

Was heißt “Reine Stimmung”?

Peter Neubäcker

Der Vortrag, den ich heute abend halte, ist der erste Teil eines Symposiums über “Reine Stimmungen”, das wir morgen noch fortsetzen - aber dieser Vortrag kann auch ganz unabhängig davon gesehen werden. Es geht heute abend um die Frage: Was ist überhaupt “Reine Stimmung”? Warum gibt es so etwas, warum spricht man davon, was will man damit? Morgen wird es dann um etwas speziellere Themen gehen, wie die Fragen: Welche Aspekte gibt es zu den Reinen Stimmungen und wie kann man diese Reinen Stimmungen praktisch verwirklichen. Zunächst also die Frage: Was ist “Reine Stimmung”?

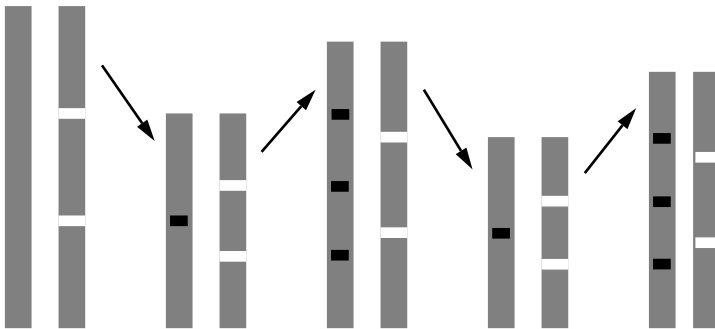
Oft wird die Frage nach der Stimmung gar nicht gestellt. Für jemanden, der beispielsweise Klavier spielt, ist es einfach so: Da gibt es die schwarzen und weißen Tasten und man spielt eben darauf, richtig oder falsch, wie man es gelernt hat. Wenn einem die Stimmung nicht mehr gefällt, sagt man: das Klavier muß wieder gestimmt werden, und dann kommt der Klavierstimmer und stimmt es neu. Dabei wird angenommen, daß das Klavier entweder “richtig” gestimmt oder eben verstimmt ist - daß es mehrere oder sogar viele “richtige” Stimmungen geben kann, ist den meisten Musikern nicht bewußt. (Oder eigentlich, im Falle des Klaviers, gar keine “richtige” Stimmung, sondern nur einen für den gegebenen Zweck geeigneten Kompromiß - aber das werden wir später sehen.)

Anders ist es beispielsweise, wenn jemand indische Musik lernt: Da erfährt er, daß ein Ton, der auf unserem Klavier durch eine bestimmte Taste repräsentiert ist, in einem bestimmten Zusammenhang, etwa in einem bestimmten Raga, etwas höher genommen werden muß, und in einem anderen etwas tiefer. Hier ist also “richtig” und “falsch” eine Frage des Zusammenhangs, in dem ein Ton steht. Und eigentlich ist es in unserer Musik auch so - nur daß bei uns die Aufmerksamkeit dafür meistens nicht so bewußt ausgebildet wird. Wir wissen, daß die Oktave zwölf Töne hat, und irgendwie kommen wir damit zurecht und es gefällt uns, oder es gefällt uns weniger. Die Stimmung ist einfach etwas Vorgefundenes, bei dem man sich nicht viele Gedanken macht, ob es so sein muß, oder ob es auch anders sein kann.

Die Frage nach der "Reinen Stimmung" stellt sich also als ein ganzer Komplex von Fragen - etwa diese: Was heißt rein? Gemessen an welchem System? Gibt es einen Unterschied zwischen "rein" und "richtig"? Ist das überhaupt objektiv, oder ist es subjektiv? Warum soll die Stimmung überhaupt rein sein? Kann sie auch ganz anders sein? Ist eine Stimmung einfach eine kulturelle Konvention? Oder ist sie etwas, das von Natur aus gegeben ist? Ich will vielleicht schon einmal vorgreifen insoweit, daß ich formuliere: In dem Bereich, wo man von "richtig" spricht, hat man es mit einem System zu tun, das in einem Kontext von Kultur und Konvention steht - dieses hat einen subjektiven Charakter. In dem Bereich dagegen, wo man von "rein" spricht, hat man es mit einem System zu tun, das in einem Kontext von Gehörsphysiologie und den physikalischen und mathematischen Wesensgrundlagen der Musik steht, das also von Natur aus gegeben ist und einen objektiven Charakter hat. Über diesen zweiten Bereich will ich heute abend hauptsächlich sprechen.

