfach angeboten wurde. Hall richtet sich vor allem an professionelle Musiker und Tontechniker. Er ist Physikprofessor und ausübender Musiker (Organist) zugleich.

Der aktuelle Forschungsstand findet sich nun auch in der gerade erschienenen Neuauflage von *Musik in Geschichte und Gegenwart* (MGG, Sachteil 1–10, Kassel 1994–99).

Johannes Goebel, der Herausgeber der deutschen Ausgabe von Halls Handbuch, sagt im Vorwort: „Gerade im deutschsprachigen Raum tun wir uns schwer mit wissenschaftlichen Aufbereitungen, die einerseits die Fachleute befriedigen und andererseits auch den Nicht-Fachleuten einen Einstieg ermöglichen. Im Fall von »Musik« und »Naturwissenschaft« scheint das ein schon hoffnungsloses Unterfangen zu sein.“

Vielleicht hat Goebel recht, vielleicht haben wir aber noch einen Wurf frei. Ich werde allerdings nicht versuchen, in erster Linie die Fachleute zu befriedigen und den Nicht-Fachleuten einen Einstieg zu ermöglichen, sondern will umgekehrt in erster Linie die Nicht-Fachleute ansprechen und hoffen, auch die Fachleute zu überzeugen. Denn – bei allem Fortschritt der letzten Jahre – es gibt da noch einige Punkte, an denen selbst Hall noch nicht zu Ende gedacht hat.

In den letzten Jahren haben sich vor allem Neurobiologen dem Thema angenommen. Deren Hauptinteresse liegt in der Untersuchung der Verarbeitung des musikalischen „Inputs“ im Gehirn. Hier zwei einschlägige Publikationen:

Robert Jourdain, *Das wohltemperierte Gehirn. Wie Musik im Kopf entsteht und wirkt*, Heidelberg 1998 (Music, the Brain, and Ecstasy).

Manfred Spitzer, *Musik im Kopf. Hören, Musizieren, Verstehen und Erleben im neuronalen Netzwerk*. Stuttgart 2002.

Salvatorische Klausel: Es liegt mir fern, mit dem vorliegenden Büchlein irgendwelche Meriten als Musikwissenschaftler zu beanspruchen, da ich nur als Komponist, Fagottist und Historiker ausgebildet bin und kaum ein Vierteljahrhundert als Journalist gearbeitet habe.

Der Ton

„Der Ton macht die Musik,“ sagt eine Redensart und trifft damit den Kern der Sache wie kaum ein anderer Spruch. Vergleichbar ist eigentlich nur noch die Fußballweisheit, „Der Ball ist rund!“ Da dem so ist, muss jede grundlegende Untersuchung von Musik mit dem Ton beginnen. Physikalisch unterscheidet man zwei Arten von Schallereignissen: Ton und Geräusch.

Ein Ton ist ein Schall mit regelmäßigem, periodischem, sinusförmigem Schwingungsverlauf. Das heißt, der Druck im Träger der Tonschwingung – also in der Regel der Luftdruck – ändert sich im Zeitverlauf in der Art einer Sinuskurve. Der reine Ton hat nur eine Grundschiwingung ohne weitere Teilschwingungen. Ein solcher reiner Ton kann mit elektronischen Oszillatoren erzeugt werden. Die Frequenz einer Schwingung wird gemessen in Hertz (Hz). 1 Hz bedeutet eine Sinusperiode pro Sekunde.

Musikinstrumente produzieren keine reinen Töne, sondern Klänge, die außer der Grundschiwingung eine mehr oder weniger große Zahl von Teilschwingungen enthalten (Obertöne). Die Frequenzen (Schwingungsperioden) dieser Teilschwingungen haben Werte von ganzzahligen Vielfachen der Grundschiwingung. Ein Ton mit einer Grundschiwingung von 16 Hz (Subkontra-C) hat also Obertöne von 32, 64, 128, 256 usw. Hz. Solche ganzzahligen Frequenzverhältnisse nennt man harmonische. Wenn in der Musik von Tönen die Rede ist, sind solche obertonreichen Klänge gemeint. In diesem Sinne wollen wir auch im Folgenden das Wort Ton gebrauchen.

Ein Geräusch ist dagegen ein Schall mit nichtperiodischen Druckschwankungen, dessen Teilschwingungen in keinem ganzzahligen Frequenzverhältnis zur Grundstimmung stehen. Alle von Musikinstrumenten erzeugten Töne haben auch einen Geräuschanteil, der meist im Ansatz besonders stark ist. Am deutlichsten hörbar ist dieser Anteil natürlich bei den Schlaginstrumenten; einige – wie die kleine Trommel oder das Becken – produzieren nur Geräusche. Unser Thema sind jedoch nur die Töne und die Obertöne. Warum Musikinstrumente gerade solche Töne erzeugen (weil man sie extra so gebaut hat!) soll hier nicht erörtert werden. Dies ist ein Thema der Instrumentenkunde (und auch sehr spannend). Jeder Musiker kennt die angesprochenen ganzzahligen Frequenzverhältnisse natürlich auch aus einem anderen Zusammenhang: Von den Intervallen. Das Verhältnis 1:1 nennt man Prim, 1:2 Oktav, 1:3 Duodezim, 2:3 Quint usw. Dieselben Verhältnisse finden sich bei den sogenannten Naturtönen, die der Bläser durch Überblasen erzeugen kann.

Diese Intervalle ergeben sich auch wenn man eine Saite auf die Hälfte, ein Drittel, ein Viertel usw. verkürzt. Jeder weiß auch, dass man durch gleichzeitiges Spielen oder Singen von Tönen mit ganzzahligen Frequenzverhältnissen harmonische Akkorde erzeugt. Die einfachsten Verhältnisse wie 1:1 oder 2:3 klingen am harmonischsten (konsonant), kompliziertere wie 1:7 oder 15:16 dagegen schräg bis schrill (dissonant). Warum das so ist und so empfunden wird, ist die zentrale Frage dieses Buches. Eines sei schon hier verraten: Das Gehirn ist nicht in der Lage Frequenzen von 440 und 660 Schwingungen pro Sekunde auszuzählen, rechnerisch zu vergleichen, festzustellen, dass es sich um den großen Bruch 2:3 handelt, und sich ob dieser Erkenntnis wohligen Gefühlen hinzugeben. Das kann nicht einmal ein Computer. Der würde zu dem Ergebnis 0,66666666666666666666... kommen und sich bei entsprechend schwacher Software aufhängen. Von Quintenfreude keine Spur!

Zur Terminologie der Obertöne wollen wir festhalten: Bezüglich der Naturtöne wird der Grundton als 1 gezählt, bei den Obertönen der Grundton als 0, die Oktave als 1. Aus mathematischen Gründen, weil sich mit Null schlecht dividieren lässt, hat man den Begriff des Teiltons (des Klangspektrums) eingeführt. Der erste Teilton ist der Grundton oder erste Naturton, der zweite Teilton der 1. Oberton oder 2. Naturton usw.

Statt Teilton findet man häufig auch die Bezeichnung Partialton. Manchmal werden auch die durch Überblasen erzeugbaren Naturtöne als Teil- oder Partialtöne bezeichnet. Um Missverständnisse zu vermeiden, wollen wir jedoch nur die im Klangspektrum des einzelnen Tones enthaltenen Teiltöne als solche bezeichnen.

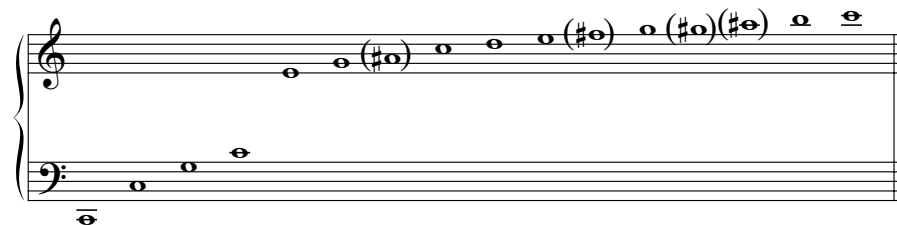
Dass die Teilschwingungen immer ganzzahlige Vielfache der Grundschwingung sein müssen, lässt sich am leichtesten bei der Schwingung einer Saite verstehen. Wenn die Saite als Ganze schwingt, ist das Schwingungsmaximum in der Mitte; an beiden Enden – am Steg und am Bund bzw. am Finger – sind die Minima (Schwingungsknoten). Diese Minima haben den Wert Null, weil die Saite hier fest sitzt. Auch alle Teilschwingungen müssen hier logischerweise Null sein, weil sich die Saite hier nicht bewegen kann. Man kann die Saite auch zwingen, nicht als Ganzes sondern in Unterteilungen zu schwingen, indem man den Finger leicht auf die Stelle legt, wo man einen Knoten haben will, ohne sie jedoch ganz niederzudrücken. Die so erzeugten Töne nennt man Flageolet-Töne. Beispiele: Wenn man die G-Saite der Geige in der Mitte ganz niederdrückt, schwingt nur die halbe Länge, man erhält den Ton g' . Wenn man sie an der Stelle des g' nur leicht berührt, schwingt sie in beiden Teilen. Man erhält ebenfalls g' , aber nun als Flageolet. Entsprechend verhält es sich beim Dritteln. Wenn man die Saite um ein Drittel verkürzt ($2/3$ schwingen), erhält man d' ; wenn man sie auf ein Drittel verkürzt, d'' – also Quint und Duodezim. Der Flageoletton ist jedoch in jedem Fall die Duodezim (d'') weil die

Saite in Dritteln schwingt. Entsprechendes gilt für die Teilschwingungen höherer Ordnung. Man kann deshalb auf der Geige hohe Flageolett-Töne in bequemer Griffage erzeugen.

Bei Blasinstrumenten geschieht im Prinzip das Gleiche. An den beiden offenen Enden können stets nur (Druck-) Schwingungs-Maxima sein. Es gibt allerdings auch Röhren, die an einem Ende geschlossen sind: Die sogenannten gedackten Orgelpfeifen. Sie haben an einem Ende ein Maximum, am anderen ein Minimum (Knoten). Das gilt auch beim Überblasen. Daraus ergeben sich zwei interessante Folgen: 1. Der Grundton klingt eine Oktave tiefer als bei einer offenen Pfeife gleicher Länge, weil die geschlossene nur eine halbe Schwingungslänge trägt. 2. Durch Überblasen können nur solche Töne erzeugt werden, bei denen am einen Ende ein Maximum, am anderen ein Minimum liegt. Dies sind, wie leicht einsichtig ist, nur die ungeradzahligten Vielfachen. Auch im Spektrum der Obertöne sind natürlich nur die ungeraden Teiltöne enthalten. Wer über eine solche ausgebaute Orgelpfeife verfügt, kann das selbst ausprobieren. Es geht aber auch mit einer Bierflasche!

Ähnlich verhält sich übrigens die Klarinette. Sie hat das Charakteristikum einer gedackten Pfeife, kann nur in die Duodezim überblasen werden und im Klangspektrum sind die geradzahligten Teiltöne nur schwach entwickelt. Dies bestimmt im Wesentlichen die Klangfarbe dieses Instruments. Bevor wir jedoch weiter auf die Klangfarbe eingehen, muss noch einiges zur Obertonreihe gesagt werden. Ausgehend vom großen C als Grundton ergeben sich für die ersten 16 Töne folgende Notenwerte (16 Naturtöne sind das, was ein guter Hornist zur Verfügung hat):

1	C	9	d''
2	c	10	e''
3	g	11	(fis''-)
4	c'	12	g''
5	e'	13	(as''-)
6	g'	14	(ais''-)
7	(ais'-)	15	h''
8	c''	16	c'''



Die Noten in Klammern sind Töne, die zwischen den Halbtönen unserer temperierten Skala liegen. Sie müssen von den Bläsern übersprungen werden.

Wie man sieht, stehen bei einem Horn in C alle Töne der C-Dur-Tonleiter mit Ausnahme des a zur Verfügung. Das bedeutet: Eine vollständige Tonleiter kann ohne Ventile nur auf speziellen, eng mensurierten Instrumenten (z. B. Barocktrompeten), die über den 16. Teilton hinaus ansprechen, gespielt werden. Verfügbar sind vor allem die Töne des C-Dur- und des G-Dur-Dreiklanges, also das, was wir Tonika und Dominante nennen. Nicht vorhanden ist die Subdominante und der Tonika-Moll-Dreiklang. Aus diesem Grunde haben schon die Theoretiker des 18. Jahrhunderts (seit Rameau) den Durdreiklang als „natürlichen“ Dreiklang und das Tonika-Dominant-Verhältnis als „natürliche“ Funktion bezeichnet. Wir wollen aber gleich festhalten, dass diese Definition zu kurz greift. Sie ist auch nur aus den praktisch verfügbaren Überblastönen abgeleitet. Zudem ist klar, dass weitere „brauchbare“ Töne hinzukommen, wenn man bis zum 32. oder 64. Teilton weiterrechnet. Das im Ton selbst enthaltene Obertonspektrum war damals schon bekannt (J. Sauveur um 1700), ohne dass jedoch weitere Konsequenzen aus dieser Kenntnis gezogen wurden. Jedenfalls bezieht sich diese Theorie zunächst nur auf die Töne, die man auf einem Instrument nacheinander (Melodie) oder auf zwei gleich gestimmten Hörnern oder Trompeten gleichzeitig spielen kann. In jedem Falle muss eine Theorie berücksichtigen, dass ein erheblicher Unterschied zwischen der Wechselwirkung von gleichzeitigen Tönen (Harmonie) und jener von nacheinanderfolgenden Tönen (Melodie) besteht. Erstere treten in direkte Beziehung zueinander. Letztere wirken nur in unserem Gedächtnis aufeinander. Richtig ist aber, dass das hier beschriebene Tonmaterial für die abendländische Musik der Klassik und Romantik bestimmend war. Dies wird besonders deutlich bei der Instrumentierung mit Hörnern und Trompeten. Mit diesen Instrumenten, solange sie keine Ventile hatten, konnten jeweils nur Tonika und Dominante akzentuiert werden. Um das Tonmaterial zu erweitern, wurde die Zahl der Hörner im Orchester auf vier erweitert. Zum Beispiel in C-dur-Stücken zwei in C und zwei in F oder G, und bei G-moll-Stücken zwei in G und zwei in B. Wenn man eine Theorie nicht aufgrund von Blasinstrumenten, sondern mit Hilfe von Saiten entwickelt, kann man zu ganz anderen Ergebnissen kommen.

Denn es ist keineswegs die einzig „natürliche“ Methode zur Teilung einer Saite, sie zu halbieren, dritteln, vierteln usw. Man kann sie genauso in eine bestimmte Zahl Schritten gleichen Abstands unterteilen. Weil der Mensch zehn Finger hat, bieten sich zum Beispiel zehn oder zwanzig gleiche Abschnitte an. Vielleicht aber auch 22 oder 60 oder was es sonst an heiligen Zahlen oder derglei-



Willenberg-Trompete, Modell Köln

chen gibt. Man kann auch eine Flöte bauen, deren Löcher gleichen Abstand haben. Auch das wäre durchaus „natürlich“. Genau dieses haben die Musiker im antiken Griechenland und in Indien getan. Bei diesem Verfahren entsteht eine Vielzahl interessanter und durchaus ausdrucksstarker Skalen – nicht nur Dur und Moll – mit denen Melodien geschaffen werden, die zwar für uns heutige Europäer gewöhnungsbedürftig sind, die wir als exotisch empfinden, gegen deren musikalische Qualität aber theoretisch nichts einzuwenden ist. Eine polyphone Harmonik ist jedoch, wie wir zeigen werden, mit solchen Skalen nicht möglich. Das gleiche gilt streng genommen auch für die Zwölftonskalen, die aus einem letztlich willkürlichen Tonmaterial bestehen. Die von der Zwölftontheorie geforderte Wirkung kommt vor allem dadurch zu zustande, dass traditionelle harmonische Effekte vermieden werden. Hiervon wird noch zu reden sein.

Anmerkung: Dass bei Blasinstrumenten beim Überblasen harmonische Obertöne erklingen, ist nicht selbstverständlich, sondern bauartbedingt (Verhältnis von konischen zu zylindrischen Teilen des Rohres, Art des Konus usw.). Es gibt orientalische Hörner und Trompeten, bei denen das nicht so ist.



Tibetische Mönche mit Dungchens
(Foto: Deutsche Tibetexpedition,
Quelle: Wikipedia, Deutsches Bundesarchiv).

Die Tonhöhe

Wir haben festgestellt, dass wir die Höhe eines Tones hören als Funktion der Frequenz des 1. Teiltones. Die Höhe ist die zentrale Eigenschaft des Tones.

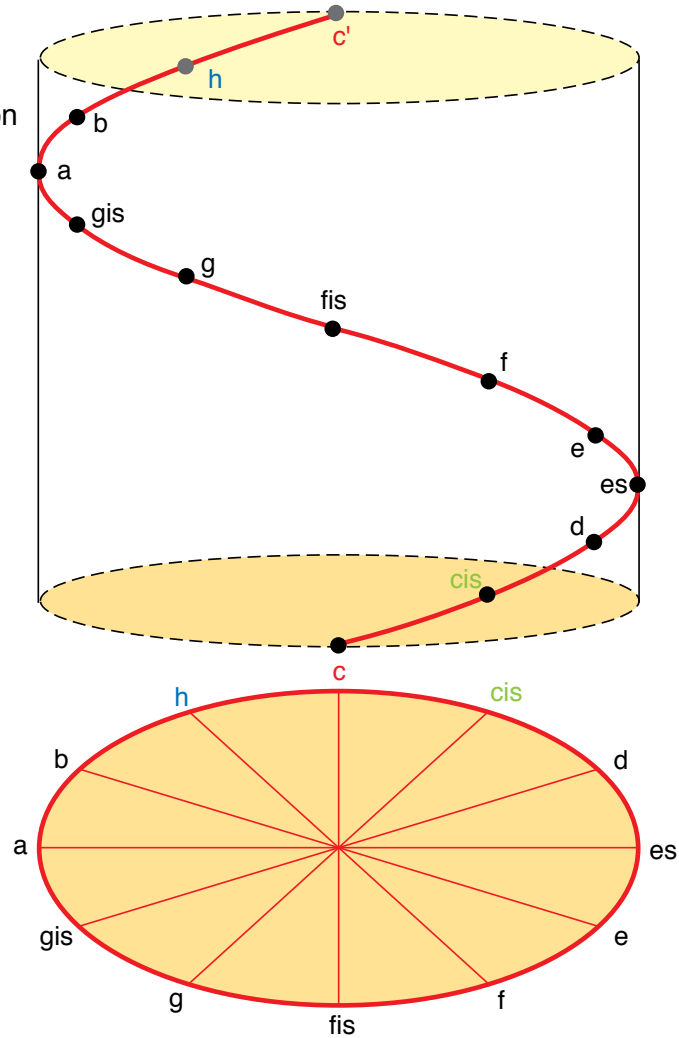
Beim Vergleich verschiedener Töne empfinden wir fest, dass der Tonraum kein konturloses Kontinuum ist, sondern offenbar dadurch gegliedert, dass sich die Töne in verschiedenen Höhen wiederholen. Der Abstand zwischen diesen offenbar „identischen“ Tönen ist die Oktav. Daraus folgt, dass sich andere Töne, die nicht im Oktavabstand stehen, noch durch eine andere Eigenschaft als die Höhe unterscheiden müssen. Dies ist eine von allen Musikhörern empfundenes Phänomen, und wir wollen zunächst einmal unterstellen, dies sei so. Natürlich hat die Wissenschaft sich mit diesem Phänomen beschäftigt und ein Modell dafür entwickelt. Sie haben zusätzlich zu „Höhe“ dafür den Begriff „Tonigkeit“ oder „Chroma“ eingeführt (von griechisch *chroma* = Farbe). Die Oktavtöne *c* und *c'* haben demnach gleiches Chroma aber unterschiedliche Höhe. Dagegen haben *c* und *d* zwar auch verschiedenes Chroma, aber auch unterschiedliche Höhe. Auf diese Weise kann man ein räumliches Modell des Tonraums entwickeln. Man stellt sich die 12 Töne der temperierten Skala als kreisförmig angeordnet vor, wobei ein Halbton vom anderen einen Winkelabstand von 30 Grad hat. Bei anderen Skalen als der zwölfteiligen würden sich andere Winkel ergeben. Der volle Kreis ergibt eine Oktav von 360 Grad. In der Skala der Akkustiker hat ein temperierter Halbton 100 Cent, die Oktav 1200. Nun denkt man sich diesen Kreis zur Spirale gebogen, so dass in der Höhe alle Oktaven gleichen Abstand haben und die jeweils gleichen Töne der Skala immer übereinander liegen. Dies ist ein Modell, das jeden Geometer begeistert und auch Arnold Schönberg gut gefallen hätte. Hübsch daran ist auch die Tatsache, dass die Töne eines verminderten Septakkord eine schöne, rechtwinklige Figur ergeben. Aber es bleibt ein Unbehagen. Warum hat die Quint, die wir nächst der Oktav als etwas Besonderes empfinden, einen so krummen Winkel von 210 Grad? Alles, was hier als geometrisch einfache und harmonische Figur erscheint, bezieht sich auf die temperierte Stimmung. Dabei wissen wir doch, dass diese Temperatur wenig mit Musik und viel mit Klavierstimmen zu tun hat. Ein natürliches Klangspektrum hätte, wenn man es auf diese Spirale aufträgt, ein durchaus unharmonisches Aussehen.