Stellen wir uns also zunächst einmal die Frage: Was ist überhaupt ein Tonsystem? Diese Frage ist schon uralt. Und das älteste Tonsystem, von dem ich weiß, und von dem auch genau überliefert ist, wie es entsteht, ist ein altchinesisches System. Von der chinesischen Überlieferung ist ja sehr viel zerstört worden, da gab es mehrere Bücherverbrennungen im Laufe der Zeit. Es ist aber auch Einiges überliefert worden, und das Wesentliche für unseren Zusammenhang steht beispielsweise in dem Buch *"Frühling und Herbst des Lü Bu We"*. Da wird erzählt, wie ein sagenhafter Kaiser der Vorzeit seinen Musikmeister beauftragt, die Musik zu normieren, die Musik zu finden - das System der Musik irgendwie aus der Natur zu holen, könnte man sagen. Und dieser Musikmeister geht dann in die Berge, wo der Gelbe Fluß entspringt. Er schneidet einen Bambus zwischen zwei Knoten durch, bläst da hinein und sagt: *"Das stimmt."* Dieser Ton stimmte überein mit seiner Stimme, wenn er ohne Affekt sprach und stimmte überein mit dem Rauschen der Quelle des Gelben Flusses, der dort entsprang. Dann, wie er darüber in Betrachtung versank, kam der Vogel Phönix mit seinem Weibchen. Die beiden haben ihm dann 12 Töne vorgesungen, nämlich 6 Töne vom Phönix-Männchen und 6 weitere Töne vom Phönix-Weibchen. Es gab also männliche und weibliche Töne, Yin- und Yang-Töne. Dann hat er sich nach diesen Tönen weitere Bambuspfeifen geschnitten und hat sie mit nach Hause gebracht, an den Kaiserhof. Dort wurden dann Glocken gegossen und das Ganze war dann das musikalische System.

Später wurde dann beschrieben, wie dieses System ausgeschaut hat. Das war nämlich ganz genau festgelegt, es war also mathematisch beschrieben, wie dieses System entstanden ist. Und die Anweisung lautet einfach so: Ich nehme eine Bambusröhre von gegebener Länge - ich zeichne sie hier einmal auf - und von dieser Bambusröhre nehme ich ein Drittel weg; damit bekomme ich die Länge der nächsten Bambusröhre. Die folgende Bambusröhre finde ich dadurch, daß ich diese wieder drittele, jetzt aber nicht ein Drittel wegnehme, sondern von diesen Dritteln eines dazugebe. Das ist natürlich nicht das Gleiche, wie wenn ich das ursprüngliche Drittel der ersten Röhre dazugebe - die dritte Röhre ist also etwas kürzer als die erste. Jetzt geht es aber genauso weiter wie vorher, ich drittele nämlich wieder die neue Röhre und nehme das eine Drittel wieder weg, und so geht es abwechselnd - immer ein Drittel wegnehmen und von der neuen Länge ein Drittel dazugeben. So könnte man theoretisch unendlich weiter machen, aber wir zeichnen es hier einmal bis zur fünften Röhre. Man hat also immer abwechselnd eine kleinere und eine größere Röhre, und insgesamt geht das Ganze langsam runter.

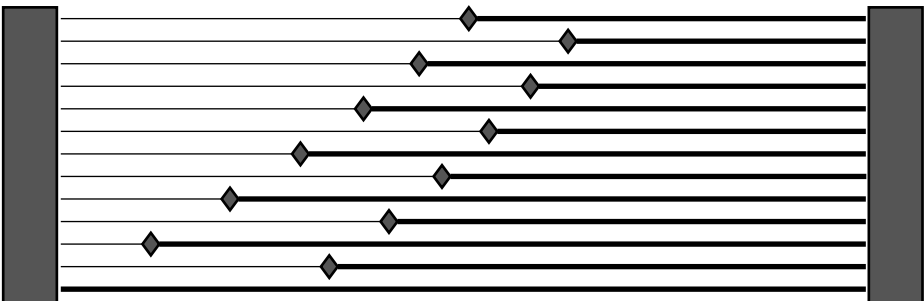


Die Frage ist nun: Warum nehme ich einmal ein Drittel weg und gebe dann im anderen Fall wieder ein Drittel dazu? Das ist zunächst einmal so aus dem ganz pragmatischen Grund, daß die Röhren sonst sehr schnell zu kurz werden würden und ich dann mit einer winzigen Röhre schließlich aufhören würde, die auch kaum noch einen Ton von sich gäbe. Man will also, daß das nicht zu schnell zu kurz wird. Die nächste Frage ist dann aber: Was berechtigt uns - wenn wir eigentlich immer ein Drittel wegnehmen wollen - in dem einen Fall dann wieder ein Drittel von der Nächsten dazuzugeben? Schauen wir uns einmal an, worin der Unterschied liegt, ob ich ein Drittel wegnehme oder dazugebe: Wir haben also im einen Fall $3/3 - 1/3 = 2/3$, im anderen $3/3 + 1/3 = 4/3$.

Das Ergebnis ist also im ersten Fall $2/3$, im zweiten $4/3$ - das heißt, das Ergebnis der zweiten Operation ist genau doppelt so groß wie das der ersten.

Hier kommen wir zu einem Grundphänomen: Ich habe hier eine Monochordsaite, und unter diese Saite stelle ich genau in der Mitte einen Steg drunter, halbiere also die Saite. Wenn wir uns nun anhören, wie die ganze Saite im Verhältnis zu ihrer Hälfte klingt, so haben wir das, was man musikalisch eine Oktave nennt. Diese Operation der Zahl *Zwei* - mathematisch die einfachste Operation, die ich durchführen kann, die Halbierung oder Verdoppelung - führt uns also zu einem äußerst merkwürdigen musikalischen Erlebnis: ich bekomme zwei Töne, von denen ich den Eindruck habe, es seien die Gleichen, obwohl sie eine ganz verschiedene, sogar recht weit auseinanderliegende Tonhöhe haben. So bezeichnen wir ja alle Töne, die Oktavabstände haben, mit dem gleichen Tonnamen, beispielsweise C. Und weil das so merkwürdig ist und gleichzeitig so einfach, sind wir kaum in der Lage, uns darüber zu wundern.

Und genau dieses Phänomen nun ist der Grund dafür, daß wir berechtigt sind, bei unseren Bambusröhren in dem einen Fall $1/3$ wegzunehmen, im anderen aber $1/3$ dazuzugeben. Ob ich eine gegebene Länge verdoppele oder halbiere führt im Prinzip zum selben Ton, also zu dem Ton, den ich mit demselben Namen belege. Die Operation, die hier in diesem chinesischen System beschrieben ist, beruht also auf nichts anderem als auf der Zahl *Drei*, wobei die *Zwei* vorausgesetzt ist. Also, die Zahl *Zwei* ist eine Selbstverständlichkeit oder das Urphänomen, und die Zahl *Drei* - eben diese Drittelung - ist das nächste Urphänomen, das uns nämlich das Intervallerlebnis gibt, was wir musikalisch eine Quinte nennen. Ich habe hier auf dem Monochord einmal diese Saitenlängen eingestellt, die sich ergeben, wenn ich die Anweisung aus dem chinesischen System weiterführe: *(Die dicker gezeichneten Teile der Saiten sind die klingenden Teile)*



Hier habe ich also diese Anweisung insgesamt 12 mal ausgeführt, und ich bekomme dann diese Folge von Tönen - hören wir uns einmal an, wie das jetzt klingt:



Bemerkung zur Notendarstellung der Töne in der schriftlichen Form des Vortrags: Es ist eigentlich völlig falsch, die Töne in diesem Zusammenhang als Noten darzustellen, da das ja voraussetzen würde, daß die Noten und das Tonsystem schon existieren. In Wirklichkeit handelt es sich aber um die Demonstration von Phänomenen, die vor und völlig unabhängig von jedem Tonsystem existieren. Es geht im Vortrag um das Erleben des reinen Phänomens außerhalb jedes kulturell-musikalischen Zusammenhanges. Auch der Grundton C ist willkürlich gewählt. Die Noten dienen also hier nur dazu, daß der Leser sich etwa an einem Klavier diese Töne vorspielen kann, um einen Eindruck des Gemeinten zu bekommen, dann aber am besten sofort zu vergessen, daß er die Töne den Noten entnommen hat. Auch stimmt der Eindruck der notierten und am Klavier gehörten Töne nicht völlig mit dem aus der Saitenteilung überein, da das Klavier etwas anders gestimmt ist. Am besten wäre es also, den Vorgang auf einem Monochord nachzuvollziehen.

Die Frage ist nun: Wie weit geht das? Kann man das unbegrenzt weit machen? Theoretisch kann man das natürlich. Ich habe hier aber nach 12 solchen Schritten aufgehört, und das aus einem bestimmten Grund: Hören wir uns doch einmal an, wie die verschiedenen Intervalle klingen, die sich durch diese Operation ergeben haben. Dazu schlagen wir immer eine andere Saite an zusammen mit dem Grundton, der ganzen Saite. Wir stellen fest, daß wir bei jedem Zusammenklang ein anderes Hörerlebnis haben, jeweils verschiedene Intervallqualitäten wahrnehmen. Schlagen wir aber die dreizehnte Saite an, so haben wir den Eindruck, wieder den Grundton zu hören, der nur eine Oktave höher erklingt - außerdem ist er aber auch etwas verstimmt. Während wir also zunächst zwölf verschiedene Intervallqualitäten erleben, haben wir beim dreizehnten Ton das Erlebnis, daß sich hier nichts Neues