Die Geschichte mit der temperierten Stimmung ist nun ein Stück Physik, das ausnahmsweise zum Lehrstoff an Musikhochschulen gehört. Das Problem, das diese Stimmung löst ist folgendes: In der natürlichen Obertonreihe gibt es

Der Tonraum

Traditionelle Vorstellung von Chroma und Höhe.

Beispiel: Jedem **c** von Subkontra-C bis c''''' wird bei unterschiedlicher Tonhöhe dasselbe Chroma unterstellt, wodurch jedes **c** sich von jedem **h** oder **cis** unterscheidet.



Intervalle gleichen Namens, die verschieden groß sind. Für die C-Skala sind z. B. der 4. bis 6. Teilton c, d und e. Die Sekund c-d hat das Frequenzverhältnis 5:4, die Sekund d-e jedoch 6:5. Das heißt, die beiden „großen“ Sekunden sind unterschiedlich groß. Wenn man jedoch ein Klavier so stimmt, dass es für C-Dur richtig ist, dann ist die Sekund d-e für D-Dur zu klein, weil sie ja dann 5:4 sein müsste. Deshalb wird das Klavier temperiert so gestimmt, dass alle großen Sekunden gleich groß sind usw. Damit sind alle Töne so gestimmt, dass sie zwar für jede Tonart nicht ganz stimmen, aber doch für jede fast richtig sind. Man kann sich das Phänomen auch am Quintenzirkel verständlich machen. Zwölf Quinten übereinander von C angefangen ergeben His, das mit C identisch sein soll. Oder zwölfmal sieben Halbtöne (= zwölf temperierte Quinten) weiter ergeben 72 Halbtöne; siebenmal zwölf Halbtöne (= sieben temperierte Oktaven) ergeben ebenfalls 72 Halbtöne. Mit dem Frequenzverhältnis der Quint von 3:2 geht das aber nicht auf. Denn sieben Oktaven von 2:1 ergeben $2 \text{ hoch } 7:1 = 128$. Zwölf Quinten von 3:2 kommen da aber nicht hin. Man sieht schon mit bloßem Auge, dass keine Potenz von 3 ohne Rest durch 2 teilbar ist. Wenn man nachrechnet, ergibt sich $3 \text{ hoch } 12$ geteilt durch $2 \text{ hoch } 12 = 531441:4096 = 129,64633$. Der Wurf ging zu weit! Die natürliche (harmonische) Quint ist größer als die temperierte. Der Fehler beträgt über sieben Oktaven 1,28619 % oder in einer Oktav 0,18 %. Diesen Fehler muss und kann der Klavierstimmer in der Tat problemlos verstecken.

Für diesen Überschuss der zwölf reinen Quinten über sieben Oktaven gibt es einen Fachausdruck: Pythagoräisches Komma. Der Unterschied zwischen dem dem großen und kleinen Ganzton (große Sekunde „erster und zweiter Klasse“) heißt syntonisches oder didymisches Komma. An diesen griechischen Namen kann der Leser erkennen, dass das Problem schon seit längerer Zeit bekannt ist. Aber haben Sie sich auf Antrieb daran erinnert, ob die natürliche oder die temperierte Quint größer ist.

Der Unterschied ist klein und bei nacheinander gespielten Tönen auch nicht hörbar. Auch eine gleichzeitig gespielte temperierte Quint wird nicht als ein anderes Intervall empfunden. So trennscharf ist unser Ohr nicht. Aber hören kann man den Fehler doch. Es entsteht nämlich eine Schwebung. Der Effekt der Schwebung entsteht dadurch, dass das Ohr zwei ganz nahe beieinander liegende Frequenzen nicht trennen kann, sondern sie addiert. Die beiden verschieden schnellen Schwingungen verschieben sich im Zeitablauf gegeneinander, so dass abwechselnd die Maxima aufeinandertreffen und addiert werden und andererseits das Maximum der einen Schwingung auf das Minimum der andern trifft, wodurch sie sich gegenseitig aufheben. Man hört einen deutlich auf- und abschwellenden Ton, eine Art Heulen. Dieses Heulen hat natürlich wiederum eine regelmäßige Schwingungsperiode, deren Größe von der Differenz zwischen den beiden

Frequenzen abhängt. Klavierstimmer mussten, bevor es elektronische Stimmgeräte gab, lernen, mit Hilfe der Dauer dieser Periode – eben der Schwebung – die Quinten korrekt zu verstimmen.

Die Schwebung hat aber noch einen anderen Effekt. Unser Ohr (unser Hirn) arbeitet keineswegs wie ein technisches Gerät. Es bildet die Umwelt nicht 1:1 ab. Der Fachausdruck dafür lautet: Es arbeitet nicht linear. Es interpretiert nämlich die Frequenz der Schwebung, wenn sie einen geeigneten Wert hat, ihrerseits als Tonfrequenz. Wir hören einen zusätzlichen Ton, einen sogenannten Differenzton. Ein Ton, der außerhalb des Ohres gar nicht existiert, einen Geisterton. Bevor wir auf die sehr interessanten Leistungen und noch interessanteren Fehlleistungen des Gehörs kommen, ist noch nachzutragen, dass die Schwebung der unreinen Quint natürlich nicht von den Grundfrequenzen herrührt. Diese liegen mit näherungsweise 3:2 zu weit auseinander. Was miteinander reagiert sind die oberen Teiltöne, der 3. Teilton des unteren Tones (Duodezim) mit dem 2. des oberen (Oktav). Sie sind bei der reinen Quint identisch und schwebungsfrei.

In bester Stimmung

Mit Hilfe der temperierten („wohltemperierten“) Stimmung wird also erreicht, dass kein Intervall außer der Oktav wirklich sauber und ein reiner Durdreiklang nicht zu produzieren ist. Dafür sind aber alle zwölf Durdreiklänge der chromatischen Tonleiter so brauchbar, dass sie von unserem Gehör als solche akzeptiert werden, und alle Tonleitern klingen passabel. Bei der Aufführung von älterer Musik bis zur frühen Klassik bewegt man sich allerdings oft in einem engen Bereich von Tonarten. Es gibt gute Gründe dafür, solche Stücke nicht in streng temperierter Stimmung zu spielen, sondern die Korrekturen so auf die Töne zu verteilen, dass die wichtigen Quinten und Dur-Terzen sauberer sind. In einem C-Dur-Stück darf dann dafür die Quinte fis-aïs oder gis-dis falsch klingen („Wolfsquinte“), da sie kaum oder gar nicht vorkommt. Romantische Kompositionen kann man dagegen im Prinzip nur in temperierter Stimmung spielen, weil sie viele Tonarten nebeneinander enthalten oder sogar ausdrücklich den Quintenzirkel schließen, indem sie Fis-Dur gleich Ges-Dur setzen.

Technisch gesehen sind nur Tasteninstrumente an eine feste Stimmung gebunden. Auch Holzblasinstrumente sind bezüglich der Anordnung der Klappen für die temperierte Stimmung gebaut, aber die einzelnen geblasenen Töne sind nicht so fixiert, dass sie nicht in der Intonation variabel wären. Deswegen ist es für ein Orchester kein Problem. z. B. eine Mozartsymphonie in reiner Stimmung aufzuführen. Berufsmusiker sind durchaus in der Lage, ihre Stimme so zu

beherrschen, dass sie stets wissen, welche Funktion der von ihnen gerade gespielte Ton innerhalb des Akkords hat – ob er also höher oder tiefer zu intonieren ist.

Unglücklicherweise hatte aber Mozart eine Passion für Klavierkonzerte. Dieses Instrument kann aber stimmungsmäßig nicht recht mithalten, insbesondere da heute fast nur temperierte Klaviere aufs Konzertpodium kommen. Aber, was noch schlimmer ist: Die Klavierstimmer verstimmen die Klaviere absichtlich! Es hat sich nämlich herausgestellt, dass beim Klavier, weil die Saiten aus sehr steifem Material bestehen und extrem stark gespannt sind, die Obertöne nicht genau harmonisch sind, sondern leicht überhöht. Das führt aber zu unangenehmen Schwebungen, wenn die Oktave genau 2:1 gestimmt wird. Das echte „Oktaverlebnis“ stellt sich erst ein, wenn man die oberen Oktaven im Vergleich zu den mittleren Tönen etwas höher stimmt – ungefähr 2,025:1.

Wer angesichts dieser leicht nachprüfbaren Tatsache noch an das Chroma glaubt, muss akzeptieren, dass ein Kreis auch 369 Grad haben kann.

In den 1790er Jahren wurde in Frankreich mit der Metrification begonnen, in deren Zuge das Urmeter als 40.000.000ter Teil des Erdumfangs definiert wurde. In der Nouvelle Triangulation de la France wurde ein neues Gradnetz entwickelt, das den Kreis entsprechend in 400 Einheiten, die grade nouvelle (Neugrad) teilte, so dass am Äquator 1 gr exakt 100 Kilometern entsprach.

WIKIPEDIA

Klang und Farbe

Nun zurück zum Klangspektrum des einzelnen Tones. In ihm sind die einzelnen Teiltöne in unterschiedlicher Zahl und Lautstärke vorhanden. Die Lautstärke nimmt im Prinzip mit der Höhe ab. Dies lässt sich mit Hilfe elektronischer Geräte messen und aufzeichnen. Die Struktur ist für jedes Musikinstrument eigentümlich und wesentlich für seine Klangfarbe. Sie ist nicht notwendigerweise über den ganzen Tonumfang eines Instrumentes identisch. Insbesondere bei Holzblasinstrumenten klingen die verschiedenen Lagen unterschiedlich (Register). Auch eine leere Saite klingt anders als eine gegriffene. Die Lautstärke der Teiltöne nimmt zwar wie gesagt im Prinzip mit der Höhe ab, aber der Grundton (1. Teilton) ist keineswegs notwendigerweise der lauteste. Der zweite, dritte oder vierte Teilton können lauter sein als der erste. Dies gilt besonders für leise Töne. Der Grundton bleibt aber trotzdem bestimmend für die Empfindung der Tonhöhe, weil der Ton nicht als Akkord aus Einzeltönen, sondern als Ganzes gehört wird. Denn das Gehör arbeitet völlig anders als ein elektronisches Gerät, genauso wie das Auge anders arbeitet als eine Kamera. Davon später mehr.

Zur Klangfarbe wäre noch nachzutragen, dass außer dem normalen Teiltonspektrum auch die sogenannten Formantfrequenzen eine Rolle spielen. Dies sind bauartbedingte Resonanzschwingungen mit hoher Frequenz, die immer in gleicher Höhe liegen. Bei der menschlichen Stimme können diese Formantfrequenzen durch die Mundstellung verändert werden, so dass die verschiedenen Vokale je einen bestimmten Klang haben – unabhängig von der Höhe des gesungenen Tones. Die Formantfrequenzen spielen harmonisch beim Zusammenklang mehrerer Töne eine Rolle, weil bestimmte Teiltöne im Spektrum hervortreten. So können Effekte entstehen, die sich der Komponist beim Niederschreiben keineswegs vorgestellt hat. Verschieden instrumentierte Akkorde können deshalb sehr unterschiedlich klingen. Dabei wirken natürlich auch die Grundspektren der einzelnen Instrumente mit. In der Regel spielen sie sogar die Hauptrolle.

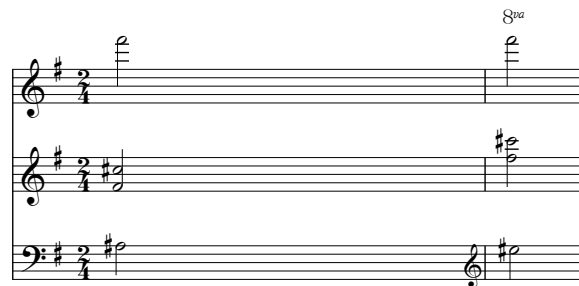
Besonders deutlich wird die Wirkung der Teiltöne des Spektrums beim Orchestersatz mit seinen mehrfachen Stimmverdopplungen. Bei der Aufführung klassischer und romantischer Werke muss der Dirigent deshalb oft genug die Lautstärke einzelner Stimmen „nachbessern“. So werden Dur-Terzen durch Verdoppelung leicht zu laut, weil sie im Spektrum anderer Akkordtöne schon reichlich vertreten sind, wogegen Moll-Terzen leicht „unterbesetzt“ sind. Die Frequenz des Es kommt im Spektrum des Grundtones C nicht hörbar vor.

Das gleiche Prinzip wie für die Formanten gilt für die Bordunsaiten der Renaissance- und Barockinstrumente. Diese klingen immer dann mit, wenn auf den Spielsaiten bestimmte Töne gegriffen werden. Man kann dies auch durch ein Experiment am Klavier nachvollziehen. Man drückt in der Mittellage einen C-Dur-Dreiklang vorsichtig nieder, so dass die Hämmer nicht anschlagen, aber die Dämpfer gehoben werden. Dann schlägt man kurz und kräftig ein tiefes C. Die drei C-Dur-Saiten klingen. Jede von ihnen wird durch einen anderen Teilton des tiefen C angeregt. Wenn das nicht funktioniert, wird es Zeit, dass Sie den Klavierstimmer holen. Das Pedal des Klaviers erzeugt den gleichen Effekt en gros. Deshalb dient es nicht nur dazu, Akkorde zu verlängern, sondern bewirkt eine größere Klangfülle. Es handelt sich um einen echten Bordun-Effekt, wobei natürlich auch tiefe Saiten durch das Anschlagen hoher Töne zum Mitschwingen gebracht werden, wenn eine ihrer Teilschwingungen angesprochen wird. Aber dieser Effekt ist geringer als der umgekehrte. Mit einem C-Moll-Dreiklang funktioniert es natürlich nicht in gleicher Weise. Eine Es-Saite wird durch das Anschlagen des C kaum angeregt.

Natürlich haben die alten Meister nicht unsere physikalischen Kenntnisse gehabt, aber ihr Gehör war nicht schlechter als das der heutigen Komponisten. Und sie konnten aus Erfahrung lernen. Die traditionellen Regeln für den Tonsatz spiegeln solche Erfahrungen wider. Dasselbe gilt selbstverständlich für die Instrumentationslehre.

Wir wollen hier auf das in der Einleitung dargestellte Beispiel des schrägen Dur-Akkords in der Haydn-Symphonie zurückkommen: Fagott ais, Oboe cis' und Flöte fis''. Inzwischen ist durch Messungen bekannt, dass beim Fagott in dieser Lage der dritte Teilton der bei weitem stärkste Klangbestandteil ist. Dies ist jedoch die Duodezim eis'', die in diesem Akkord vom Komponisten nicht eingeplant ist. Das eis'' liegt eine kleine Sekund unter dem fis'' des 2. Teiltones des fis'' der 2. Oboe, was in einer klassischen Symphonie in der Tat als haarsträubende Dissonanz erscheint. Einen solchen Quintsextakkord hätte Haydn freiwillig nicht geschrieben. Wenn das Fagott jedoch statt ais a spielt, ergibt sich a-cis''-e''-fis'', ein für die Zeit durchaus banaler Akkord. Man muss sich nur zu helfen wissen.

*Haydns Fehlgriff: Der Akkord in Takt 117
Dazu die lautesten Obertöne*



Die Intervalle

Die Struktur eines Tones kann man graphisch in Form eines schraffierten Dreiecks darstellen. Jeder Teilton wird als waagrechte Linie gezeichnet. Seine Lautstärke entspricht der Länge der Linie. Die Basislinie zeigt die Grundfrequenz. Die Abstände der Linien sind logarithmisch gemessen, so dass gleiche Intervalle zwischen den Teiltönen gleiche Abstände haben. Für unsere Analysen genügen in der Regel die ersten 16 Teiltöne, da die höheren außer im Fortissimo kaum hörbar sind. Im Ohr erregen Teiltöne gleicher Frequenz dieselben Sinneszellen im Corti-Organ, je nach Lautstärke unterschiedlich stark. Identische Teiltöne gleicher Frequenz werden addiert. Für das Hörempfinden ist diese Addition jedoch nicht linear. Eine Verdopplung des Lautstärkeempfindens (Lautheit) wird erst durch Verzehnfachung der Schallintensität erreicht. Um die Lautstärke einer Geige zu verdoppeln, braucht man zehn. Eine Klarinette ist nicht etwa sechzehnmal lauter als eine Geige, aber bei 1:16 wie im großen Orchester ist das Verhältnis etwa ausgeglichen.

Ähnlichkeit und Kongruenz

Das Bild des Dreiecks bringt uns zwanglos zu einer Analogie aus der Geometrie: Kongruenz und Ähnlichkeit. Zwei Dreiecke sind kongruent, wenn sie in Größe und Gestalt übereinstimmen. Sie sind ähnlich, wenn sie gleiche Winkel haben und folglich ihre Seiten das gleiche Größenverhältnis aufweisen, sie können aber verschieden groß sein. Die Kongruenz ist also ein Sonderfall der Ähnlichkeit, so wie das Quadrat ein Sonderfall des Rechtecks und der Kreis ein Sonderfall der Ellipse ist. Dies sei nur aus logisch-methodischen Gründen gesagt; Quadrat und Rechteck sind nicht ähnlich.

Für unsere Zwecke wollen wir wie folgt definieren:

1. Zwei Töne sind kongruent, wenn alle ihre Teiltöne identisch sind – dies zunächst ohne Berücksichtigung der Lautstärke.
2. Zwei Töne sind ähnlich, wenn mehrere Teiltöne des einen Tones identisch mit jenen des anderen sind.

Auch hier ist also Kongruenz ein Sonderfall der Ähnlichkeit.

Für die Ähnlichkeit ergeben sich graduelle Abstufungen mit der Zahl der identischen Teiltöne. Wir definieren:

3. Der Grad der Ähnlichkeit entspricht dem Anteil der Teiltöne des oberen Tones, die mit jenen im Spektrum des unteren Tones identisch sind.

Es gilt:

Anteil der Teiltöne des oberen Tones,
die im Spektrum des unteren
enthalten sind:

Alle
Jeder zweite
Jeder dritte
usw.

Ähnlichkeit:

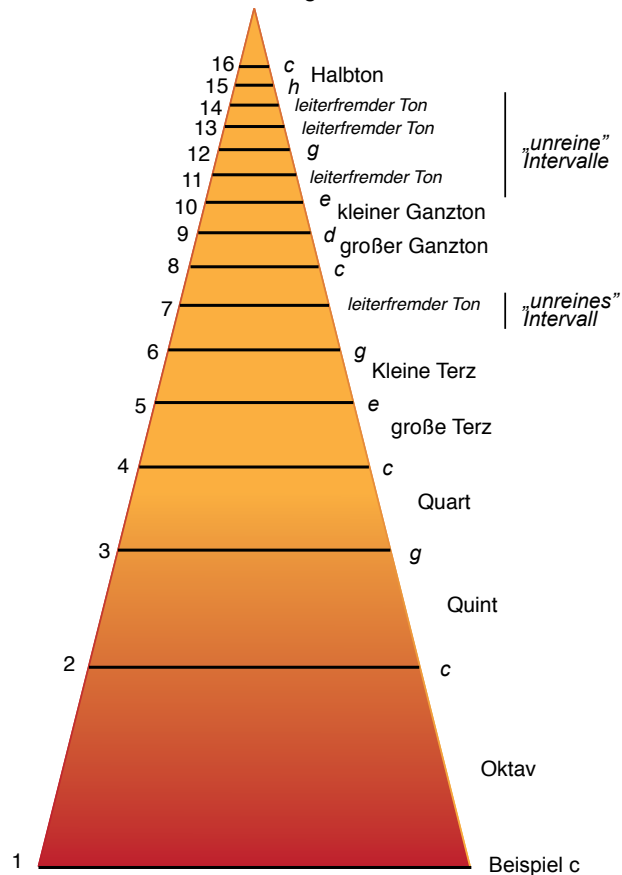
1. Ordnung
2. Ordnung
3. Ordnung
usw.