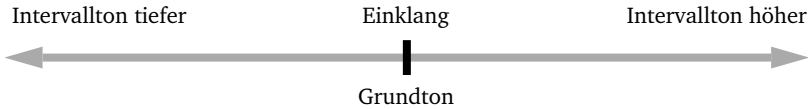
ergibt, sondern sich die Qualitäten wiederholen: Es schließt sich ein Kreis. Das heißt, wie wir gehört haben, schließt er sich nicht ganz, denn der dreizehnte Ton ist gegen die Oktave des Ausgangstones etwas verstimmt, und das liegt nicht daran, daß ich das Monochord nicht sauber eingestellt habe, sondern es liegt mit Notwendigkeit im System. Man könnte also sagen, daß sich der Kreis auf der musikalisch-qualitativen Ebene schließt, nicht aber mathematisch-quantitativen. Um das Ganze auch noch von der rechnerischen Seite her zu verdeutlichen: Wir haben die Längen der Saiten oder Bambusrohre ja bekommen, indem wir fortlaufend durch 3 geteilt haben und die Saiten dann durch Oktavieren, also Vervielfachen mit 2 oder 4 wieder auf eine brauchbare Länge gebracht haben. Wir können die Saitenlängen also durch Brüche darstellen, in deren Nenner fortlaufend die Potenzen von 3 stehen, und deren Zähler die ausgleichenden Potenzen von 2 sind:

Potenz-Verhältnis	$\frac{2^0}{3^0}$	$\frac{2^1}{3^1}$	$\frac{2^3}{3^2}$	$\frac{2^4}{3^3}$	$\frac{2^6}{3^4}$	$\frac{2^7}{3^5}$
Bruch	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{128}{243}$
Monochord 120 cm	120	80	106.66	71.11	94.81	63.20

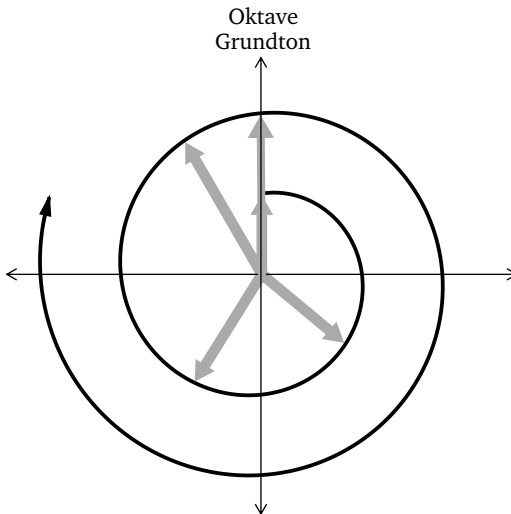
$\frac{2^9}{3^6}$	$\frac{2^{10}}{3^7}$	$\frac{2^{12}}{3^8}$	$\frac{2^{13}}{3^9}$	$\frac{2^{15}}{3^{10}}$	$\frac{2^{16}}{3^{11}}$	$\frac{2^{18}}{3^{12}}$
$\frac{512}{729}$	$\frac{1024}{2187}$	$\frac{4096}{6561}$	$\frac{8192}{19683}$	$\frac{32768}{59049}$	$\frac{65536}{177147}$	$\frac{262144}{531441}$
84.27	56.19	74.92	49.94	66.59	44.39	59.19

In der unteren Reihe haben wir hier die Saitenlängen, die ich auf dem Monochord eingestellt habe. Wir sehen beim letzten Schritt, daß sich hier eine Saitenlänge von 59.19 cm ergibt - diese letzte Saite ist also um etwa 8 mm kürzer als die Oktave mit 60 cm. Wir hören diesen Unterschied als eine Verstimmung der Oktave, nicht aber als eine neue Qualität, so wie wir es bei den vorhergehenden Schritten erlebt haben.

Wir wollen uns jetzt das Ganze noch einmal graphisch veranschaulichen. Dazu müssen wir uns überlegen, wie wir diese Gegebenheiten sinnvoll aufzeichnen können. Zunächst einmal gibt es die Möglichkeit, den Abstand eines Tones von einem anderen, also des Intervalltones von dem Grundton, einfach linear darzustellen:



Hier haben wir also einfach den physikalischen Abstand des einen Tones zum anderen. Unser Erleben ist aber anders: Wenn sich ein Ton kontinuierlich vom anderen entfernt, so erleben wir das zwar zunächst als Entfernung - wenn sich aber der zweite Ton der doppelten Frequenz des ersten annähert, erleben wir ein Zurückkehren zum ersten Ton, was wir eben als das Erlebnis der Oktave bezeichnen. Durch die Oktave oder die Zahl *Zwei* wird also der Tonraum zyklisch strukturiert. Wir erleben also, indem der zweite Ton kontinuierlich steigt, immer andere Intervallqualitäten, die sich aber auch immer wiederholen, wenn die Schwingungszahl das Doppelte der vorherigen erreicht. Um das graphisch darzustellen, müssen wir eine zweite Dimension einbeziehen, die Richtung:



Der kontinuierlich steigende Ton ist hier durch eine Spirale dargestellt - die Länge der Pfeile zeigt uns wie in der vorigen Darstellung die absolute Entfernung des Intervalltones vom Grundton an - zusätzlich hat der Pfeil aber auch eine Richtung, die die Qualität unseres Erlebens dieses Intervalls angibt. So geben die Richtungen der Pfeile in dieser Zeichnung etwa das Erlebnis des Quinthaften, des Terzhaften, des Septimhaften usw. an, wobei hier noch nicht definiert ist, wie die Richtung genau mit dem Intervallerlebnis zusammenhängt. Fragen wir uns also als nächstes, welche Richtungen in diesem Kreis genau welchen Intervallqualitäten entsprechen. Dabei sollen gleiche Winkel natürlich auch gleichen Intervallen entsprechen. Untersuchen wir das zunächst für die Quinte, das Verhältnis 3:2. Wir könnten zunächst vermuten, daß die Quinte im Kreis genau gegenüber dem Grundton bei 180° liegen muß, da $3:2 = 1.5$ ist, dieser Wert also genau zwischen 1 und 2 liegt. Wir sehen aber auch gleich, daß das nicht richtig sein kann: Dann müßte das Ergänzungsintervall der Quinte zur Oktave ja auch wieder eine Quinte sein, weil der entsprechende Winkel auch wieder der halbe Kreis wäre - wir wissen aber, daß nicht die Quinte selbst, sondern die Quarte 4:3 die Ergänzung zur Oktave ist. Der richtige Winkel für die Quinte muß also etwas größer als 180° sein, damit gleiche Winkel gleichen Intervallerlebnissen entsprechen. Wie groß aber muß dieser Winkel sein? Schauen wir uns dazu noch einmal an, wie die Frequenzen, die Schwingungsverhältnisse zweier Töne mit dem Intervallerlebnis zusammenhängen. Bei der Oktave schaut das also so aus:

1	=	2^0	Grundton	
2	=	2^1	1.Oktave	
4	=	2^2	2.Oktave	
8	=	2^3	3.Oktave	usw.

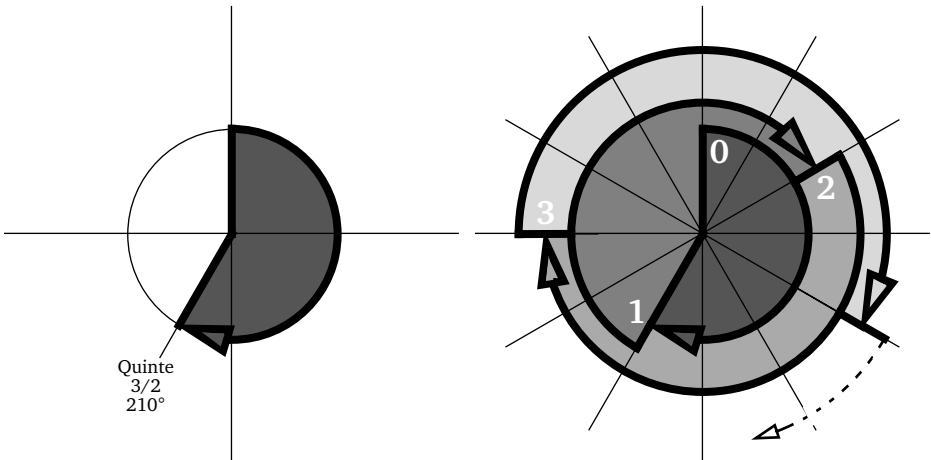
Wir sehen also, daß auf der linken Seite die Zahlen stehen, die die immer wieder verdoppelten Schwingungszahlen repräsentieren - auf der rechten Seite dagegen wird unser qualitatives Erlebnis der aufeinanderfolgenden Oktaven durch die Potenzzahlen der Zwei angezeigt - was in unserem Kreis die Zahl der Umläufe entspricht, also die Vielfachen von 360° . Das bedeutet, daß wir, um den richtigen Winkel für die Quinte zu finden, uns fragen müssen, mit welcher Zahl wir die Zwei potenzieren müssen, um zu dem Schwingungsverhältnis $3:2 = 1.5$ zu gelangen. Mathematisch ausgedrückt schaut das so aus:

$$2^{\text{Quinte}} = 1.5$$

Um den Wert für die Quinte zu finden, müssen wir beide Seiten der Gleichung logarithmieren, bekommen dann also