Daraus ergibt sich, dass bei allen Intervallen, bei denen die Frequenz des oberen Tones ein ganzzahliges Vielfaches jener des unteren beträgt, die beiden Töne eine Ähnlichkeit 1. Ordnung zueinander haben. Wir können auch verkürzt sagen: Es sind Intervalle mit Ähnlichkeit 1. Ordnung. Dies sind: Die Prim (Kongruenz), die Oktav, die Duodezim, die Doppeloktav, die Terz der zweiten Oktav usw. entsprechend der Teiltonreihe.

Wenn der obere Ton aber keine Teiltöne enthält, die nicht im unteren enthalten sind, warum können wir ihn hören? Weil unser Gehirn aufgrund der unterschiedlichen Lautstärke der Teiltöne die Gestalt der beiden „Dreiecke“ erkennt, obwohl sie sich überlagern. Dabei ist die Prim in der Tat ein Sonderfall. Zwei gleiche Töne gleicher Klangfarbe und Lautstärke können nicht unterschieden werden, sofern sie nicht aus verschiedenen Richtungen kommen. Sie sind nur geringfügig lauter (nicht doppelt so laut!) wie ein Einzelton.

Die Klangpyramide

Die Teiltöne sind im Abstand ihrer Intervalle logarithmisch gezeichnet. Die Länge der Linien entspricht ihrer Lautstärke. Die über dem 16. liegenden Teiltöne sind weggelassen, da sie in der Regel sehr schwach sind.



Die Analogie aus der Geometrie erleichtert das Verständnis der physikalischen Ursache für unsere Hörempfindung bei der **Oktav**, deren oberer Ton uns erscheint, als sei er identisch mit dem unteren – nur eben höher. Wir hören den oberen Ton als distinkten Ton deshalb, weil er ein eigenes distinktes Dreieck bildet, das sich dadurch vom unteren Dreieck abhebt, dass seine Teiltonlinien andere Längen haben. Wenn der obere Ton leiser gespielt wird, verkürzen sich die Teiltonlinien seines Dreiecks und er wird vom unteren Dreieck völlig verdeckt. Unser Gehirn erkennt keine Dreiecksstruktur mehr; wir hören den Ton nicht mehr, obwohl er, alleine gespielt, durchaus zu hören wäre.

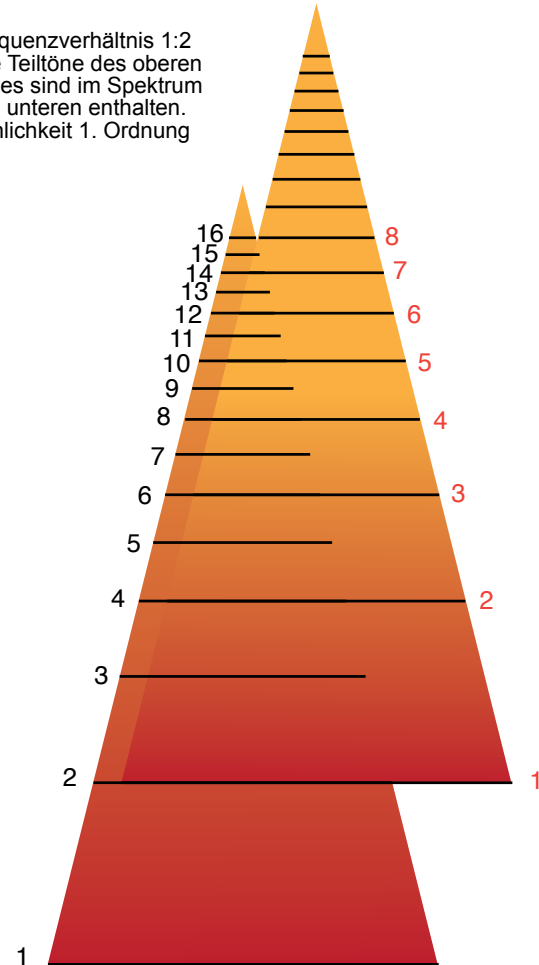
Eine unausweichliche Konsequenz unseres Ansatzes ist, dass alle Intervalle, die auf einer Ähnlichkeit 1. Ordnung beruhen, der Oktav gleichzustellen sind. Bezüglich der Doppeloktav ist dies natürlich banal. Bei noch größeren Intervallen liegen die Dreiecke so weit auseinander, dass sie sich kaum noch berühren. Töne, die mehr als vier Oktaven auseinanderliegen, reagieren kaum mehr miteinander. Schlagen Sie auf dem Klavier das tiefste C an, dazu dann das höchste C oder Cis. Der Effekt ist so ziemlich der gleiche – weder konsonant, noch dissonant. Das gleiche gilt für die im Kapitel über die Stimmung angesprochene unharmonische „Klavieroktav“ von 2,025:1.

Der Praxistest für unsere Theorie ist also die **Duodezim**. Spielen Sie am Klavier eine beliebige Tonfolge im Duodezim-Abstand. Sofern Sie nicht mit dem absoluten Gehör geschlagen sind, werden sie eine sehr oktavähnliche Hörempfindung erleben. Beim Klavier ist sie allerdings beeinträchtigt durch die von der temperierten Stimmung herrührenden Schwebungen. Perfekt wird das Erlebnis, wenn zwei Hörner in F und B basso oder eine Oboe und ein Englischhorn im Oktavabstand (also effektiv in Duodezimen)



Intervallbild: Oktav

Frequenzverhältnis 1:2
Alle Teiltöne des oberen Tones sind im Spektrum des unteren enthalten.
Ähnlichkeit 1. Ordnung



die gleichen Noten spielen. Tatsächlich gibt es musikalisch ungeschulte Menschen, die gar nicht merken, wenn sie statt im Oktavabstand in der Duodezime singen. Es besteht kein Grund, sie auszulachen. Diese Menschen haben völlig Recht. Im traditionellen Tonsatz sind Stimmfortschreitungen im Oktav- oder Quintabstand verboten. Warum? Weil dann eine unabsichtliche Stimmverdopplung eintritt, die diesen Schritt ungebührlich betont. Bei der Oktav war uns der Grund schon bisher klar. Bei der Quint dagegen geht es weniger um die Quint als um die Duodezime – eben wegen ihres „Oktavcharakters.“ Im vierstimmigen Satz können solche „Quintparallelen“ in Form von Duodezimen in weit gesetzten Passagen auftreten oder zwischen Bass und Oberstimmen. Doch dazu später mehr.

Oktav-Parallelen:



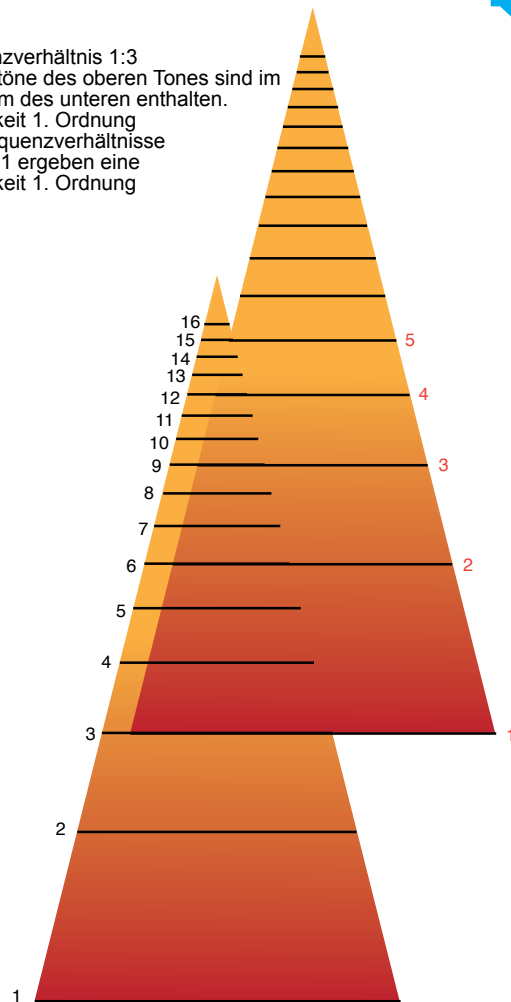
Duodezim-Parallelen:



Intervallbild: Duodezim



Frequenzverhältnis 1:3
 Alle Teiltöne des oberen Tones sind im
 Spektrum des unteren enthalten.
 Ähnlichkeit 1. Ordnung
 Alle Frequenzverhältnisse
 mit (zu) 1 ergeben eine
 Ähnlichkeit 1. Ordnung



Die **Quint** ist ein Intervall mit einer Ähnlichkeit 2. Ordnung, wie leicht abzuzählen und zu zeigen ist. Sie ist unterhalb der Oktav das einzige Intervall dieser Ordnung und so die nächste Verwandte der Oktav. Auch diese Feststellung entspricht unserem Hörempfinden. Jeder zweite Teilton des oberen Tones ist im Spektrum des unteren enthalten; aber die andere Hälfte kommt neu hinzu. Dies ist jedoch wenig im Vergleich zu allen anderen Intervallen höherer Ordnung. Eine blanke Quint wird deshalb auch „leere Quint“ genannt, nicht nur weil ihr die Terz fehlt, sondern weil der Gesamtklang verglichen mit vollen Akkorden obertonarm ist. Die Tabelle auf der nächsten Seite zeigt eine Abfolge der Intervalle nach der Ordnung der Ähnlichkeit, die dem entspricht, was seit Jahrhunderten unter den Begriffen Konsonanz und Dissonanz diskutiert wird. Wir können festhalten:

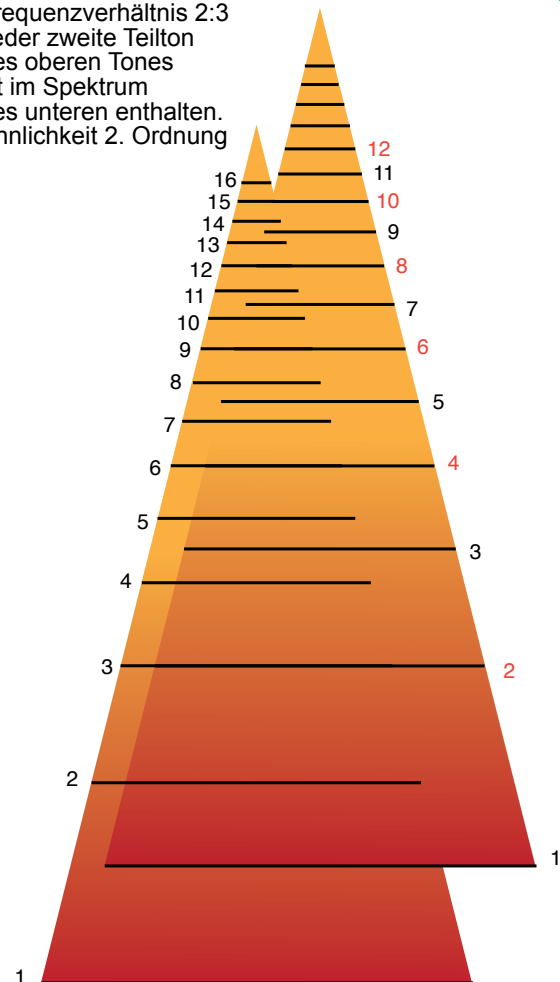
Ähnlichkeit niedriger Ordnung ist Konsonanz, Ähnlichkeit hoher Ordnung ist Dissonanz. Innerhalb unserer Tonleiter weisen Prim und Oktav (1. Ordnung) die höchste Konsonanz auf, das **Halbton**-Intervall (kleine Sekund) die größte Dissonanz. Wir können unsere Ordnungszahlen also auch als Werte für den Dissonanzgehalt betrachten und diese Dissonanzzahlen für mehrstimmige Akkorde zu Analysezwecken addieren. In diesem Falle kommt es nicht auf den Anteil der identischen Teiltöne an, sondern auf den der verschiedenen.

Eine Gruppierung der Intervalle in konsonante und dissonante ist mathematisch nicht möglich – abgesehen von den Intervallen der 1. Ordnung (Kongruenz als Sonderfall der Ähnlichkeit). Es ist dies eine Frage der Ästhetik, die zu verschiedenen Zeiten unterschiedlich beantwortet wurde.

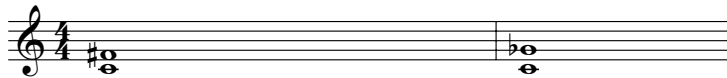
Beim Zusammenklang der Töne eines Intervalls spielt nun neben der

Intervallbild: Quint

Frequenzverhältnis 2:3
Jeder zweite Teilton
des oberen Tones
ist im Spektrum
des unteren enthalten.
Ähnlichkeit 2. Ordnung



reinen Zahl der nicht identischen Teiltöne auch deren Lage zueinander eine Rolle. Es können starke Dissonanzen (Halbtonintervalle) zwischen den Teiltönen auftreten. Das beginnt bei der großen Terz (C-E). Hier besteht eine starke Dissonanz zwischen dem 6. Teilton von C (g) und dem 5. von E (gis). Diese Teiltöne gehören aber in der Regel schon zu den leiseren. Kritisch wird es dann bei der kleinen Sext (E-c), wie wir am Beispiel der Haydn-Symphonie gezeigt haben. Der 3. Teilton von E ist h, der 2. von C ist c; dazu kommt noch der 5. Teilton von E (gis') und der 3. von c (g'). Die kleine Sext enthält also starke Dissonanzen, obwohl sie in der traditionellen Harmonielehre nur als Umkehrung der Dur-Terz betrachtet wird. Dasselbe gilt für den Tritonus (übermäßige Quart C-Fis oder verminderte Quint C-Ges). Der 4. Teilton des unteren Tones (c') liegt direkt neben dem 3. des oberen (cis'/des').



Reihenfolge der Ähnlichkeit

- | | |
|-------------|---|
| 1. Ordnung | Prim, Oktav, Duodezim |
| 2. Ordnung | Quint, große Dezim |
| 3. Ordnung | Quart, große Sext, Undezim |
| 4. Ordnung | große Terz, kleine Sept,
große None |
| 5. Ordnung | kleine Terz, kleine Sext, Tritonus,
kleine Dezim |
| 6. Ordnung | kleine Septim |
| 8. Ordnung | großer Ganzton, große Septim |
| 9. Ordnung | kleiner Ganzton, kleine None |
| 15. Ordnung | Halbton |

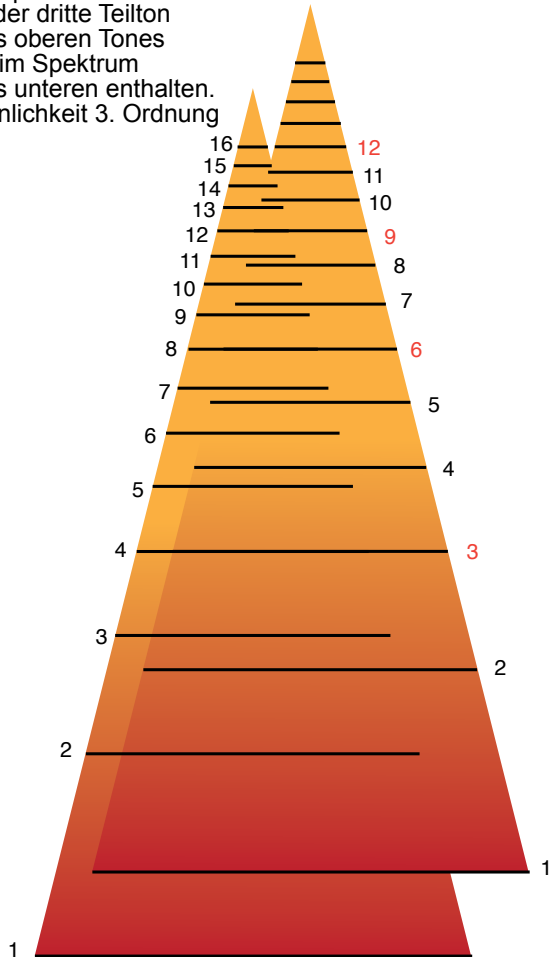
Tabelle der Intervalle

Intervall	Ordnung der Ähnlichkeit	Beispiel für c	Frequenzverhältnis
Prim	1	c-c	1:1
Halbton	15	h-c	15:16
Kleiner Ganzton	9	d-e	9:10
Großer Ganzton	8	c-d	8:9
Kleine Terz	5	e-g	5:6
Große Terz	4	c-e	4:5
Quart	3	g-c	3:4
Tritonus	5	h-f	15:21 = 5:7
Quint	2	c-g	2:3
Kleine Sext	5	e-c	5:8
Große Sext	3	g-e	3:5
Kleine Septim	6	g-f	12:21 = 4:7
Große Septim	8	c-h	8:15
Oktav	1	c-c'	1:2
Kleine None	9	c-d'	9:20
Große None	4	d-e'	8:18 = 4:9
Kleine Dezim	5	e-g'	5:12
Große Dezim	2	c-e'	4:10 = 2:5
Undezim	3	h-c'	3:8
Duodezim	1	c-g'	1:3

Intervallbild: Quart



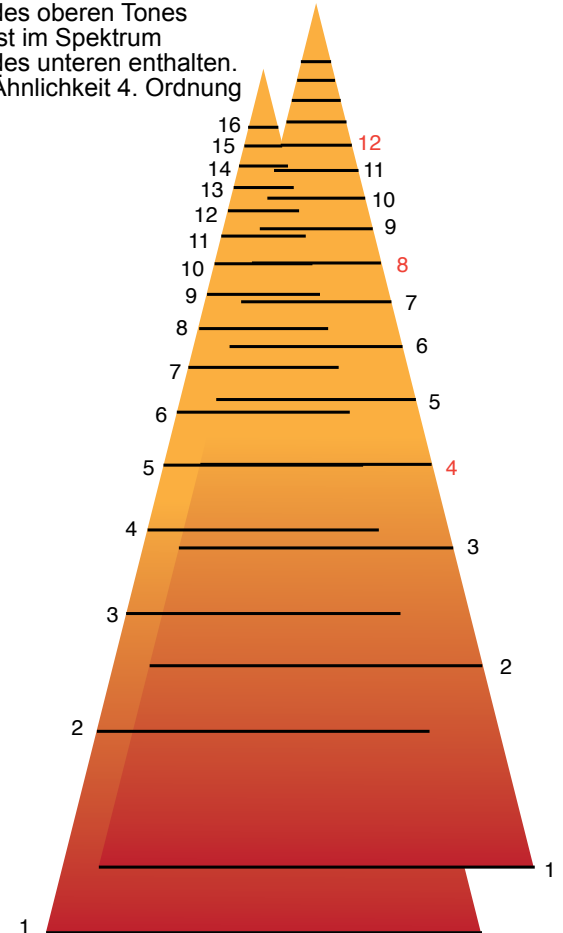
Frequenzverhältnis 3:4
Jeder dritte Teilton
des oberen Tones
ist im Spektrum
des unteren enthalten.
Ähnlichkeit 3. Ordnung



Intervallbild: Große Terz



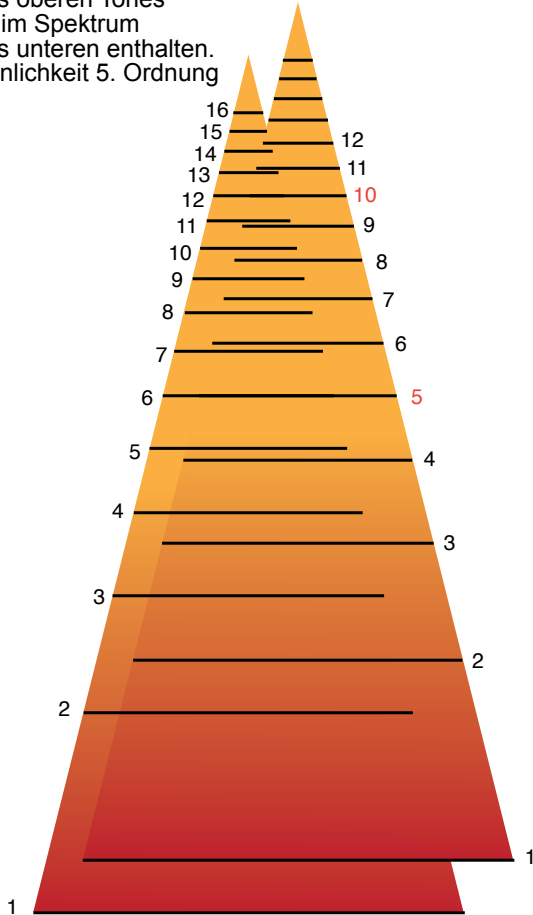
Frequenzverhältnis 4:5
Jeder vierte Teilton
des oberen Tones
ist im Spektrum
des unteren enthalten.
Ähnlichkeit 4. Ordnung



Intervallbild: Kleine Terz



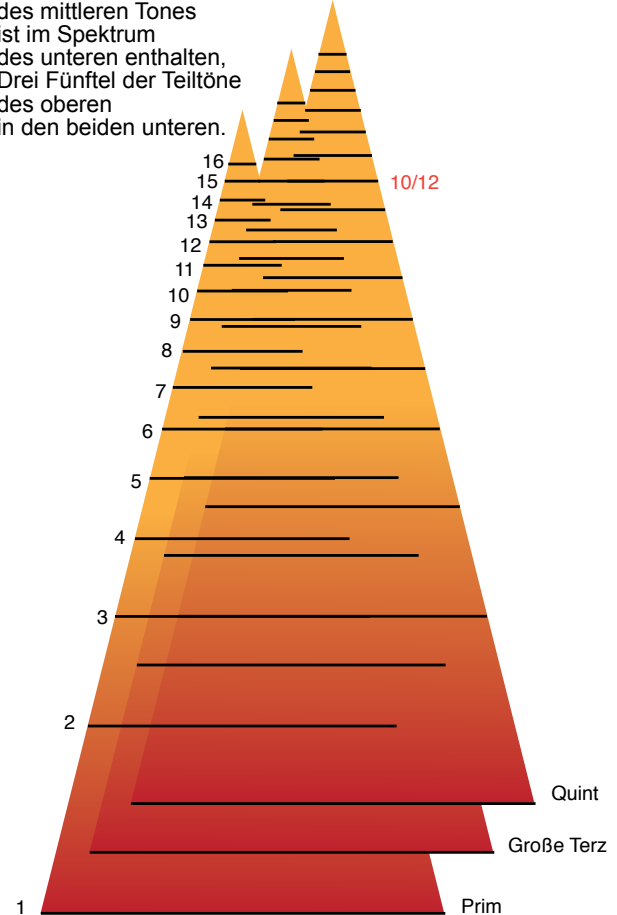
Frequenzverhältnis 5:6
Jeder fünfte Teilton
des oberen Tones
ist im Spektrum
des unteren enthalten.
Ähnlichkeit 5. Ordnung



Akkordbild: Durdreiklang



Frequenzverhältnis 4:5 +
3:2
Jeder vierte Teilton
des mittleren Tones
ist im Spektrum
des unteren enthalten,
Drei Fünftel der Teiltöne
des oberen
in den beiden unteren.



Der Biss der kleinen Sekunde

Alle scharfen Dissonanzen in der Musik lassen sich also letztlich auf die kleine Sekunde mit dem Frequenzverhältnis 15:16 zurückführen. Das liegt offenbar daran, dass beide Töne so nahe beieinander liegen, dass der Gehörsinn Probleme hat, sie zu trennen (s. die folgenden Seiten). Wenn man eine kleine Sekunde auf dem Klavier anschlägt, klingt es zuerst so, als würden die beiden Töne kurz hintereinander wie bei einem Triller angeschlagen; dann meint man, nicht zwei Töne, sondern einen einzigen, unangenehmen Klang zu hören, vergleichbar einem Warnschrei – analog dem Schmerz, den wir bei einer Verletzung der Haut durch einen Stich oder Schnitt oder durch eine scharfe Substanz empfinden. Wenn mehrere kleine Sekunden nebeneinander erklingen (ein sogenannter Cluster, ein Tonbündel), wird dieser Effekt aber keineswegs verstärkt. Die Wirkung ist nicht schärfer, sondern milder. Das liegt daran, dass der Gehörsinn gar nicht mehr versucht, die einzelnen Töne zu trennen, sondern das Gehörte schon mehr als Geräusch denn als Ton interpretiert. Ein Cluster vernebelt also den Klang. Ein ähnlicher Effekt ergibt sich, wenn das Pedal über mehrere Akkordwechsel hinweg gedrückt hält. Das Klangbild wird unscharf und verschwommen; Dissonanzen werden vernebelt. Ein Effekt, der von den Impressionisten sehr geschätzt wurde.



Das Gehör

Musik findet wie bekanntlich der Sex hauptsächlich im Kopfe statt. Die Bauchdecke und andere Körperteile kommen erst bei Disco-Lautstärke ins Spiel. Wie kommt aber die Musik in den Kopf? Hier wissen wir mit völliger Sicherheit nur: Durch die Ohren. Alles andere ist ziemlich schwierig, weil Experimente am lebenden Menschen ihre Grenzen haben und insbesondere neurale Vorgänge häufig nur mit Hilfe von Rückschlüssen aus der Krankengeschichte von Menschen mit hirnganischen Schäden erschlossen werden konnten. Deswegen sind wichtige Erkenntnisse über das Musikhören erst seit den siebziger Jahren gewonnen worden und in manchen Bereichen noch strittig. Da verschiedene Fachwissenschaftler also noch verschiedener Meinung sind, wird man es mir nicht übelnehmen, wenn ich nicht mit allen übereinstimme.

Heiße Musik lässt die Stimmung steigen

Bei Schallwellen handelt es sich, wie wir erläutert haben, um Druckschwankungen, die in einem Medium übertragen werden. Bei dem Medium kann es sich um feste, flüssige oder gasförmige Substanzen handeln. Den Musiker interessiert vor allem die Luft, wenn er sich nicht gerade eine Stimmgabel an den Schädel hält. Schallwellen pflanzen sich mit einer für jedes Medium spezifischen Geschwindigkeit fort. Sie hängt auch von Druck und Temperatur ab. In warmer Luft pflanzen sich Schallwellen schneller fort als in kalter. Diese Tatsache ist für Musiker äußerst bedauerlich. Denn verschiedene Geschwindigkeiten des Schalls bedeuten, dass die Druckmaxima verschieden schnell ans Ohr dringen – mit unterschiedlicher Frequenz also. Die Tonhöhe ändert sich. Heiße Musik ist höher als kalte.

Es gibt meines Wissens keine Untersuchung darüber, ob Menschen mit absolutem Gehör deshalb Probleme bei Reisen in die Arktis haben. Hören sie am Nordkap Schuberts Unvollendete statt in h-moll in b-moll? Oder – was noch schlimmer wäre – irgendwo dazwischen und folglich ganz und gar falsch? Sicher ist jedenfalls, dass Bläser in kalten Kirchen Probleme haben. Denn die Schallwellen verlassen ein warmes Horn schneller als ein kaltes. Zwar bläst sich der Bläser vor dem Konzert ein, um sein Gerät auf Betriebstemperatur zu bringen. In der kalten Kirche heizt es sich aber bei jedem Einsatz mehr und mehr auf und die Stimmung steigt. Wenn er jedoch pausiert, kühlt es wieder ab und die Stimmung sinkt. Wenn sie also bei einem Kirchenkonzert einen Bläser an seinem Instrument nuckeln sehen, ohne dass ein Ton zu

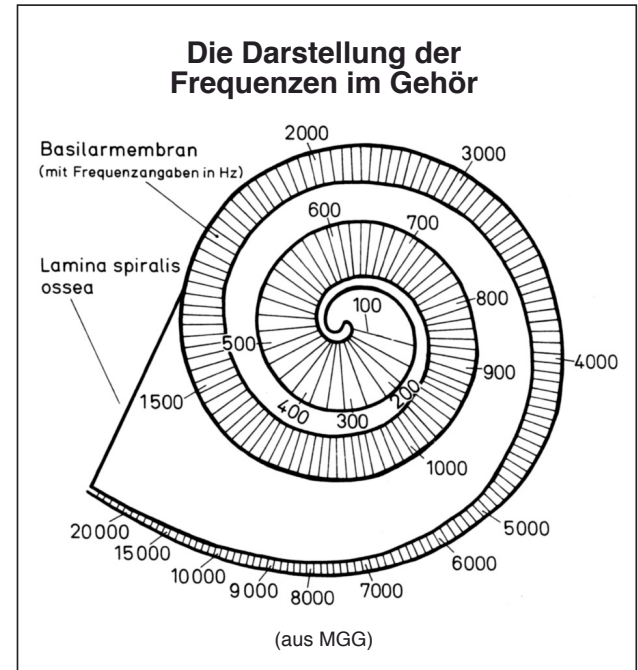
hören ist, so tut er das, um das Kind warm zu halten. Ganz ausreichend ist das leider nicht, denn er darf nur leise hauchen, um Kollegen und Publikum nicht zu stören. Ärgerlicherweise produziert er dabei Kondenswasser, das alsbald zu gurgeln beginnt. Diese Art der Differenzttöne rührt von der Temperaturdifferenz und ist noch weitgehend unerforscht.

Aus Zeit wird Raum

Der Schall aus Lautsprechern wird erzeugt, indem eine Membran elektromagnetisch erregt wird. Die Erregung teilt sich der Luft mit. Wenn Sie bei Ihrem Autoradio die Lautsprecher stark genug aufdrehen – was gewöhnlich nur Mitglieder der Rock-Pop-Gemeinde tun –, wackelt die Luft, dass die Scheiben zittern. Die Scheiben geben ihr Zittern wieder als Schall an die Außenluft ab.

Wenn der Schall auf unser Ohr trifft, geschieht im Prinzip das Gleiche: Die Schwingungen der Luft treffen auf eine Membran, das Trommelfell. Dieses übergibt die Druckschwankungen als mechanische Bewegung an die Gehörknöchelchen weiter. Mit den Details der menschlichen Anatomie will ich Sie hier verschonen. Wichtig für unseren Zusammenhang ist vor allem das Endergebnis. Der Teil des Ohres, der den Schall in Nervenimpulse umwandelt, heißt Corti-Organ. Es befindet sich in dem mit Flüssigkeit (Endolymphe) gefüllten Schneckenkang des Innenohres und besitzt 16 000 bis 23 000 haarförmige Sinneszellen. In der Endolymphe wird eine Wanderwelle erzeugt. Die Stelle, an der die Wanderwelle ihre maximale Amplitude (größte Druckschwankung) hat, hängt von der Frequenz des Schalles ab. Bei hohen Frequenzen liegt das Maximum am Anfang des Schneckenkanges, bei niedrigen an der Schneckenspitze. Entsprechend werden die haarförmigen Sinneszellen erregt.

Aus einer zeitlichen Abfolge von Schallwellen wird also ein räumliches Abbild. Es ist allerdings nicht so, dass eine bestimmte Frequenz



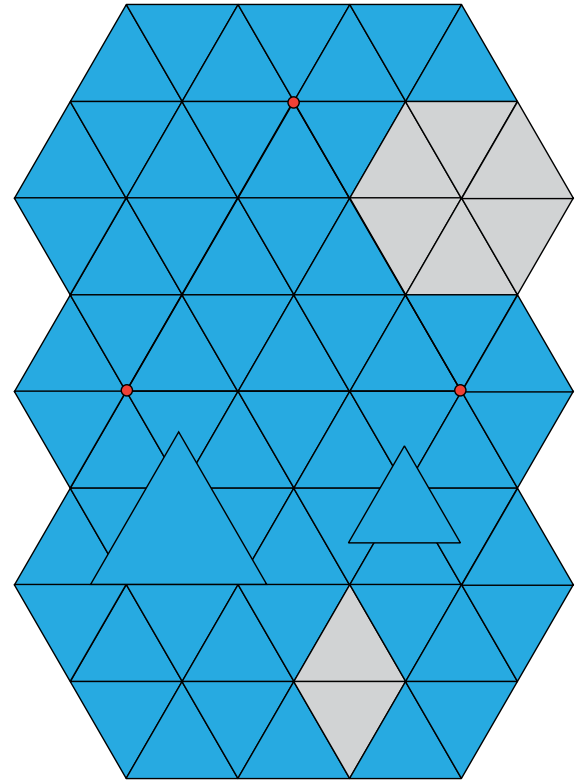
ein bestimmtes Härchen erregt. Wenn das so wäre, gäbe es das absolute Gehör wirklich – gleichsam hardwaremäßig! Die Maxima der Wanderwelle erregen immer einen kleinen Streifen des Corti-Organ, wodurch die Trennschärfe des Gehörs begrenzt ist. Zur Aufnahme diatonischer, chromatischer oder vierteltöniger Melodien reicht es bei weitem. Die Leistungsfähigkeit des menschlichen Ohres ist von der Schallfrequenz abhängig. Bezüglich der Lautstärke liegt die größte Empfindlichkeit bei 1000 Hz. Eine Schallstärke von einem Zehnbillionstel Watt pro Quadratzentimeter wird schon wahrgenommen. Ein hochwertiges Mikrofon registriert erst den zehnfachen Schalldruck. Die größte Empfindlichkeit für Tonhöhenunterschiede liegt im Bereich zwischen 1000 und 2000 Herz (dreigestrichene Oktave). Hier kann noch ein Zwanzigstel Halbton unterschieden werden. Am geringsten ist die Empfindlichkeit bei ganz tiefen Tönen.

Anekdote: Bläserprobe in einer Musikhochschule. Man spielt Brahms – der Autor am Kontrafagott. Gerade als es am schönsten ist, bricht der Professor ab und fragt: Haben Sie richtig gespielt? Ich kann das nämlich nicht mehr hören!

Diese Trennschärfe betrifft jedoch nur nacheinander gehörte Töne (Melodie). Bei gleichzeitigen Tönen (Harmonie) ist sie viel geringer. Das Ohr addiert bei sehr eng liegenden Tönen die Schwingungen und man hört eine Schwebung (s. o.).

Auch die zeitliche Trennschärfe ist beachtlich. Lautstärkeänderungen werden innerhalb von 65 bis 140 Millisekunden, Tonhöhenänderungen sogar innerhalb von 4 bis 10 Millisekunden erkannt. Der Zeitunterschied zwischen dem Eintreffen des Schalls

Mustererkennung



Dreiecke vor dem Hintergrund von Dreiecken kann das Auge (das Auge-Hirn-System) nicht unterscheiden, wenn sie in das Muster passen – auch nicht das größere, dessen Ecken hier mit kleinen Kringeln gekennzeichnet sind. Dies gilt auch für andere in das Muster passende Formen wie Sechsecke oder Rauten (grau). Wenn sich die Formen aber nach Größe oder Lage von dem Muster unterscheiden, heben sie sich leicht ab.
Ganz ähnlich arbeitet das Gehör (Ohr-Hirn-System) bezüglich der Muster von Klängen.

im linken und rechten Ohr wird schon ab 0,03 Millisekunden als Richtungseindruck aufgenommen. Bei einer Zeitdifferenz von 0,6 Millisekunden scheint der Schall von der Seite zu kommen.

Der Mensch verarbeitet Strukturen, nicht Einzeldaten

Nun zurück zum Ton. Er besteht, wie wir gesehen haben, aus einem Spektrum unterschiedlich starker Teiltöne, hat also eine Struktur. Diese Struktur wird räumlich in dem Corti-Organ abgebildet. Damit aber nicht genug: Unser Ohr arbeitet zwar hervorragend, aber leider nicht ganz linear. Das heißt, es bildet die empfangenen Eindrücke nicht 1:1 ab, es produziert selbst Obertöne. Man kann zwar einen reinen Sinuston erzeugen. Das nützt aber nichts, denn unser Ohr produziert Obertöne dazu. Reine Sinustöne hören kann nur ein Computer.

Die neueste Forschung hat aber noch ein Weiteres ergeben: Unser Gehirn verarbeitet Töne als Strukturen, und diese Strukturen werden auch erkannt wenn sie unvollständig sind. Bei einem leisen Hornston z. B. ist die Grundfrequenz praktisch nicht vertreten. Trotzdem wird dieser Ton vom Gehirn dieser Grundfrequenz zugeordnet. Das haben inzwischen auch die Hersteller von Lautsprechern erkannt. Um die Töne tiefer Orchesterinstrumente hörbar zu machen, braucht man keinen Tieftöner, dessen Frequenzgang bei 16 Hz beginnt. 50 Hz genügen völlig.

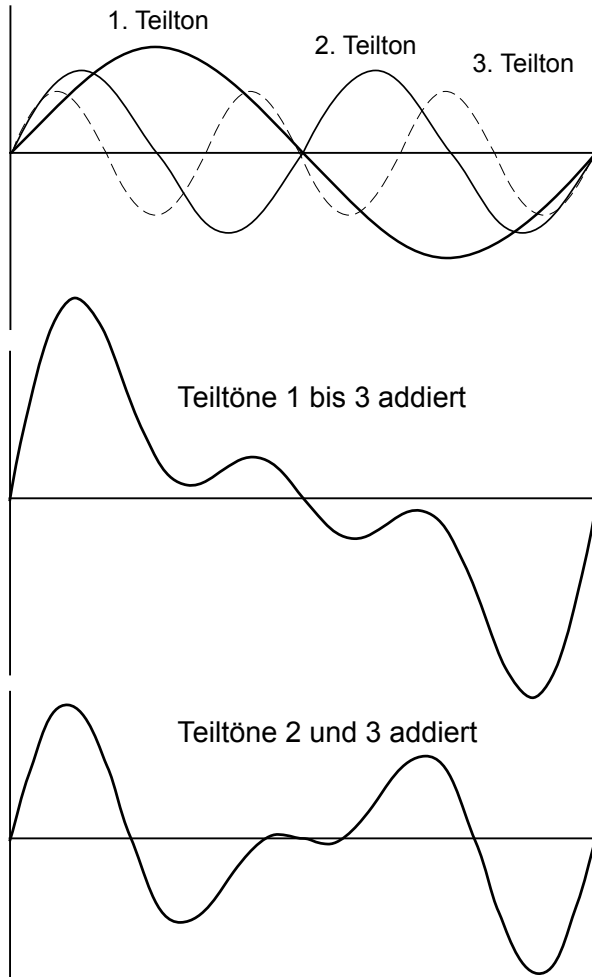
Versuch: Legen Sie ein Platte mit einem Werk der Spätromantik oder noch später mit schönen Tuba- oder Kontrafagottstellen auf. Sehr geeignet ist Richard Strauß' Don Quichote. Darin spielt das Kontrafagott in am Ende der Variation IV ein absteigendes (Pseudo-) Glissando, das mit dem Kontra-D endet – 36,71 Hz. Dann schauen Sie in die technische Beschreibung Ihrer Lautsprecher. Na bitte!

Am überzeugendsten gelingt dieser Versuch mit einem einfachen Kassettenrekorder oder iPhone.

Warum das so ist, wird leicht einsichtig, wenn man die Sinuskurven der Druckschwankung betrachtet. Alle Teiltöne haben gemeinsame Nulldurchgänge am Anfang und in der Mitte der Periode der Grundschwingung. Dies gilt auch für die addierte Kurve der Druckschwankungen, die das Ohr erreichen, und zwar auch dann, wenn der erste Teilton nicht enthalten ist. Die addierte Kurve der Teiltöne ohne den 1. Teilton hat ebenfalls diese zwei Nulldurchgänge, die der Frequenz des Grundtones entsprechen. Diese Frequenz wird daher im Corti-Organ abgebildet.

Dasselbe Phänomen tritt auch beim Telefonieren auf. Obwohl die untere Frequenzbandgrenze bei 300 Hz liegt, hört man auch Männerstimmen (ca. 120 Hz) in der richtigen Tonlage.

Die Sinuskurven der Teiltöne 1 bis 3



Solche Töne, die man hört, obwohl sie physikalisch gar nicht vorhanden sind, nennt man virtuelle Töne. Ein verwandtes Phänomen sind die sogenannten Kombinationstöne. Sie entstehen beim gleichzeitigen Erklängen zweier Töne, deren Frequenzen in einem einfachen, ganzzahligen Verhältnis stehen. Das Ohr addiert deren Frequenzen und „errechnet“ deren gemeinsame Grundfrequenz, die als eigener, zusätzlicher tiefer Ton interpretiert wird. Es gibt auch das Gegenteil: Das Ohr interpretiert die Überlagerung zweier tiefer Frequenzen als zusätzliche hohe Frequenz. Solche Kombinationstöne (Differenz- oder Summationstöne) treten besonders stark beim Zusammenspiel von hohen, obertonarmen Holzblasinstrumenten auf, z. B. bei Blockflötenensembles. Sie können aber auch schon im Instrument selbst entstehen (?). Wenn ein Hornist zum geblasenen Ton eine weiteren summt, entstehen ebenfalls deutliche Kombinationstöne. Die Gesamtwirkung ist die von Akkorden.