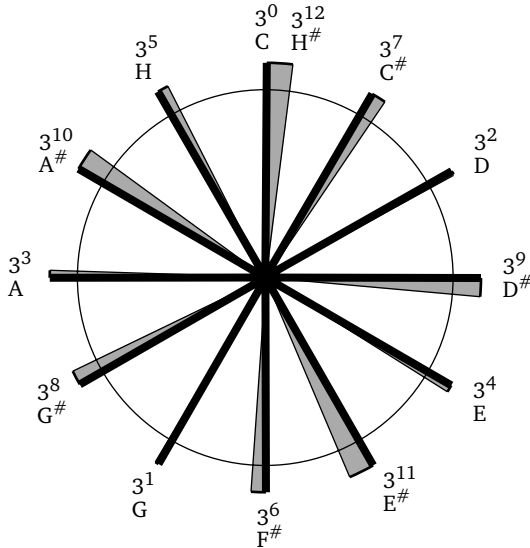
$$\begin{aligned} \log(2) \cdot \text{Quinte} &= \log(1.5) && \text{oder} \\ \text{Quinte} &= \log(1.5) / \log(2) && \text{oder ausgerechnet} \\ \text{Quinte} &= 0.176... / 0.301... \\ \text{Quinte} &= 0.5849625... \end{aligned}$$

Wir haben so also herausgefunden, daß die Richtung der Quinte in unserer Darstellung dem 0.5849625... -fachen des Kreises entspricht - also $0.5849625 \cdot 360^\circ = 210.5865^\circ$. Der Winkel der Quinte entspricht also fast genau 210° - das ist ein Vielfaches von 30° , dem Zwölftel des Kreises. Wenn wir die Quinten fortlaufend in unser rundes System der Intervallqualitäts-Richtungen eintragen wollen, müssen wir immer wieder diesen Winkel zum vorigen hinzufügen, um auf die Richtungen der weiteren Intervallqualitäten zu kommen:



Wir stellen also fest, daß die Operation der Quinte oder der Zahl *Drei* den Kreis der Intervallqualitäten in *zwölf* Richtungen teilt - man kann also sagen, die *Drei* strukturiere den Tonraum und schaffe *zwölf* Tonorte, die als unterschiedliche Intervallqualitäten erlebt werden. Wir müssen hier allerdings unterscheiden zwischen den qualitativen Richtungen der Tonorte, die ich vorher etwa als das "*Quinthaft*", "*Terzhaft*" usw. bezeichnet hatte, und auf der anderen Seite den genauen Werten dieser Tonorte, die sich aus der fortlaufenden Quintoperation $3:2$ ergeben. Ich habe nämlich bei der Zwölfteilung vernachlässigt, daß der

genaue Wert für die Quinte 210.5865° beträgt - was für die einzelne Quinte keine so große Rolle spielt, sich im System aber zu einer immer größer werdenden Abweichung addiert. Ich habe hier aufgezeichnet, wie das richtig aussehen würde:



Die dickeren Striche sind die genaue Zwölftteilung des Kreises, und die grauen Keile zeigen die Abweichung des reinen Tones, der sich durch das fortlaufende Hinzufügen der reinen Quinte 3:2 ergibt. Ich habe hier außerdem noch Tonnamen eingetragen, mit C oben als Grundton. Wir müssen uns dabei aber bewußt sein, daß die Tonnamen hier keine absolute Tonhöhe bezeichnen, also nicht etwa als Grundton der Ton C, wie er auf dem Klavier festgelegt ist, sondern einfach als beliebiger relativer Bezugston, von dem aus wir die anderen Töne leichter benennen können.

Wir sehen also, daß bei der ersten Quinte, G (3^1), die Abweichung noch relativ gering ist, bei den folgenden aber immer größer wird. Auf der Zeichnung können wir die jeweils folgende Quinte finden nach der Anweisung "gegenüber und eins weiter" - bis wir schließlich wieder oben ankommen mit einer Abweichung von fast einem Viertel des Kreiszwölftels. Ich habe hier diesen Ton auch nicht mehr als C bezeichnet, sondern als $H^\#$, was in der Folge der Quinten die richtige Bezeichnung wäre. Die-

ser Winkel entspricht also genau der Abweichung, die wir vorher in der Tabelle als Unterschied der Oktave $1 / 2$ zu den zwölf Quinten $3^{12} / 2^{18}$ gefunden haben.