Die Informationsverarbeitung in Form von Strukturen ist keineswegs auf das Hören beschränkt. Auch der Sehsinn verarbeitet nicht einfach die einzelnen eingefangenen Lichtquanten, sondern erfasst Figuren und Gestalten, um so der Fülle des Reizflusses Herr zu werden. Die Psychologie hat hieraus die sogenannten Gestaltgesetze abgeleitet. Eines davon heißt „Gesetz der Geschlossenheit.“ Es besagt, dass nicht vorhandene Teile einer Figur in der Wahrnehmung ergänzt werden. Ein Kreis wird als Kreis erkannt, auch wenn er nicht ganz geschlossen ist. Genauso erfasst das Gehör die Struktur eines Tones, auch wenn einzelne Teile fehlen.

Die Erfassung des Tones als Struktur macht es auch möglich, Töne (Klänge) die das Ohr gleichzeitig treffen, zu unterscheiden. Auf dem Corti-Organ wird natürlich nur die Addition der Frequenzen des eintreffenden Schalls abgebildet, genau wie die Schwingungen auf der Rille einer Schallplatte oder die digitalisierten Werte auf der CD. Strukturen können aber auch noch erkannt werden, wenn sie sich überlagern. Wenn die Töne aus verschiedenen Richtungen kommen, wird das Erkennen dieser Strukturen erleichtert, weil das Gehirn die Unterschiede der Klangabbildungen zwischen beiden Ohren analysieren kann. In diesem Falle können sogar noch Töne gleicher Klangfarbe und Lautstärke unterschieden werden. Der Stereoklang vermittelt folglich nicht nur ein Raumerlebnis, sondern trennt auch die Klangfarben der verschiedenen Instrumente besser als der Monoklang. Das Hörerlebnis ist in doppeltem Sinne plastischer.

Der Dur-Akkord ist unser Schicksal

Aus den hier dargelegten Forschungsergebnissen ergibt sich die Folgerung, dass für das Erleben von Musik der Dur-Akkord, der im Spektrum jedes Tones enthalten ist, eine biologisch festgelegte Referenzgröße ist und nicht nur ein kulturelles Phänomen, dessen Verständnis und Erleben erst erlernt werden muss. Dies gilt also für Inder, Chinesen und Japaner genauso wie für Westeuropäer.

Ich spreche von einer Referenzgröße, weil der Einzelton ja keineswegs als Akkord gehört wird. Das Gehör kann zwischen einem Einzelton und einem komplexen Klang identischer Struktur gar nicht unterscheiden. Aber in dem Augenblick, wo zwei oder mehr Töne gleichzeitig gehört werden, sind für die Gesamtwirkung alle Teiltöne der einzelnen Spektren wirksam und treten zueinander in Wechselwirkung. Der Ausgangspunkt für jede Art von Harmonie – auch der seriellen, wie wir noch zeigen werden – ist also der Dur-Akkord.



Dur und Moll

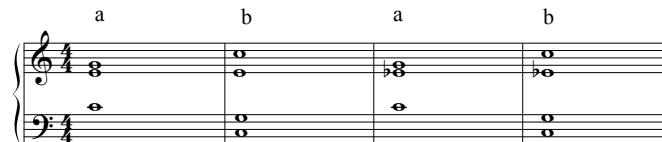
Bestimmend für den Dur-Klang ist die große Terz. Nur ein Viertel ihrer Teiltöne sind im Spektrum der Prim enthalten; drei Viertel kommen neu hinzu.

Von den Teiltönen der Quint sind außer denen, die im Spektrum der Prim enthalten sind (die Hälfte), weitere im Spektrum der Terz enthalten. Und zwar zusätzlich jeder zehnte. Das Hinzutreten der Quint führt also nicht zur Addition einer Ähnlichkeit höherer Ordnung entsprechend dem Intervall der kleinen Terz e-g (5. Ordnung), da der Anteil der in c und e schon enthaltenen Teiltöne $1/2 + 1/10 = 6/10 = 3/5$ beträgt. Daraus errechnet sich eine Ähnlichkeit 1,667. Ordnung. Dies entspricht auch dem Höreindruck: Die obere Terz des Dreiklang wird nicht als Mollterz gehört.

Der Moll-Klang entsteht dadurch, dass über der Prim eine kleine Terz liegt. Ihr Spektrum ist nur zu einem Fünftel mit dem der Prim identisch; vier Fünftel der Teiltöne kommen neu hinzu (siehe Tabelle auf der folgenden Seite). Sie steht der Prim also ferner als die große Terz. Der Klang ist fremder, dissonanter, trüber. Im Dreiklang bewirkt das Hinzutreten der Quint noch weniger, denn der Anteil der schon in c und es enthaltenen Teiltöne beträgt volle 50 Prozent, weil die Teiltöne, welche g mit es gemeinsam hat alle schon im Spektrum des c enthalten sind. Auch hier wird die obere, große Terz nicht als Dur-Terz wahrgenommen; die Quint trägt auch in Bezug zur Terz zum Moll-Charakter des Klanges nichts bei. In Bezug zur Prim ist das ohnehin klar, weil die Quint im Dur- und Moll-Akkord dieselbe ist.

Tatsächlich werden im traditionellen Tonsatz die Quinten von Dur- und Moll-Dreiklängen häufig genug als entbehrlich weggelassen.

Ferner kommt in der Musik der Dreiklang nicht nur als einfache Terzschichtung in enger Lage vor (a), sondern auch aufgespreizt in weiter Lage (b). Der Klang wird dadurch weicher, weil z. B. aus der Terz ein Dezime wird, die – wie wir gezeigt haben – weniger Dissonant ist als eine Terz. Der Klang wird auch voller, weil eine größere Zahl von Teiltönen zu hören ist, als bei einem Akkord in enger Lage. Noch weicher wird der Klang, wenn – wie das im Orchestersatz die



Der C-Dur-Dreiklang:

c	e	g
Prim	große Terz	Quint
Teiltöne:		
1	5/4	3/2
2	10/4 = 5/2	6/2 = 3
3	15/4	9/2
4	20/4 = 5	12/2 = 6
5	25/4	15/2
6	30/4 = 15/2	18/2 = 9
7	35/4	21/2
8	40/4 = 10	24/2 = 12
9	45/4	27/2
10	50/4 = 25/2	30/2 = 15
11	55/4	33/2
12	60/4 = 15	36/2 = 18
13	65/4	39/2
14	70/4 = 35/2	42/2 = 21
15	75/4	45/2
16	80/4 = 20	48/2 = 24
17	85/4	51/2
18	90/4 = 45/2	54/2 = 27

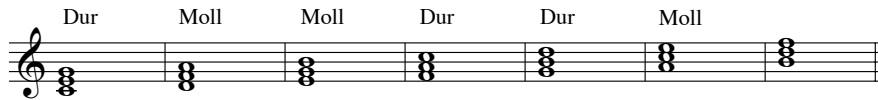
Der C-Moll-Dreiklang:

c	es	g
Prim	kleine Terz	Quint
Teiltöne:		
1	6/5	3/2
2	12/5	6/2 = 3
3	18/5	9/2
4	24/5	12/2 = 6
5	30/5 = 6	15/2
6	36/5	18/2 = 9
7	42/5	21/2
8	48/5	24/2 = 12
9	54/5	27/2
10	60/5 = 12	
11	66/5	33/2
12	72/5	36/2 = 18
13	78/5	39/2
14	84/5	42/2 = 21
15	90/5 = 18	45/2
16	96/5	48/2 = 24
17	102/5	51/2
18	108/5	54/2 = 27
19	114/5	57/2
20	120/5 = 24	60/2 = 30

Regel ist – der Basston durch die untere Oktave verdoppelt wird. Da dies meist die Aufgabe des Kontrabasses mit seinem Obertonreichtum ist, werden die Oberstimmen durch diese Bassverdoppelung gleichsam in eine Klangwolke eingehüllt, die die Konturen weichzeichnet.

Was aber ist Moll?

Wir haben den Molldreiklang eingeführt, ohne ihn ordentlich vorzustellen. Während der Dur-Dreiklang – wie wir gezeigt haben – ein natürliches physikalisches Phänomen ist, gilt das für den Moll-Dreiklang in keiner Weise. Er kommt im Obertonspektrum nur in den allerhöchsten Frequenzen vor, die zum hörbaren Klang nichts mehr beitragen. Man kann ihn auf Naturhörnern und -trompeten nicht spielen, und auf einem so fundamental tonalen Volksinstrument wie der Mundharmonika ist er gar nicht und auf der Concertina nur mit Mühe darstellbar. Das alpenländische Volkslied kommt ganz gut ohne Moll aus – und auch ohne Subdominante. Aber über letztere wird später zu reden sein. Der Moll-Dreiklang jedenfalls ist eine ganz und gar menschliche Erfindung, ein historisch-kulturelles Phänomen, kein natürlich-physikalisches. Es gibt zwei theoretische Ansätze zur „Rechtfertigung“ von Moll in der tonalen Musik. Der eine sagt, der Moll-Dreiklang sei einfach eine Spiegelung des Dur-Dreiklanges, wodurch die Schichtung der beiden Terzen umgekehrt werde. Das ist ein aus der Sicht des Mathematikers eleganter Vorschlag, aber in der Akustik gibt es keine Spiegelungen, nur Reflexionen. Die Akkord-Spiegelung ist ein papierenes Augenspiel. Der zweite geht von der Dur-Tonleiter aus, die wir hier um des Argumentes Willen einmal voraussetzen wollen. In der traditionellen Stufenharmonik kann auf jeder Stufe der Tonleiter ein Dreiklang aufgebaut werden. Von den insgesamt sieben Dreiklängen sind, wie leicht nachzuzählen

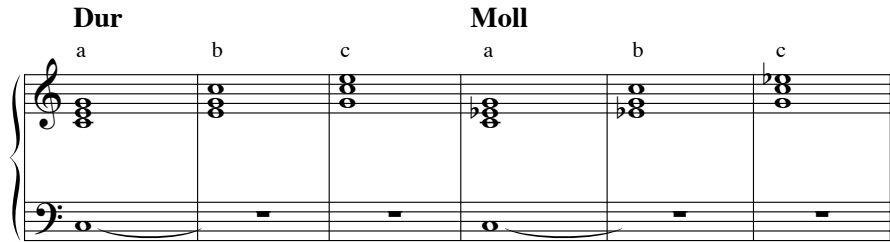


ist, drei Dur- und drei Moll-Dreiklänge; der siebte ist ein verminderter Dreiklang aus zwei kleinen Terzen. Daraus folgt: Wenn es die Dur-Tonleiter gibt, dann gibt es auch den Moll-Dreiklang. Auch über die Dur-Tonleiter wird noch ein Wort zu verlieren sein.

Immerhin bleibt festzuhalten, dass es den Meistern des 18. und 19. Jahrhunderts beim Mollen nicht recht wohl war. Manches Mollstück endet mit einem Dur-Akkord.

Ein Umsturzversuch

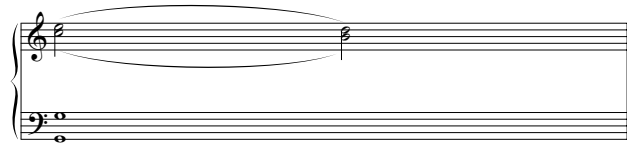
Bis hierher haben wir über den Dreiklang nichts wirklich Neues erfahren. Spannend wird es aber, wenn wir die sogenannten Umkehrungen einmal näher betrachten. Unter Umkehrung versteht man die Umschichtung der Bestandteile eines Dreiklanges in der Weise, dass nicht mehr der Grundton zuunterst steht, sondern die Terz oder Quint. Die erste Umkehrung (b) besteht dann aus einer Terz und einer Sext, die zweite (c) aus einer Quart und einer Sext. Die erste nennt man kurzerhand Sextakkord, die zweite Quartsextakkord.



Wenn wir nun die Umkehrungen in gleicher Weise analysieren, wie die Grundform, stellen wir fest, dass der Dur-Sextakkord aus einer Moll-Terz und einer kleinen Sext besteht, was – wie unsere Intervalltabelle zeigt – einen ziemlich räsigen Klang ergibt. Umgekehrt besteht der Moll-Sextakkord aus einer Dur-Terz und einer großen Sext, was schon erheblich besser klingt, denn – wir erinnern uns an die Tabelle der Ähnlichkeit der Intervalle auf Seite 37 – große Terz und Sext sind konsonanter als kleine Terz und Sext. Es ist also ganz klar: Auf sich allein gestellt klingt der Dur-Sextakkord nicht nach Dur, und der Moll-Sextakkord nicht nach Moll. Aus diesem Grund wird der Sextakkord im traditionellen vierstimmigen Satz weder am Anfang noch am Schluss einer Phrase verwendet, sondern nur als Durchgangsakkord, nachdem die Grundform schon ertönt ist. In diesem Falle erkennt der Gehörsinn sofort das Muster eines Dur-Dreiklangs bei dem der Basston fehlt, der dann vom Gehörsinn genauso ergänzt wird wie der fehlende Grundton im Spektrum eines Einzeltones.

Noch unbrauchbarer als der Sextakkord erschien unseren alten Meistern der Quartsextakkord – aus gutem Grund. Das untere Intervall, das sonst für die Klangcharakteristik ausschlaggebend ist, ist in beiden Fällen eine geschlechtsneutrale

und für sich allein wenig attraktive Quart. Darüber steht eine Dur- oder Moll-Terz, die im Grunddreiklang in solch oberer Lage Dur und Moll vertauscht. Wir finden deshalb den Quartsextakkord im traditionellen vierstimmigen Satz überhaupt nicht, bzw. nur dann, wenn er als Vorhalt zum folgenden Dreiklang empfunden wird. Unter Vorhalt versteht



Vorhalt

man das Phänomen, dass ein Ton (oder auch zwei) in seiner melodischen Fortschreitung von einer Position außerhalb des Akkords in eine solche im Akkord einrückt. Das obigen Notenbeispiel ist also so zu interpretieren, dass es sich eigentlich um einen G-Dur-Akkord handelt, in den Terz und Quint von oben „einrücken“.

Was für die Dreiklänge gilt, gilt auch für alle Einzelintervalle. Eine Quart allein klingt ganz anders als eine Quint, und eine Sekunde anders als eine Septime; aber in Akkorde eingebunden, werden die einen als Umkehrungen der andern gehört, als Stellvertreter in anderen Oktavlagen.

Schritt für Schritt: Die Tonleiter

Bevor wir uns weiteren Akkorden und den Beziehungen zwischen Akkorden zuwenden, müssen wir uns ein weiteres entscheidendes Element der Musik ansehen: Die Tonleiter. Sie bildet den Stoff, aus dem die Melodien sind. Bei den Tonschritten der Tonleiter handelt es nicht um Intervalle von Tönen, die gleichzeitig erklingen, sondern um zeitlich aufeinander folgende. Das heißt, die Klangspektren dieser Töne treten nicht in direkte Beziehung zueinander, sondern sie werden von Gehör nacheinander aufgenommen und nachträglich in Beziehung gesetzt. Das wiederum heißt, die mathematische Analyse bezüglich Konsonanz und Dissonanz trifft auf sie nicht in gleicher Weise zu wie auf Akkorde. Zwei aufeinander folgende Töne sind ohne Einbindung in eine Harmonie weder konsonant noch dissonant. Deshalb besteht aus der Sicht der physikalischen Akustik kein Grund, Melodien aus ganz und gar beliebig abgeleiteten oder konstruierten Intervallen zu bilden. Das ist auch in ganz unterschiedlichen Kulturkreisen geschehen. Das höchste theoretische Niveau außerhalb des Abendlandes weist die traditionelle indische Musik auf, die 22 verschiedene Intervalle aufweist und die Oktave in 15 Schritte unterteilt mit interessanten Frequenzverhältnissen wie $11/10$, $7/6$, $22/15$ oder $31/16$. Daraus wurden eine Vielzahl von Skalen und Modi abgeleitet. Wie man sich vorstellen kann, ist Mehrstimmigkeit oder gar Harmonie in einem solchen System unmöglich. Der Sänger oder Sitar-Spieler wird deshalb nur von Bordun- und Geräuschinstrumenten begleitet. Die Chinesen haben schon im 5. Jahrhundert eine zwölfschrittige Skala mit temperierter, wenn auch nicht gleichschwebender Stimmung erfunden; aber auch sie haben nie eine Harmonik entwickelt. Von Griechen stammt zwar der Begriff Harmonie, sie bezeichneten damit aber die verschiedenen Tonleitern, die sie aus den Tetrachorden, den vierstufigen Tonfolgen innerhalb einer Quarttraums ableiteten. Aus diesen Skalen sind die mittelalterlichen Kirchentonarten entstanden.

Alle diese Systeme sind aus der Teilung von Saiten entstanden. Wobei die wohltönenden (wir wissen jetzt warum) Teilungsintervalle 2:3 (Quint) und 3:4 (Quart) als Grundlage weiterer Berechnungen dienten. Sie führten in den meisten Fällen zur Bildung siebenstufiger (heptatonischer) Skalen, im fernen Osten auch zu fünfstufigen (pentatonischen). Eine harmonische Mehrstimmigkeit ist jedoch nur dann möglich, wenn eine Tonleiter sich Dreiklängen zuordnen lässt. Dabei muss der Grundton der Tonleiter logischerweise derselbe sein wie der des Grunddreiklänges der Harmonie, den wir Tonika nennen.

Unsere Dur-Tonleiter lässt sich nicht ohne weiteres aus der „natürlichen“ Teiltonreihe ableiten, denn der Grundton c stellt zunächst nur die Töne c, d, e, g und h zur Verfügung, also die Töne des C- und G-Dur-Dreiklangs, mit denen man durch Überblasen die bekannten Hornsignale hervorbringen kann. Zur C-Dur-Tonleiter fehlen noch die Töne f und a. Außerdem sind die Intervalle c-d (9:8) und d-e (10:9) verschieden groß. Die Subdominante F-Dur-Dreiklang ist nicht darstellbar.

Nun sagt Fanz Sauter (Die tonale Musik, Hamburg, 3. Auflage 2003, S. 40 f.) ganz zu Recht, dass in der tonalen Musik der Tonbestand der Tonleiter derjenigen der drei Dreiklänge der Tonika, Dominante und Subdominate ist. Allerdings setzt dies voraus, dass es die Tonalität schon gibt. Als aber die tonale Musik im 17. Jahrhundert ihren Siegeszug antrat, waren die passenden Tonleitern schon vorhanden und in Gebrauch. Der ionische Modus mit einer Leiter von C bis c und dem Schlusston (Finalis) C entsprach genau dem Tonmaterial, das für die C-Dur-Harmonik gebraucht wurde.



Die Dur-Dreiklänge, die auf der 1. (C), 4. (F) und 5. (G) Stufe dieser Skala aufgebaut werden konnten, wurden zu Tonika, Subdominate und Dominante. Der äolische Modus entspricht der Moll-Tonleiter, nur dass hier die siebte Stufe um einen Halbton erhöht wurde, um wie bei der Dur-Tonleiter zwischen der siebten Stufe und der Oktav des Grundtons eine kleine Sekunde zu haben – in a-Moll also gis statt g. So bekommt man zugleich auf der fünften Leiterstufe wiederum einen Dur-Durdreiklang e-gis-h. Man kann diese Alterierung auch harmonisch begründen, wenn man für Molltonarten eine Dur-Dominante postuliert, wie das in der tonalen Musik zwingend ist (Sauter S. 43).

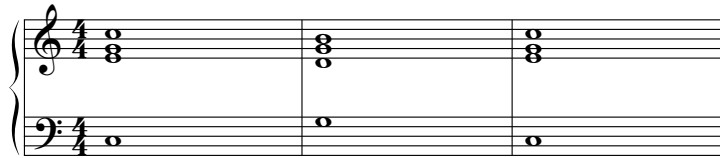


Die Verbindung zwischen der ionischen Dur-Tonleiter und den Dur-Dreiklängen der Stufenharmonik hat also die tonale Musik zuwege gebracht. Dieser Satz ist schön zweideutig: Ist die Verbindung das Subjekt und die tonale Musik das zuwege Gebrachte, oder ist es Umgekehrt? Es ist die bekannte Geschichte von der Henne und dem Ei!

Die Domina der tonalen Musik

Ein Akkord ergibt noch keine Tonart, und eine Tonika noch keine Tonalität. Zur Tonika (T), dem Grundakkord einer Tonart muss noch ein weiterer Akkord kommen, der die Tonika erst eigentlich definiert und damit beherrscht: Die Dominante (D), der Dur-Akkord auf der Quint des Grundakkords oder – in der Stufentheorie ausgedrückt – der Akkord auf der fünften Stufe.

Die besondere Verwandtschaft zwischen zwei Dur-Akkorden im Quintabstand liegt darin begründet, dass das Teiltonspektrum des oberen zu zwei Dritteln in dem des unteren schon enthalten ist. Wenn wir statt der Quinte eine Duodezime nähmen, wären es sogar 100 %. Was geschieht also, wenn nach der Tonika die Dominante erklingt. Der Gehörsinn erkennt eine Figur, die jener der Tonika sehr ähnlich ist, und ihr sogar fast gleich wäre, wenn man einen zusätzlichen Grundton C ergänzte, was das Gehör ja gelegentlich tut. Andererseits sind einzelne Teiltöne im Vergleich zur Tonika ungebührlich stark. Die Tonika-Terz h reibt sich mit dem C-Grundton, die kleine Sekunde beißt! Wie hören also einen Akkord, die Dominante, die es gewissermaßen zur Tonika hin oder hinab zieht, sind aber noch unsicher. Noch kann aber unser Hörsinn diese Interpretation nicht ganz vollziehen, wird aber bestätigt, wenn als dritter Klang wieder die Tonika erscheint. Der verlorene Grundton ist wieder da, das h ist zum c zurückgekehrt. Die Welt ist wieder in Ordnung! Schluss und Amen. Das Spannungsreiche Gegeneinander



von Tonika und Dominante, die Abfolge T-D-T ist das Grundphänomen der tonalen Musik und ihre stärkste Schlusswirkung.

Diese Grundform der Kadenz wird am Ende der 5. Symphonie von Beethoven sechsfach gespielt (T-D-T-D-T-D-T-D-T-D) bis dann endlich 29 Takte lang nur noch die C-Dur-Tonika ertönt. Dies ist die Apotheose der tonalen Kadenz.

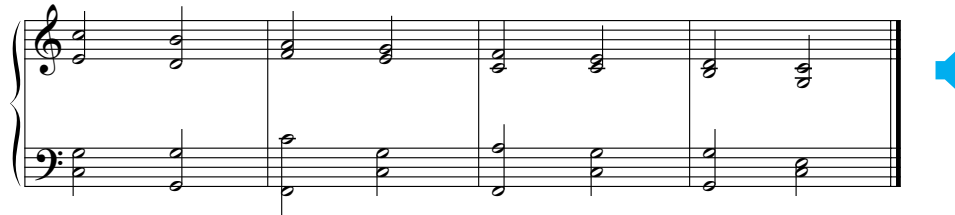
Ich habe hier versucht, die besondere und starke Wirkung der T-D-T-Folge mit physikalischen Grundtatsachen zu

erklären. Trotzdem sei zugestanden, dass diese Wirkung auch ihre historisch-kulturelle Wurzeln hat. Jeder Europäer hat diese Tonfolge viele tausend Mal gehört, und 99 % aller Musikstücke vom Volkslied bis zur Oper hören mit T-D-Basta auf. Das verfehlt auf Dauer nicht seine Wirkung. Aber es ist kein Zufall, dass gerade diese Akkordfolge für Schlüsse gewählt wird. Selbst Stücke, die in Moll stehen, enden gar nicht selten des deutlicheren Schluss-Effektes wegen mit einer Dur-Tonika. Und T-D-T beeindruckt nachweislich alle Hörer auf der ganzen Welt.

Die Subdominante als Hilfskraft

Die Subdominate (S), der Akkord auf der vierten Stufe der Tonleiter, stammt natürlich auch schon aus vortonalen Zeiten. Sie hat aber gar nichts Dominantes an sich. Da man sie aber auch als einen Dreiklang verstehen kann, der eine Quint unter (sub) der Tonika angesiedelt ist, hat sie gleichsam als Spiegelbild der Dominante ihren unpassenden Namen bekommen. In Sachen Harmonie ist sie behilflich, auch dem 4. und 6. Ton der Leiter einen Dur-Akkord zu liefern. Damit kann jedem Ton der Skala ein Dur-Akkord zugesellt werden.

Damit haben wir das Material, aus dem die erweiterten Kadenzen des tonalen Musik gebaut sind. Als sogenannte authentische Kadenz hat sie die Akkordfolge T-S-D-T, als plagale Kadenz die Akkordfolge T-D-S-T.



T D S T S T D T

In beiden Fällen kann in der Mitte nochmals die Tonika stehen.

T S T D T T D T S T
authentische Kadenz *plagale Kadenz*

Es ist unmittelbar hörbar, dass die authentische Kadenz, die ja auf dem speziellen Spannungsverhältnis zwischen Dominante und Tonika beruht, die stärkere Schlusswirkung hat. Die plagale Kadenz wirkt ruhiger, feierlicher, choralartiger und kommt typischerweise nur für langsame Musikstücke zur Anwendung. Ihre Schlusswendung stellt ja gerade die Umkehrung des D-T-Verhältnisses dar, weil die Tonika im Verhältnis zur Subdominante die Dominante ist. In der Akkordfolge D-T finden wir einen Halbtonschritt (h-c) nach oben hin zum Grundton, während der Halbtonschritt (f-e) der Akkordfolge S-D nach unten zur Terz führt. Der Höreindruck hat allerdings nichts mit dem gerne zitierten Leittoncharakter zu tun, sondern der Hörsinn interpretiert im Nachhinein die Auflösung einer Spannung von h nach c, bzw. von f nach e. Die Töne eines einzelnen Akkordes sind nicht von sich aus zielgerichtet, ihre Zielrichtung kann immer erst erkannt werden, wenn die Bewegung stattgefunden hat. Der geübte Hörer weiß natürlich, dass er nach der Dominante wieder eine Tonika zu erwarten hat. Aber manchmal lassen sich Komponisten auch überraschende Wendungen einfallen. Die bekannteste, und deshalb nicht mehr ganz so überraschende, ist der sogenannte Trugschluss, bei dem auf die Dominante und speziell den Dominantseptakkord nicht die erwartete Dur-Tonika, sondern die Moll-Tonika der parallelen Tonart folgt – also zum Beispiel der A-Moll- statt des C-Dur-Akkords.

Der Dominantseptakkord

Eine Steigerung des Dominante-Tonika-Verhältnisses erhält man, wenn dem Dominant-Akkord eine weitere Terzstufe, die Septime, hinzugefügt wird (in unserem C-Dur-Beispiel also ein f). Wir kommen so zum Dominantseptakkord. Er wurde

gerne so beschrieben, dass er neben der Tönen der Dominante (g-h-d) auch einen der Subdominante (f) enthalte, so gleichsam die Tonika einkreise und eine Auflösung zu ihr hin erzwingt. Diese Betrachtungsweise trifft natürlich noch mehr auf den Nonenakkord zu, der sogar zwei Tönen der Subdominante enthält (f und a).

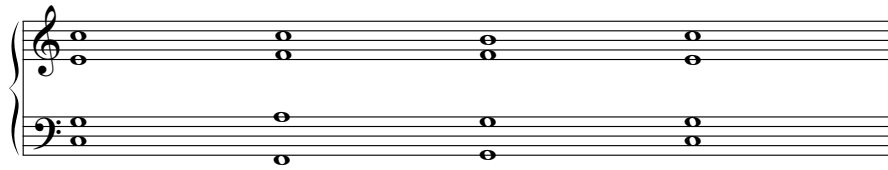
Auch hier gilt: Der Hörer weiß erst im Nachhinein, was auf den Akkord folgte. Immerhin stimmt natürlich, dass wir aufgrund unserer Hörgewohnheiten eine solche Auflösung erwarten. Das eigentlich Neue am Dominantseptakkord im Vergleich zum Dreiklang ist aber das Hinzutreten einer starken Dissonanz. Da ist zunächst die kleine Septime selbst, die wie die große Terz mit dem Grundton nur eine Ähnlichkeit 4. Ordnung aufweist. Was den Klang aber eigentlich würzt, ist das Intervall zwischen Terz und Septime, die verminderte Quint, bzw. in der Umkehrung die übermäßige Quarte. Dieses schräge Intervall kommt dadurch zustande, dass zwischen Terz und Septime zwei Halbton- und zwei Ganztonschritte liegen, was sich zu drei Ganztönen addiert.

Jetzt hat uns der Teufel

Wegen dieser drei Tonschritte – genau eine halbe Oktave – wird das Intervall Tritonus genannt. Wegen seiner Hässlichkeit war es neben der großen Septime das Lieblingsintervall der Komponisten des 20. Jahrhunderts. Die alten aber nannten es *diabolus in musica*, den Teufel in der Musik. Eigentlich stehen die Töne im Abstand einer verminderten Quinte (h-f) zueinander im Verhältnis des 5. Ähnlichkeitsgrades, was ja noch keine extreme Dissonanz ist. Seinen Biss bekommt das Intervall, durch die Teiltonspektren, in denen mehrere kleine Sekunden auftreten (der dritte Teilton von H ist ein Fis).

Die Erlösung

Nun haben wir alle Akkorde zur Verfügung, die die harmonische Grundlage der tonalen Musik bilden. Die typische (authentische) Kadenz sieht so aus:



Mit dieser Ausstattung sind die meisten schlichten Volkslieder bestens bedient:

T D S T S T

7

D⁷ T D⁷ T

Dabei geschieht im traditionellen Satz die „Auflösung“ des Tritonus hin zur Tonika immer so, dass die Septime (hier c) der Dominante einen Halbtonschritt hinab zur Terz der Tonika (hier h) macht, wogegen die Terz der Dominante (fis) entweder mit einem Halbtonschritt zum Grundton der Tonika (g) hinaufgeführt wird oder zur Quinte (d) hinab springt. Das heißt, die Spannung zwischen dem Tritonus und der dem Hörer stets bewussten Tonika wird möglichst dadurch gelöst, dass der am nächsten liegende Ton des Tonika-Akkords erreicht wird. Zur Erinnerung: Wir haben im Spektrum des

Dominantseptakkordes zwei deutlich hörbare kleine Sekunden jeweils zwischen den 2. und 3. Teiltönen der Tritonustöne c und fis, also h/c und fis/g. Die das Ohr störende Reibung verschwindet durch Übergang des c nach h und des fis nach g. Das ist im Grunde der gleiche Effekt, als wenn Vorhalte sich in Richtung der „endgültigen“ Töne auflösen. Dass die Terz (fis) der Dominante nicht immer zum Grundton (g) der Tonika fortschreitet, hat seine Gründe in Stimmführung und Kontrapunkt sowie dem Wunsch des Tonsetzers, im Schlussakkord auch die Quinte (d) zu bekommen.

Jacke wie Hose

Die Tatsache, dass der Tritonus genau eine halbe Oktave umfasst, führt dazu, dass seine Umkehrung wiederum ein Tritonus ist. Deshalb behält der Dominantseptakkord in seinen drei Umkehrungen anders als die Dreiklänge seinen charakteristischen Klang bei. Die Umkehrungen benennt man nach ihren charakteristischen Intervallen Quintsextakkord, Terzquartakkord und Sekundenakkord. Da nun, wie erläutert, die drei Umkehrungen dieselbe Klangcharakteristik haben wie der Septakkord selbst, kommt im Gegensatz zum einfachen Quartsextakkord der Terzquartakkord im Traditionellen Satz ohne Einschränkung zum Zuge.

Der Dominantseptakkord und seine Umkehrungen



Verbotene Parallelen

Da wir im Zusammenhang mit der Auflösung des Dominantseptakkordes auf die Stimmführung angesprochen haben, wollen wir noch auf das traditionelle Verbot von Oktav- und Quintparallelen eingehen. Da im mehrstimmigen Satz die einzelnen Stimmen als selbständige Linien geführt werden sollen, muss gewährleistet werden, dass sie im Fortschreiten von einem Akkord diese Selbstständigkeit immer behalten. Wenn aber in einem solchen Akkordschritt zwei Stimmen im Oktavabstand geführt würden, ergäbe sich durch diese Oktavierung eine schlichte Stimmverdoppelung – genauso als wenn die Stimmen überhaupt zusammengeführt würden (Prim). Nach dem, was wir über die Ähnlichkeit der Intervalltöne gesagt haben, gilt das natürlich ebenso für die Parallelführung im Abstand einer Duodezim, der Doppeloktav usw. Das nächstähnliche Intervall ist die Quinte mit ihrem fast identischen Obertonspektrum. Auch sie ergäbe einen Verdoppelungseffekt. Natürlich war für die alten Meister satztechnisch die Quinte mit der Duodezim (der Quinte über der Oktav) identisch; von Obertonspektren wussten sie ja nichts, aber hören konnten sie genau so gut wie wir. Deshalb wurde die Fortschreibungsregel als Verbot von Quintparallelen formuliert.

Aber nicht nur das! Hindemith riet in seinen „Aufgaben für Harmonie-Schüler“ (Mainz 1949):

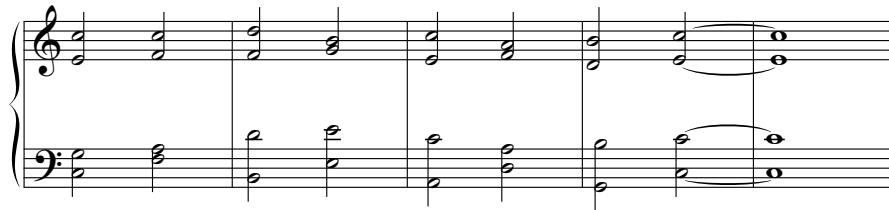
- a) *Vermeide die nach oben gehende Fortschreitung zweier Stimmen in die Oktave, ausgehend von einem kleineren Intervall als diese (verdeckte Oktavparallelen).*
- b) *Vermeide die nach oben gehende Fortschreitung zweier Stimmen in die Quinte (Duodezime), ausgehend von einem kleineren Intervall als diese (verdeckte Quintparallelen).*



Das Moll-Problem

Wie wir gezeigt haben, ist der Dur-Dreiklang ein natürliches physikalisches Phänomen, weil er im Obertonspektrum eines jeden musikalischen Tones enthalten ist. Das gilt nicht für den Moll-Dreiklang mit seiner kleinen Terz als Basis. Wir haben auch gesehen, dass historisch betrachtet die Moll-Tonleiter allerdings genau so alt ist wie Dur-Tonleiter. Aber auch durch die Dur-Tonleiter werden Moll-Dreiklänge angeboten, wenn man auf jeder Stufe der Skala einen Dreiklang aufbaut (S. 55).

Es gibt heute zwei wichtige Theorien zur Beschreibung harmonischer Abläufe: die Stufentheorie und die Funktionstheorie. Die Stufentheorie – entwickelt von Gottfried Weber (1779–1839) und Simon Sechter (1788–1867) – beschreibt die Akkorde danach, auf welcher Stufe der Tonleiter sie aufgebaut sind, die Funktionstheorie – entwickelt von Hugo Riemann (1849–1919) nach ihrer Funktion bezüglich der Tonika. Man kann die Kadenz T - S - D - T auch mit den Stufen I - IV - V - I bezeichnen. Für viele Musikstücke der Barockzeit ist die Stufentheorie das besser Erklärungsmodell. So gab es z. B. eine beliebte Sequenz, bei der die Akkorde einander im Quintabstand folgten, bis die Tonika (Stufe I) wieder erreicht war. Dabei schritt die Bassstimme, wenn keine Sextakkorde verwendet wurden, immer abwechselnd ein Quinte nach unten und eine Quart nach oben oder umgekehrt. Diese Sequenz hat später den Namen Sechter-Kadenz erhalten. Sie lässt sich auch auf Moll-Tonleitern mit oder ohne erhöhter 2. Stufe aufbauen. Die tonale Musik entstand also in einer Zeit, in der es nicht nur die Moll-Tonleiter sondern auch eine Harmonik mit Moll-Dreiklängen schon gab.

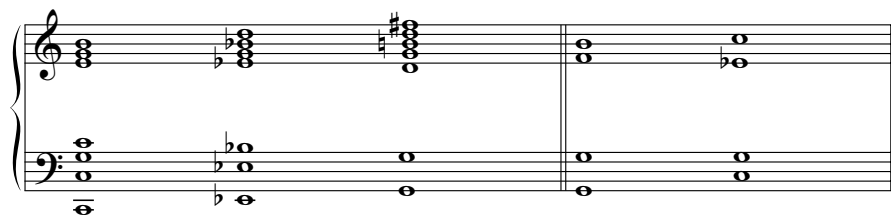


I IV VII III VI II V I



Das besondere an der tonalen Musik sind ja nicht neue Tonleitern und Akkorde, sondern die Ausrichtung der gesamten Harmonik auf den Gegensatz Tonika-Dominante. Wir haben versucht zu verstehen, warum dieser Ansatz sich so schnell und dauerhaft durchsetzen konnte und offenbar überall auf der Welt verstanden wurde. Und wir haben gesehen, dass dies seine Ursache in der Natur des musikalischen Tones und speziell seines Obertonspektrums hat. Daher bleibt nun zu erklären, wie aus dieser Perspektive die Moll-Kadenzen zu betrachten sind.

Grundsätzlich ist aus dieser Sicht klar, dass sich Moll-Dreiklänge weniger als Dur-Dreiklänge als Ruhe-, Basis- und Endklänge eignen. Das liegt daran, dass die Moll-Terz dissonanter ist als die Dur-Terz; schon der fünfte Teilton des Grundtones bildet mit dem 4. der Terz eine bissige kleine Sekunde, die eigentlich selbst schon nach Auflösung schreit. Und umgekehrt ist die Auflösung des Tritonus der Dominante zur Moll-Tonika hin weniger direkt und daher weniger wirksam als Schlussformel. Von der Septime (f) des Dominantseptakkords führt nur ein Ganztonschritt zur Terz (es) der Tonika. Dass nicht wenige Stücke, die in Moll-Tonarten stehen, deshalb mit einem Dur-Dreiklang enden, wurde schon erwähnt.



*Die Spektren der Töne des
Moll-Dreiklangs*

*Dominantseptakkord
und Moll-Tonika*

In jedem Falle ist der Höreindruck, den man vom Moll-Dreiklang hat, der, dass er trüber, herber oder auch schärfer, dissonanter klingt als der Dur-Dreiklang. Er wird deshalb gerne für Trauermusik eingesetzt. Allerdings ist der Zusammenhang zwischen Musik und Gefühlen kein so direkter, als dass man die Charakterisierung „Moll = traurig“ verabsolutieren könnte. Tatsächlich klingt ein Moll-Stück nur dann traurig oder klagend, wenn es langsam ist. Das Herbe, Scharfe und Dissonante eignet sich in gleicher Weise fürs Dramatische oder Komische. In der Tat gibt es ja Scherzi und Burlesken in Moll ohne Zahl.

Umgekehrt wird kein Schuh daraus

Ein besonderer Fall von Akkordumkehrung ist jener Quintsextakkord, den Rameau zu Recht *sixte ajoutée*, die hinzugefügte Sexte, genannt hat. Dabei wird dem Dreiklang auf der IV. Stufe, also der Subdominante, eine Sexte hinzugefügt. Diesen Akkord kann man auch als einen Quintesextakkord auf der II. Stufe definieren. In Rameaus kadenzbezogener Harmonielehre ist der Akkord aber immer als Subdominante gesehen, und er wurde im 18. und 19. Jahrhundert auch immer so eingesetzt, so dass Rudolf Tschierpe in seinem Kleinen Musiklexikon (5. Aufl., Hamburg 1955) verkürzt feststellen konnte: „Jeder Dreiklang wird durch Hinzufügung der Sext zum Funktionsakkord der Unterdominante.“ Mit dieser Behauptung wird unterstellt, dass dieser Quintsextakkord nicht eigentlich als Umkehrung eines Septakkordes eine Dissonanz ist, sonder nur ein klanglich angereicherter Dreiklang, In der Tat enthält er ja, anders als der Dominantsextakkord auch keinen Tritonus, der nach Auflösung strebt.



Tatsächlich ist die große Sekunde in diesem Akkord das einzig „Dissonante“, aber in oberer Lage wird sie durch die Obertöne des Grundtons eingehüllt und abgedeckt, besonders bei der im Orchestersatz üblichen Bassverdoppelung. In der Moll-Subdominate wirkt sogar die Mollterz viel dissonanter als die hinzugefügte Sexte. Die beiden Töne bilden nun aber in der Tat einen Tritonus, so dass der Akkord nur in einer authentischen Kadenz als Subdominante überzeugt, weil dann die Sext entweder als Vorhalt zur Quint oder nachträglich als Vorausnahme der Quint des folgenden Dominantakkords verstanden wird. Da wir nun die Moll-Subdominante mit hinzugefügter Sexte als herbe Dissonanz entlarvt haben, müssen wir für den Dur-Akkord ganz im Gegenteil sagen, dass er Dank seines geradezu milden Klanges – ein Dur-Akkord mit einem Körnchen Pfeffer – im 20. Jahrhundert besonders in der Tanz- und Jazzmusik als Tonika- und Schlussakkord durchaus Karriere gemacht hat.

Der Joker der Modulation

Als letztes Umkehrungsphänomen wollen wir den verminderten Septakkord betrachten. Er kann betrachtet werden als Septakkord auf der VII. Stufe der Moll-Tonleiter oder als Dominant-Nonenakkord mit fehlendem Grundton (im Notenbeispiel zuerst g-Moll).



Dieser Akkord hat zwei Besonderheiten. Da er aus einer Schichtung von kleinen Terzen besteht, birgt er zweimal den Tritonus in sich und alle seine Umkehrungen haben denselben Klangcharakter. Wenn man nun noch – was durch die Erfindung der temperierten Stimmung ja möglich wurde – die einzelnen Töne enharmonisch vertauscht, passt jeder verminderte Septakkord zu vier verschiedenen Tonarten, eignet sich also hervorragend zum fließenden Übergang von einer Tonart in die andere. Der doppelte Tritonus vermittelt romantisch-gefährliche Gewitterstimmung. Aber trotz dieses doppelten Tritonus' klingt der Wechselbalg nicht besonders schrill; das liegt daran, dass im Obertonbereich klusterähnliche Zustände herrschen, welche die harten kleinen Sekunden dort vernebeln und entschärfen.

Diese Eigenschaften haben den verminderten Septakkord bei den Komponisten des 19. Jahrhunderts sehr beliebt gemacht.



Beethoven-Gewitter aus der „Sechsten“:

$\text{♩} = 80$

Piccolo

Flöte

Oboe

Klarinette in B

Fagott

Horn in F

Trompete in Es

Posaune

Pauken

Violine I

Violine II

Viola

Cello

Kontrabass

fis-a-c-es

f-a-c-es-ges

Das Zeitproblem

Ein entscheidende physikalische Größe ist in der Musik die Zeit. Um so bedauerlicher ist es, dass der Mensch nicht über ein Organ zur Erfassung der Zeit verfügt. Das, was wir Zeitgefühl nennen, ist äußerst variabel, und unsere innere Uhr tickt 'mal schnell 'mal langsam. Langeweile heißt, dass uns die Zeit lang wird, weil unser Gehirn Leerlauf hat. Kurzweil ist das, was uns die Zeit „vertreibt“. Langweilige Musik ist lästig, weil sie uns die Zeit stiehlt, kurzweilige lässt uns die Zeit vergessen.

Der einzige Rhythmusgeber im menschlichen Körper ist der Herzschlag, der denn auch unser einziger Schrittmacher für die Musik ist. Da aber jedes Herz ein anderes Tempo hat – außer zwei Herzen schlagen im Dreivierteltakt –, mussten mechanische Hilfsmittel gefunden werden, um Mensch und Musik zu synchronisieren. Der Chronometer der Musik ist Mälzels Metronom (M. M.), das uns zwar nicht die Stunde schlägt, aber immerhin die Zahl der Noten pro Minute. Eine wirkliche Lösung hat Mälzels Erfindung nicht gebracht, weil das Zeitempfinden von Mensch zu Mensch und von Tag zu Tag verschieden ist. Deshalb sehen Musiker das M. M. meist als unverbindliche Tempoempfehlung des Komponisten an, der ja selbst auch geneigt ist, sein eigenes Stück je nach Tages- oder Jahreszeit unterschiedlich zu beurteilen. Die Tempovorstellung sind außerdem modischen Trends unterworfen, unter denen die Adagios von Bruckner ebenso zu leiden haben wie die Scherzi von Beethoven. Kollege Beethoven hat Mälzels Erfindung sehr geschätzt. Da sich aber nach seinem Tode die öffentliche Zeitempfindung veränderte, warf man ihm vor, er hätte nicht verstanden, wie das Gerät funktioniert. M.M. = 80 für die ganze Note im 1. Satz seiner 4. Symphonie ist ja auch wirklich ein flottes Tempo. Für das Violinkonzert hat der Meister kein M. M. hinterlassen. Das hat aber nichts genützt: Man kann nun sogar darüber streiten, ob die Angabe *Allegro ma non troppo* für den ersten Satz sich auf Viertel oder auf Halbe bezieht. Zum Glück ist das Opus von so hoher Qualität, dass es in beiden Geschwindigkeiten zu den besten seiner Art gehört. Von anderen Kollegen gibt es Stücke, die bleiben in jedem Tempo schwach.

Alla marcia

Neben der Geschwindigkeit ist auch der Rhythmus von der Zeitproblematik betroffen. Hier stoßen wir auf die dritte fundamentale Grundlage der Musik neben Melodie und Harmonie. Am Anfang war der Tanz, der Marsch, das Händeklatschen – der menschliche Körper also. Schon von daher ist es klar, dass die Zweierhythmen die eigentlich natürlichen sind. Aber auch das Auge arbeitet am besten mit der Zweierteilung. Es ist leicht, eine Strecke oder einen Kuchen ohne weitere Hilfsmittel in zwei gleiche Teile zu zerlegen. Eine Vierteilung geschieht in zwei Zweier-Schritten. Eine Dreiteilung ist schon schwieriger: Um drei gleiche Strecken oder Teile zu erhalten, muss man ein Bisschen probieren. Eine Fünfteilung ist ohne Hilfsmittel fast unmöglich. Es zeigt sich auch, dass die Teilung um so schwieriger ist, je länger die Strecken sind, die man vergleichen muss.

Das gilt auch analog fürs Hören, wo man die Teile ja nie gleichzeitig, sondern immer nacheinander wahrnimmt. Je länger diese Teile dauern, desto weiter liegen sie zeitlich auseinander und desto schwerer sind sie zu vergleichen. Der Musiker, der sich selbst stumm den Takt geben muss, unterteilt langsame Werte gedanklich: Eins-und-zwei-und-drei-und-vier-und... Am einfachsten zu bewältigen sind schnelle und flotte Märsche und Tänze bis hinab zur Schunkelgrenze, also alles was durch körperliche Bewegung unterstützt werden kann. Bei sehr schnellen Tonfolgen wie Tonleitern oder Arpeggien ist sehr deutlich zu hören, ob die Abfolge der Töne gleichmäßig ist oder nicht, dagegen sind langsame Quintolen nur schwer zu fassen.

Die Fünf gerade sein lassen?

Der Fünftakt ist dem Ohr ganz und gar nicht eingängig, und am liebsten würde man die Fünf gerade sein lassen. Wenn diese Fünftakte nicht sehr schnell sind, dann stehen sie buchstäblich nur auf dem Papier – wie im 2. Satz von Tschairowskis 6. Symphonie. Der Hörer empfindet einfach nur einen Wechsel von 2/4- und 3/4-Takt. Konsequenterweise heißt diese Taktart in der bayerischen Volksmusik der Zwiefache. Wobei gemüthlicherweise beim original Hallertauer Zwiefachen immer zwei 2-er mit drei oder vier 3-ern abwechseln:



Die schreitende Zweiersymmetrie bestimmt in der klassisch romantischen Musik nicht nur den Takt, sondern auch die längeren Perioden aus Motiven, Melodien und Harmonien, wobei aus $2 + 2 = 4 + 4 = 8 + 8$ sechzehn- oder zweiunddreißigtaktige Perioden entstehen.

Violine

Andante

p

9

ff *p*

18



Wagners Weiterungen

Den Komponisten der Spätromantik war das überkommene Klangmaterial und die traditionelle Harmonik nicht mehr ausreichend und ausdrucksvoll genug. Man suchte also nach Erweiterungen. Dabei blieb man gedanklich ganz in der Funktionswelt des Tonika-Dominant-Schemas verhaftet. Das Schema wurde nach und nach erweitert durch Doppeldominante, Doppelssubdominante, Parallelen, Gegenklänge, Medianten und Alterationen (chromatische Verschiebungen von Akkordtönen). So sieht die Erklärung von wagnerschen Terzschichtungen in Diether de la Mottes Harmonielehre (Kassel 1976) so aus:

Ergänzungsintervall zur Oktave:

kleine Terz gr. Sekunde gr. Sekunde gr. Sekunde

Bezeichnung der Klänge in den Beispielen:

1 2 3 4

Mögliche Funktionsbezeichnungen:

D^V A_6^5 S_6^5 D^7
 $D^7_{9>}$ $D^7_{9>}$ $t^7 \Delta^7 P^7_{45W.}$

> = kleine Terz, □ = große Terz.

Man mag füglich bezweifeln, dass Wagner bezüglich seines berühmt-berüchtigten Tristan-Akkords solche Funktionberechnungen angestellt hat. Immerhin handelt die Oper „Tristan und Isolde“ von wahnsinniger Liebe, und der Komponist war überzeugt, dass seine Musik auch die Hörer wahnsinnig machen würde. Er schrieb an Mathilde Wesendonck: „Dieser Tristan wird was *Furchtbares*! Dieser Letzte Akt!!!. Ich fürchte, die Oper wird verboten – falls durch schlechte Aufführungen nicht das Ganze parodiert wird –; nur mittelmäßige Aufführungen können mich retten! Vollständig *gute*

Der Tristan-Akkord im 2. Takt des Vorspiels

Langsam und schmachkend

The image shows a musical score for the beginning of Wagner's Tristan und Isolde. The score is for five instruments: Oboe, English Horn, Clarinet in A, Bassoon, and Violoncello. The tempo/mood is 'Langsam und schmachkend'. A red box highlights the second measure, which contains the famous Tristan chord. The chord is a half-diminished seventh chord (F#-G-A-B) in the key of F# minor. The instruments play the chord in a descending sequence: Oboe (F#), English Horn (G), Clarinet in A (A), Bassoon (B), and Violoncello (F#). The chord is marked with a piano (p) dynamic. A blue speaker icon is located to the right of the score.

müssen die Leute verrückt machen – ich kann mir's nicht anders denken.“ Er hätte sich keine Sorgen zu machen brauchen: Die mittelmäßigen Aufführungen scheinen zu überwiegen.

Der bewusste Akkord in zweiten Takt des Tristan-Vorspiels trieb allerdings die Analysten in den Wahnsinn. Die Wikipedia führt sechs mögliche Deutungen mit jeweils bis zu drei Unterabteilungen an. Die Einordnung der Sequenz in eine bestimmte Tonart führt ohnehin nicht weit, weil die Passage dreimal hintereinander mit unterschiedlichen Ausgangstönen erklingt (a, h und d'). Was man hört, ist ein im traditionellen Sinne dissonanter Akkord, der über Vorhalte und Durchgänge einen Septakkord erreicht (E⁷), der seinerseits nicht als Dominantseptakkord zu einer Tonika führt. Tatsächlich hat man, nachdem die Sequenz drei Mal erklingen ist, keineswegs das Bedürfnis, eine Tonika als Auflösung zu benötigen. Der Septakkord selbst wird zum Ziel und damit zur Tonika. Das war – und hierin sind sich die Analysten einig – der erste Schritt zur Auflösung der tonalen Harmonik.

Man kann sicherlich davon ausgehen, dass Wagner die zu gewünschte Wirkung durch Ausprobieren am Klavier gefunden hat – nicht durch Theoretisieren.

Anmerkung: Altmeister Bach war der Meinung, wer zum Komponieren ein Klavier benötige, solle es lieber ganz bleiben lassen. Beethoven hat zeitlebens am Klavier komponiert, auch als er schon stocktaub war. Und Richard Strauß hat den Komplex abschließend kommentiert: Das Lesen einer Partitur verhält sich zum Hören eines Musikstücks wie das Studium der Speisekarte zum Verspeisen der Gerichte.

Schönberg und die Folgen

Von Andreas Birken

«Wiener Schulen» hatten auch Philosophie, Psychologie, Medizin, Nationalökonomie, Völkerkunde und Malerei. Doch wird die Wiener Schule Arnold Schönbergs und seiner Schüler – darunter vor allem Alban Berg und Anton von Webern – an Bedeutung höchstens noch von der Freudschen Psychologenschule übertroffen. Nie vorher in der Musikgeschichte hat es eine solch einschneidende Zäsur gegeben, und unsere Phantasie reicht nicht aus, sich für die Zukunft etwas Ähnliches vorzustellen.

Der Übergang von der Tonalität zur Atonalität bedeutet nicht einfach eine neue Stilrichtung, sondern den Beginn einer neuen Kunst. Die Neue Musik, die mit Schönberg begann, hat in der seriellen Musik, wie sie in Deutschland Karlheinz Stockhausen zu letzter Konsequenz entwickelt hat, ihren vorläufigen und möglicherweise endgültigen Abschluß gefunden. Die serielle Musik liegt zwar in den letzten Zügen, ist aber – vor allem in ihrem theoretischen Anspruch – noch längst nicht so tot, daß es nicht lohnen würde, gegen sie zu polemisieren.

Am Anfang der Neuen Musik steht ein Fehltrail und ein Willkürakt. Das Fehltrail ist Schönbergs Erklärung von Tonalität und Konsonanz. Der Willkürakt ist die Festlegung der zwölf Töne der temperierten Stimmung zum Ausgangspunkt eines neuen Systems. Für Schönberg war die Konsonanz eine Eigenschaft des Tons: »In der Obertonreihe, die eine seiner bemerkenswertesten Eigenschaften ist, erscheint nach einigen stärker klingenden Obertönen eine Anzahl schwächer klingender. Zweifellos sind die ersteren dem Ohr vertrauter, die letzteren fremder.« Daraus folgert er: «Es hängt nun von der wachsenden Fähigkeit des analysierenden Ohrs ab, sich auch mit den fernliegenden Obertönen vertraut zu machen und damit den Begriff des kunstoffähigen Wohlklanges so zu erweitern, daß die gesamte naturgegebene Erscheinung darin Platz hat.»

Bei den erwähnten Obertönen handelt es sich um folgende Erscheinung: Im Klang einer gestrichenen Saite oder eines geblasenen Horns ertönen über dem Grundton (zum Beispiel C) der Höhe zu immer leiser werdend die Oktav mit, die Quint darüber, die zweite Oktav, die große und kleine Terz darüber (c, g, c', e', g' ..) und so weiter in immer kleineren Intervallen. Nach Schönberg sind die am lautesten mitklingenden Obertöne gleichsam die nächsten Verwandten des Grundtons und harmonieren mit ihm. Dissonanz ist ein weiter entfernter Verwandtschaftsgrad und nur graduell von der Konsonanz verschieden. Jeder Ton ist so einem Grundton zuzuordnen.

Schönbergs Fehler liegt darin, daß er die harmonischen Obertöne als Eigenschaft des Tones sieht. Die Obertonreihe ist aber keine Eigenschaft des Tons, sondern des Klangerzeugers, des Instruments. Trotzdem stimmt Schönbergs Analyse hinsichtlich der Konsonanz. Sie beruht aber darauf, daß die harmonischen Obertöne in ganzzahligen Schwingungsverhältnissen zum Grundton stehen. Ein Frequenzverhältnis von 1:1 kennzeichnet die Prim, 1:2 Oktav, 1:3 Duodezim, 2:3 Quint, 1:4 zweite Oktav, 4:5 große Terz. Je einfacher das Frequenzverhältnis, desto »ähnlicher« erscheinen die Töne dem Ohr. Wenn ein Mann und eine Frau im Oktavabstand singen, meinen wir, dasselbe in verschiedener Stimmlage zu hören. Die Quint ist dem Grundton noch so ähnlich, daß sie allein als »leer« empfunden wird. Erst die Terz erzeugt genügend Kontrast, um dem Klang Farbe zu geben.

Selbstverständlich hat Schönberg recht, wenn er meint, es gebe keine scharfe Trennung zwischen Konsonanz und Dissonanz. Dies ist eine Frage von Tradition und Erziehung, die in jeder Epoche verschieden beantwortet wurde. Die Tatsache aber, daß es wohlklingende und schrille Klänge gibt, ist ein mathematisch-physiologisches Phänomen, dem auch musikalisch nicht gebildete Menschen unterliegen.

Zu Beginn unseres Jahrhunderts hatten die Komponisten die Möglichkeiten der tonalen Harmonien ausgeschöpft. Schönberg: »Ich glaube, daß eine weitere Entwicklung der Harmonielehre gegenwärtig nicht zu erwarten ist.« Er suchte nach ganz neuen Wegen und fand sie in der Atonalität und schließlich in der Methode der Komposition mit zwölf nur aufeinander bezogenen Tönen.

Grundlage der Zwölftontechnik ist die Zwölftonreihe (Serie), in der alle zwölf Töne der temperierten chromatischen Skala erklingen müssen, bevor der erste Ton wiederholt werden darf. Die Festlegung auf zwölf Töne ist ein Willkürakt, der rein praktische Gründe hat. Sie sind auf dem Klavier und in der traditionellen Notation vorgegeben. Die temperierte Stimmung selbst ist ein Kompromiß, der es ermöglicht, auf dem Instrument alle Tonarten spielen zu können, ohne daß man umstimmen muß. Sie kennt außer der Oktav kein reines Intervall. Dem ungeübten

Ohr fällt das aber kaum auf. Theoretisch gesehen besteht kein Grund, in der seriellen Musik die Oktave gerade in zwölf und nicht in zehn oder 30 gleiche Intervalle einzuteilen.

In der Nachfolge Schönbergs entwickelte sich die serielle Musik, die insbesondere durch das Aufkommen elektronischer Klangerzeuger neue Impulse bekam. Man versuchte nun, auch andere Eigenschaften des Tones neben dessen Höhe durch die Reihentechnik zu erfassen: Tondauer, Tonfarbe, Tonlautheit und Tonort. Das Verfahren wollen wir am Beispiel der Tondauer-Reihe erläutern:

Karlheinz Stockhausen setzte bei der Entwicklung dieser Reihe auf einen Schelmen anderthalbe. Er bildete sie entsprechend der temperierten Zwölftonskala. Wenn es dort schon bedenklich war, die Oktav mit dem Grundton gleichzusetzen, die Quint aber als völlig fremden, gleichberechtigten Ton zu behandeln, ist Stockhausens Erfindung der Zeit-Oktav so genial wie absurd. Er legte fest, dass zwei Dauern im Verhältnis 1:2 – etwa eine halbe Sekunde zu einer ganzen – eine Oktav seien. Diese Oktav teilte er in zwölf unterschiedliche Abschnitte, von denen jeder wie bei der temperierten Stimmung zum nächsten im Verhältnis zwölfte Wurzel aus zwei zu eins ($\sqrt[12]{2} : 1$) steht. Inwiefern eine halbe Sekunde einer ganzen so ähnlich ist, dass sie einer Oktav entspricht, wird für immer sein Geheimnis bleiben. Auch mathematisch geht es nicht auf: Zwei halbe Sekunden sind zwar eine ganze, zwei Primen aber keine Oktav. Es wäre nun interessant zu wissen, wie viele Menschen es gibt, die diese zwölf verschiedenen Zeitintervalle zwischen einer und einer halben – oder einer achtel und einer sechzehntel Sekunde unterscheiden und im Verlauf einer Komposition wiedererkennen können und – ob Karlheinz Stockhausen dazugehört (*hat*). Vielleicht ist es aber auch so, dass Computer den Menschen nicht nur als Komponisten, sondern auch als Zuhörer ablösen werden. □

P.S.: Heute würde ich vielleicht als Titel wählen : „**Schönberg und die Unfallfolgen**“.

***P.P.S.: Wenn das Klopfen auf den Geigenkorpus eine neue Spieltechnik ist,
dann ist es auch eine neue Fahrtechnik, mit dem Auto in den Graben zu fahren.***

Gleichberechtigung für den Tritonus ?

Schönbergs System unterstellt, dass alle zwölf Töne gleichberechtigt sind. Daraus folgt, dass auch alle dreizehn möglichen Intervalle gleichberechtigt sind – oder, wenn man die Prim = Oktav außen vor lässt – alle zwölf Intervalle. Beim Zwölftonsystem müssen die zwölf Töne keineswegs der Reihe nach erklingen (vorwärts, im Krebsgang oder gespiegelt), sondern es zählt auch ihr auftreten in Akkorden. Für den Hörer hat aber der Tritonus oder der Halbton keineswegs die gleiche Qualität wie eine Terz oder Quint. Warum das so ist, haben wir oben erläutert.

Notenbeispiel aus Schönbergs Klavierstück Op. 33a mit Erläuterungen aus Wikipedia (<http://de.wikipedia.org/wiki/Zwölftontechnik>). Man sieht, der „neue“ Klang ist nur durch weitgehende Vermeidung von Konsonanzen möglich. Aber – wie wir gezeigt haben – ist die Vermeidung nicht zu verwirklichen, weil jeder einzelne Ton einen Dur-Akkord in sich birgt – ohne Tritonus!

Mäßig ♩ = 120
cantabile

The musical score is for Schönberg's Klavierstück Op. 33a, measures 1-4. It is in 4/4 time with a tempo of Mäßig ♩ = 120. The first system (measures 1-2) is marked *cantabile* and *p*. The second system (measures 3-4) is marked *fp*. The score features complex chordal structures with fingerings and dynamics. Red annotations highlight specific intervals: G(b) in measure 1, KU(a) in measures 1 and 2, K(e) in measure 3, and KU(a) in measure 4. A blue speaker icon is on the right.

Die Suche nach dem absoluten Nullpunkt

Mit Schönbergs Schülern begann die Suche – nicht nach neuen Ufern – sondern weg von allen Ufern. Bindungen galten als unmodern. Nachdem die serielle Musik eine selbstverschuldete neue Abhängigkeit postuliert hatte, versuchten andere den „Fortschritt“ darin zusehen, die Tradition zu verleugnen („Befreiung“ von der Tonalität) und durch die Vermeidung von Dur-Akkorden ihre Modernität zu beweisen: Die NEUE MUSIK wurde geboren. Während aber theoretische Gebilde wie der Schönbergsche Ansatz qualitativ auf der Ebene von willkürlichen Spielregeln blieben (vergleichbar mit „Mensch ärgere dich nicht“), zersplitterte die Bewegung in eine Vielzahl von Richtungen wie Aleatorik, Neodadaismus, Mikropolyphonie, Minimal Music, Neue Einfachheit, Neue Komplexität, Musique Spectrale oder Algorithmische Komposition verbunden mit einer Erweiterung durch neue Klänge (nicht zuletzt durch den Computer), Betonung des Rythmus oder „neue Spieltechniken“.

Dabei sind ohne Zweifel viele interessante und auch ästhetisch ansprechende Musikstücke entstanden – manchmal ist der „Gag“ aber durch einen einzigen Einsatz erschöpft – auch ein zweiter „Bolero“ wurde nie geschrieben! Andererseits hat der Verzicht auf den Tonika-Dominant-Gegensatz oder überhaupt auf Dur- und Moll-Akkorde auch zu einer Farbverarmung und Kontrastschwäche der Musik geführt. Kontrast und Farbreichtum sind jedoch unverzichtbar in jeder Kunst – ausschließlich monochrome Grafik wäre auf die Dauer langweilig. Wenn man das nicht beachtet, gerät man in das, was die Maler die Graufalle nennen: Wenn man zu viele Farben mischt, wird alles grau. Es gibt dann nur noch den Hell-Dunkel-Gegensatz. Wenn der auch noch wegfällt, haben wir den sprichwörtlichen Neger im Tunnel bei Null-Kontrast.

Das akustische Gegenstück dazu ist der Cluster. Dabei liegen die Töne so nahe beieinander, dass man sie nicht unterscheiden kann. Man erlebt einen geräuschähnlichen Klang – ein graues Rauschen – beziehungslos (befreit?) – nahe dem absoluten Nullkontrastpunkt.



Ästhetik und Biologie

Zitat aus Wilson, Sociobiology, S. 165:

In his [Peter Klopfer's] view, creative thought and abstraction are forms of play, esthetics is the pleasure that results from biologically appropriate activity, and esthetic preference is a choice of objects or activities that induce the correct preprogrammed neural inputs or emotional states, independent of overt reinforcers.

Nach seiner Ansicht sind kreatives Denken und Abstraktion Formen des Spiels; Ästhetik ist das Vergnügen, das von biologisch angemessener Tätigkeit herrührt, und ästhetische Vorlieben sind die Wahl von Gegenständen oder Tätigkeiten, welche die richtigen vorprogrammierten neuralen Eindrücke oder emotionalen Zustände unabhängig von offenbaren Verstärkern hervorrufen.

Peter H. Klopfer*: Sensory physiology and esthetics, in American Scientist 58 (1970), S. 399 ff.

* Amerikanischer Biologe und Verhaltensforscher

Dur und Moll sind universell

Emotion westlicher Musik
wirkt auch auf Ureinwohner Afrikas

Auch Menschen, die zuvor noch nie westliche Musik gehört haben, spüren darin enthaltene Emotionen wie Freude, Trauer oder Angst. Das hat ein Forscherteam entdeckt, als es Ureinwohnern vom Stamm der Mafa im gebirgigen Norden Kameruns Musikstücke vorspielte (*Current Biology*, online). Diese Menschen hatten noch nie Radio gehört. Thomas Fritz vom Max-Planck-Institut für neuropsychologische Forschung in Leipzig hält das Ergebnis für eine mögliche Erklärung dafür, warum westliche Musik weltweit erfolgreich ist.

„Die Musik der Mafa ist ganz anders als unsere“, sagt Fritz. Ausgerüstet mit einem Laptop und einem Sonnenkollektor zur Energieerzeugung besuchte er den noch sehr urtümlich lebenden Volksstamm. Deren eigene Musik basiere auf Flötenspiel und „klingt wie ein Konzert von Autohupen“, berichtet Fritz. Emotionale Qualitäten, wie sie die westliche Musik kennt, seien darin nicht erkennbar. Dennoch reagieren die Mafa emotional auf ihre eigene Musik, weil sie stark mit rituellen Handlungen verknüpft ist.

Fritz spielte den Mafa sowohl Klaviermusik vor, die eigens zu Testzwecken für Schlaganfallpatienten komponiert wurde, als auch bekannte Stücke westlicher Musik von Barock bis Rock'n'Roll. In allen Fällen handelte es sich um reine Instrumentalmusik.

ma

Zwischentöne

Der Klang der Stimme könnte der Grund dafür sein,
warum Musiker weltweit ähnliche Tonleitern verwenden

Musik rührt zu Tränen und erweicht selbst die Götter. Sie peitscht verzagte Soldaten voran oder wiegt Kinder sanft in den Schlaf. Und sie ist erstaunlich universell. Sogar fernab der Zivilisation lebende afrikanische Ureinwohner, die noch nie westliche Musik gehört haben, erkennen, ob eine Tonfolge eher fröhlich und extrovertiert ist, oder aber eher traurig und verhalten. Auch diese fernen Völker unterscheiden zwischen Dur und Moll, wie neuere Forschungen zeigen. Aber woher kommt diese nahezu magische Wirkung auf das Gemüt, wieso steht Dur eher für positive oder exaltierte Gefühle, Moll aber für das Gegenteil?

Schon länger wissen Forscher, dass es eine tiefreichende Verbindung zwischen den beiden für den Menschen charakteristischen Fähigkeiten Musik und Sprache gibt. So lassen sich beispielsweise in den Werken von Komponisten verschiedener Länder Melodien und Rhythmen nachweisen, die große Ähnlichkeiten mit den jeweiligen Sprachen aufweisen. Könnte es daher sein, dass Musik bei der Evolution des Menschen als eine Art Sprache des Gefühls entstanden ist?

Diese Theorie vertritt Dale Purves. „Wir glauben, Musik ist ein erfreuliches Nebenprodukt, das der biologische Vorteil der Sprache mit sich gebracht hat“, sagt der amerikanische Neurobiologe. Musikalität diene dabei dem Bedürfnis, die Gefühlsregungen zu verstehen, die in der Sprache mitschwingen. Purves, der an der Duke University in Durham, North Carolina, arbeitet, und die Mitglieder seines Teams analysierten mehr als 7000 Melodien aus klassischer Musik sowie von finnischen Volksliedern in Dur- und Molltonarten mithilfe eines Computeralgorithmus. Das gleiche taten sie mit einer Auswahl von Wörtern und Sätzen, die Testpersonen mal in eher extrovertierter und mal in gedämpfter Stimmung aussprechen ließen. Das Ergebnis, veröffentlicht im Fachblatt *Journal of the Acoustical Society of America* (Bd. 127, 491–503, 2010), ist eindeutig: In extrovertierter Musik genauso wie beim emotional erregten Sprechen überwiegen Tonabstände – Experten sprechen von Intervallen –, die für Dur-Tonleitern charakteristisch sind.

Am häufigsten kommt den Forschern zufolge dabei die große Terz vor, genau jenes Intervall also, das – vom Grundton aus gesehen – die Durtonleiter am auffälligsten von der in Moll unterscheidet. Molltonarten haben an dieser Stelle ein weicher klingendes Intervall, die kleine Terz. Vom Lateinischen mollis (weich) leitet sich auch der Begriff Moll her. Zwischen dem Tonfall von Wörtern, die in gedrückter Stimmung ausgesprochen werden, und Musik in Moll zeigten sich ebenfalls starke Parallelen.

Aber ist das Dur- und Moll-System nicht einfach eine mehr oder weniger willkürliche Setzung, die sich quasi als Tradition etabliert hat und mit der die in Europa entstandene Kunstmusik zu erstaunlicher Blüte kam? Tonleitern sind schließlich nur Folgen von Tönen, die die immer gleiche Aufgabe haben: den Raum zwischen einer Oktave mit sinnvollen Zwischenschritten aufzufüllen. Der Begriff führt natürlich das gewohnte System bereits im Namen: Sieben weiße Tasten schlägt man beispielsweise auf dem Klavier an, bis man von einem C zum nächsthöheren C, dem achten Ton, kommt, was physikalisch einer Verdopplung der Schallfrequenz entspricht. Lässt man davon zwei Schritte aus, den vierten und den siebten, ist man bei Tonleitern, die in fünf Schritten die Oktave durchmessen. Solche pentatonischen Skalen kennt man auch aus der Musik Chinas, sie spielen aber auch im Blues eine große Rolle.

Eigentlich, so Dale Purves, könnte der Mensch auf dem Weg von einer Oktave zur nächsten etwa 240 verschiedene Tonhöhen unterscheiden – Milliarden unterschiedlicher Tonleitern wären physisch möglich. Doch ein Blick auf die Tonsysteme der Welt zeige, dass diejenigen Tonleitern dominierten, die entweder fünf oder sieben Schritte brauchen – und die zeigen in aller Regel in etwa die Abstufung, wie sie auf einem Klavier zu finden ist. Purves und sein Team fragten sich daher, ob es für diese offenkundige Bevorzugung quer durch die Kulturen auch eine biologisch bedingte Ursache geben könnte. Die menschliche Stimme erhält eine ihrer charakteristischen Eigenschaften schließlich durch die sogenannte Naturtonreihe. Naturtöne hört man beispielsweise, wenn man einen Plastikschauch in der Luft kreisen lässt. Diese Töne klingen als sogenannte Obertöne bei jedem Musikinstrument neben dem Grundton mit, sie machen den Hauptunterschied aus zwischen dem Klang zum Beispiel einer Geige und einer Flöte. Und sie geben eben auch den menschlichen Stimmen ihre Färbung.

Für die zweite Studie, veröffentlicht in *PloS ONE* (online), jagten Purves und Kamraan Gill Millionen möglicher Tonleitern durch den Computer. Sie untersuchten dabei, wie ähnlich die in den Tonleitern vorkommenden Tonabstände zu jenen Naturtönen sind, die die menschliche Stimme prägen. Solche prägenden Töne nennt man Formanten. Und wieder stellte sich heraus, dass viele der weltweit häufig verwendeten Tonleitern solche sind, bei denen die Intervalle denen

ähnlich sind, die auch die Charakteristik der menschlichen Stimme prägen. Doch die Forscher registrierten auch, dass einige Skalen sich nicht in dieses Raster fügen. Dazu zählt die in Indonesien beheimatete Gamelanmusik, die beispielsweise den französischen Komponisten Claude Debussy um die Wende zum 20. Jahrhundert sehr beeindruckt hat. Es gibt dort viele Stimmungen für die Glocken und Gongs. Die meisten aber unterteilen die Oktave in fünf annähernd gleiche Schritte und haben damit nur wenig Ähnlichkeit mit Skalen, die sich an die Naturtonreihe anlehnen. Das gleiche gilt für Skalen, wie sie den modernen Jazz prägen. Tonleitern beispielsweise, die mit einem Halbtonschritt beginnen, sagte das mathematisch gewonnene Ähnlichkeitsmodell der Forscher nicht vorher. Auch viele im arabischen Raum verwendete Skalen haben mit westlichen Tonleitern wenig zu tun.

Es leuchtet ein, dass neben den Abständen der Töne auch Faktoren wie Tempo, Lautstärke und Rhythmus über den emotionalen Gehalt von Musik entscheiden. Von einer biologischen Verwurzelung des Dur- und Mollsystems zu sprechen, wäre daher zu weit gegriffen. Plausibler erscheint der Schluss, dass „Musik und Sprache ihre Wurzeln in urtümlichen, nonverbalen Lauten (haben), die Gefühle ausdrückten“, wie Dan Bowling, einer von Purves‘ Mitarbeitern annimmt.

Doch wie alle menschlichen Errungenschaften wurde auch die Musik – wo immer letztlich ihr Ursprung lag – kulturell geprägt. Indische Ragas leiten sich zwar meist von Tonleitern her, die auch im Westen verwendet werden, operieren dann aber mit viel kleineren Intervallen. Die vielgeschmähte Musik zeitgenössischer westlicher Komponisten verzichtet vielfach sogar ganz darauf, Klänge aus dem Dur-Moll-System zu nutzen. Trotzdem hört sie sich für Menschen, die viel mit ihr umgehen, nicht schräg und beliebig an, sondern klingt interessant und durchaus absichtsvoll. Dass die westlich geprägte musikalische Hochkultur sich überwiegend der Wiedergabe älterer Musik widmet, ist ohnehin ein relativ junges Phänomen. Zu Lebzeiten Bachs und seiner Söhne, ja noch bei Haydn und Mozart, wollten Konzertbesucher kein Stück hören, das älter als ein paar Jahre war.

HELMUT MARTIN-JUNG

Fingernagel-Kratzen

Warum Misstöne schmerzhaft sind

Viele Menschen bekommen Gänsehaut, wenn über Schultafeln gekratzt oder Styropor zerbröselt wird – oft genügt schon der bloße Gedanke daran. Die Tonfrequenzen, die zu dem Missgefühl führen, liegen genau im Sprachbereich, berichten nun Wissenschaftler der Universitäten Wien und Köln auf einem Kongress der Acoustical Society of America. Sie spielten 104 Probanden zwei unangenehme Geräusche vor. Die Hälfte wusste, dass es sich um das Kratzen über eine Tafel mit Fingernägeln oder Kreide handelte. Der anderen Hälfte erklärten die Forscher, sie hörten Teile einer modernen Komposition. Bei 24 Teilnehmern maßen die Forscher zudem die körperlichen Reaktionen in Form von Herzfrequenz, Blutdruck und Hautleitfähigkeit. Dann filterten sie je unterschiedliche Frequenzen aus den zwei Geräuschen heraus und spielten sie den Teilnehmern vor. Diese reagierten besonders empfindlich, wenn ihnen die tatsächliche Geräuschquelle bekannt war – und wenn die Frequenzen im Sprachbereich zwischen 2000 und 4000 Herz lagen. Das menschliche Ohr ist hier ausgesprochen sensibel.

pom

Musik und ihr „Inhalt“

Eduard Hanslick, Vom Musikalisch-Schönen, 1. A., Wien, 1854, S. 9:

„Jede Zeit und Gesittung bringt ein verschiedenes Hören, ein verschiedenes Fühlen mit sich. Die Musik bleibt dieselbe, allein es wechselt ihre Wirkung mit dem wechselnden Standpunkt conventioneller Befangenheit. Wie leicht und gern sich unser Fühlen überdies von den kleinlichsten Kunstgriffen überlisten läßt, davon erzählen unter Anderm die Instrumentalstücke mit besondern Mottos oder Ueberschriften. In den äußerlichsten Claviersächelchen, worin nichts steckt, »eitel Nichts, wohin mein Aug' sich wendet,« ist man alsbald geneigt, »Sehnsucht nach dem Meere,« »Abend vor der Schlacht,« »Sommertag in Norwegen« und was des Unsinns mehr ist, zu erkennen, wenn nur das Titelblatt die Kühnheit besitzt, seinen Inhalt dafür auszugeben. Die Ueberschriften geben unserm Vorstellen und Fühlen eine Richtung, welche wir nur zu oft dem Charakter der Musik zuschreiben, eine Leichtgläubigkeit, gegen welche der Scherz einer Titelverwechselung nicht genug empfohlen werden kann.“

Die andere Moderne – E-Musik für Hörer:

Moderne ohne Scheuklappen – „piano international“ bietet zeitgenössischen Komponisten ein Podium

Seit mehr als 100 Jahren bildet das „Neue“ in der Tonkunst eine stetige Herausforderung für Hörer wie Interpreten. Nach einer wilden Experimentierphase in den 1920er Jahren, in denen quasi alles „erlaubt“ war, durchlitt speziell das deutsche Musikleben nacheinander zwei sehr gegensätzliche „Roskuren“: zum einen das platte Modernitätsverbot der NS-Zeit („Entartete Musik“), zum anderen nach dem Krieg die einseitige Propagierung der Zweiten Wiener Schule (Schönberg und Webern) samt ihrer vielfältigen Folgeerscheinungen.

Ein Komponist, der es nach 1945 wagte, Tonalität und Klangs Schönheit in seine Stücke zu integrieren, wurde von Adorno und seinen Jüngern in Presse und Funkanstalten als hinterwäldlerisch diffamiert, sein „Materialstand“ (gemeint: Bewusstseinsstand) hatte als hoffnungslos veraltet zu gelten. Dass das breite Musikpublikum den meisten avantgardistischen Entwicklungen schon längst nicht mehr folgen mochte, störte diese Ideologen nicht im geringsten.

Eigentlich, so denkt man, müsste das Zeitalter der Postmoderne über derartige ideologische Frontstellungen längst hinaus sein. Und doch beklagen selbst im 21. Jahrhundert nicht wenige seriöse Komponisten, dass ihre Stücke ausgerechnet von der GEMA, der Gesellschaft für musikalische Aufführungsrechte, in zwei verschiedene Schubladen einsortiert werden: Orientieren sie sich nicht an Post-Schönberg-Modellen, so laufen sie Gefahr, das Etikett „U-Musik“ zu kassieren und damit bis zu 95 % der ihnen eigentlich zustehenden Aufführungstantiemen zu verlieren.

Einem Aufruf von „piano international“ ihres Heidelberger Kollegen Martin Münch folgend, haben nun etwa 30 Komponisten aus ganz Deutschland kurze Klavierwerke eingesandt, um sie am 4. August in Weinsberg zu einer Art Bestandsaufnahme ideologiefreien zeitgenössischen Komponierens zu bündeln. An diesem Abend (und möglicherweise noch einigen weiteren Folgekonzerten) wird sich der Dortmunder Pianist Rainer Maria Klaas einer multistilistischen Mammutaufgabe stellen: Von Neoklassizismus bis Dodekaphonik, von Postimpressionismus bis Crossover, von Badinski bis Kupkovic und von Allers bis Lohse gibt es, zum Teil in Ur- und Erstaufführungen, viel „Neues“ zu hören und zu diskutieren, nämlich „Die andere Moderne – E-Musik für Hörer“.

Datum: Sa. 4. 8. 2012, 20 Uhr • Ort: Jugendstil-Festsaal des Klinikums am Weissenhof, 74189 Weinsberg • Reihe: Concertino Weinsberg – Neckar-Musikfestival. Eintritt frei. www.neckar-musikfestival.de

Es erklingen Werke von Koch, Münzer, Cyz, Denhof, Dornheim, Hartl, Badinski, Zemtsov, Adam, Heidtmann, Heller, Christian Münch, Haeder, Lutter, Medek, Rohwer, Kupkovic, Radermacher, Lohse, Birken, Rabinski, Suitner, Kern, Stendel, Wick, Ficklscherer, Allers und Martin Münch.

Das Ereignis wurde im Rahmen des Neckar-Musikfestivals jährlich wiederholt.