Hier ist vielleicht der Ort, um ein Maß einzuführen, mit dem Intervallgrößen üblicherweise gemessen werden: das *Cent*. Wie wir gesehen haben, sind zwar einerseits die Proportionszahlen die *wesensgemäße* Beschreibung von Intervallen, andererseits brauchen wir aber ein anschauliches Maß, um Intervalle miteinander vergleichen zu können, da man den Proportionen ihr gegenseitiges Größenverhältnis in Bezug auf die Intervallwahrnehmung nicht ohne Weiteres ansehen kann. Wir haben auch gesehen, daß die gehörsmäßig richtige Vergleichung von Intervallgrößen über die Potenzierung der Zahl *Zwei* gehen muß, also ein logarithmisches Maß ist. Ein solches Maß ist das *Cent*. Die Berechnung der Cent-Größe eines Intervalls verläuft genauso wie vorher unsere Berechnung des Winkels für die Quinte im Kreis. Der einzige Unterschied besteht darin, daß man das Ergebnis nicht zu einem Kreis in Beziehung setzt, sondern daß die Oktave jetzt in 1200 Teilen ausgedrückt wird, da man von der ursprünglichen Zwölftelung der Oktave ausgeht und jedes dieser Zwölftel jetzt noch einmal in 100 Teile unterteilt - daher auch der Name *Cent*. Ein Cent ist also der zwölfhundertste Teil einer in zwölf gleich große "Halbtöne" geteilten Oktave, ausgedrückt als logarithmisches Maß in Bezug auf die Zwei als Oktavzahl. Als Formel:

$$\text{Cent} = \frac{\log(\text{Proportion})}{\log(2)} \times 1200 \quad , \text{ oder umgekehrt:}$$

$$\text{Proportion} = 2^{\text{Cent}/1200}$$

Wenn wir nun diesen Zusammenhang kennen, können wir auch berechnen, wie groß der Unterschied der 12 Quinten zum reinen Oktavton in diesem Maß ist. Den vorher gefundenen Wert von $3^{12} / 2^{18}$ oktavieren wir noch einmal, damit wir in dieselbe Oktave kommen, und erhalten so:

$$\frac{3^{12}}{2^{19}} = \frac{531441}{524288} = 1.01364326\dots$$

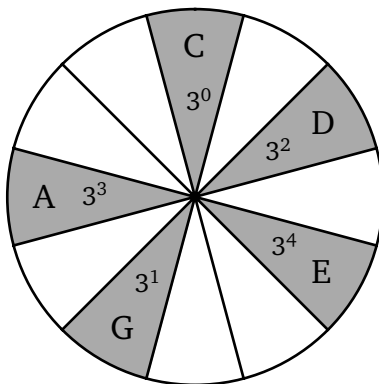
Dieser Wert ist die Proportion - wenn wir ihn nach der eben angegebenen Formel in Cent umrechnen, erhalten wir:

$$\frac{\log(1.01364326)}{\log(2)} \times 1200 = 23.46 \text{ Cent}$$

Die Differenz zwischen den 12 Quinten und der reinen Oktave beträgt also etwa 23 Cent, knapp ein Viertel eines temperierten Halbtones.

Diesen Wert von 23 Cent erleben wir aber eben nicht als eine neue Tonqualität, sondern als eine Verstimmung eines vorher schon dagewesenen Tones. Eine solche Intervalldifferenz, die durch verschiedene Berechnungsarten einer Tonstufe zustande kommt, aber selbst keine eigene Intervallqualität erzeugt, nennen wir ein *Komma* - in diesem Fall ist es das *Pythagoräische Komma*, das eben aus dem Unterschied von 12 Quinten zum Grundton entsteht. Pythagoräisch heißt es deshalb, weil das Tonsystem, das nur auf den Quinten 3:2 beruht, bei uns immer als das Pythagoräische bezeichnet wurde.

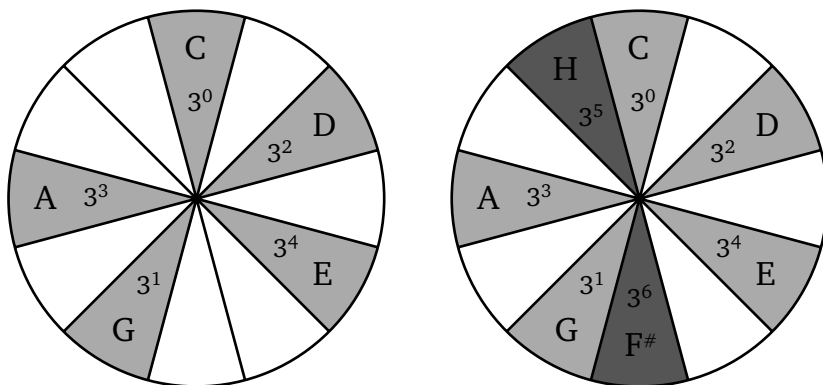
Aber kehren wir noch einmal zurück zu dem alten chinesischen Tonsystem - was ja von seiner Entstehung und Berechnung her eben dasselbe ist wie das Pythagoräische. Wir hatten ja bisher festgestellt, daß durch die fortgesetzte Dreier- oder Quintoperation die zwölf Tonorte zustande kommen - wir haben aber noch nicht näher untersucht, *welche* Töne dabei nacheinander entstehen. Ich will das hier noch einmal aufzeichnen - dazu verdrehe ich den Kreis jetzt um die Hälfte eines Abschnitts, so daß jetzt nicht die Linie, sondern der Abschnitt selbst, also der Tonort des Grundtons oben steht. Wenn ich hier also zunächst einmal die fünf ersten Töne einzeichne, die durch die Quintschritte zustande kommen, erhalte ich dieses Bild:



Wir sehen, daß diese fünf Töne den Tonraum relativ gleichmäßig aufteilen, dabei aber asymmetrisch. Tatsächlich haben die Chinesen für ihre klassische Musik bei der Aufteilung des Tonraumes hier haltgemacht und diese fünf Töne in ihrer Musik verwendet. Ich spiele einmal eine kleine improvisierte Melodie, die nur diese fünf Töne verwendet:



Obwohl das sicher keine chinesische Komposition ist, haben wir doch nur von Tonmaterial her den Eindruck, daß das irgendwie chinesisch klingt. Woran liegt das? Es liegt sicher daran, daß der Tonraum hier so aufgeteilt ist, wie wir es in der graphischen Darstellung gesehen haben. Um uns das zu verdeutlichen, setzen wir einmal diese Folge der Quinten fort - nur um zwei weitere Quinten. Wenn wir also den Tonraum so erweitern, erhalten wir dieses Bild:



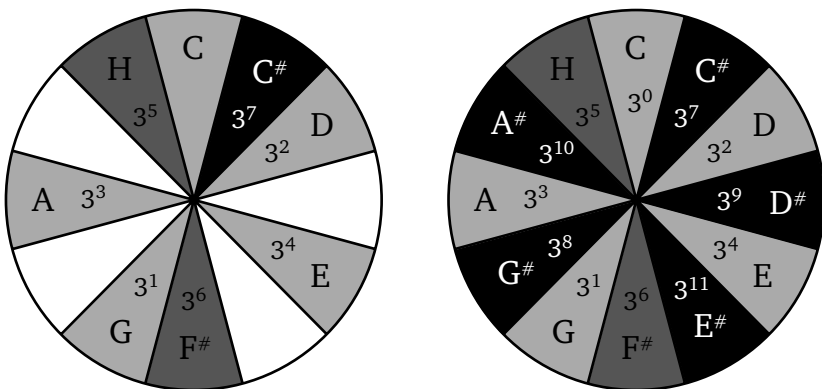
Während wir also durch die ersten vier Quinten fünf Töne erhalten hatten, zwischen denen jeweils mindestens ein oder auch zwei Tonorte Abstand liegen, bekommen wir beim nächsten Quintschritt, und bei allen weiteren, jeweils Töne, die schon vorhandenen unmittelbar benachbart sind. Bei fünf Tönen haben wir also eine Grenze des Tonsy-

stems, nach der sich eine ganz neue Qualität zeigt. Wie sich diese Qualität äußert, hören wir gleich, wenn ich noch einmal die gleiche kleine Melodie wie vorher spiele, dieses Mal aber einen Ton ändere, der der einen neu in dieses System getretenen Quinte entspricht:



Ich habe nur den vorletzten Ton verändert, und wir hören sofort, wie da eine ganz neue Qualität hereinkommt - oder die alte Qualität zusammenbricht - wie man es betrachten will. Wie kann man diese Qualitäten, dieses Hörerlebnis beschreiben? Es ist natürlich grundsätzlich sehr schwer, wenn nicht sogar unmöglich, ein solches qualitatives Erlebnis in Worte zu fassen. Wenn ich es trotzdem versuche, kann ich vielleicht sagen, daß die fünfstufige Tonleiter oder Pentatonik ein sehr offenes Gefühl beim Hören hervorruft - die Melodie steht gewissermaßen frei im Raum und will nirgends hin. Dieses Erlebnis entspricht auch dem alten taoistischen Ideal der chinesischen Philosophie, dem Ideal der heiteren Gemütsruhe. Kommen nun die Tonstufen hinzu, die den Tonraum enger füllen, so bekommt die Musik eine stärkere Ausrichtung - es entsteht ein Ziehen auf bestimmte Töne hin. Man könnte auch sagen, die Musik verliert etwas von ihrer freien Objektivität oder gewinnt menschliche Subjektivität, tritt tiefer ins Leben. Durch die neu hinzukommenden Töne wird der Tonraum dichter verbunden, das Verhältnis der Töne untereinander ist stärker bestimmt. Wir bezeichnen die durch die sieben Quinttöne entstehende Qualität auch als Leittönigkeit, die also eine deutlichere Ausrichtung in die Musik bringt.

Schauen wir uns gleich noch an, was geschieht, wenn wir nach diesen sechs Quintschritten oder sieben Tönen noch weiter gehen, also in der Folge noch weitere Quinten hinzufügen. Wir bekommen dann dieses Bild:



Wenn wir also über die Siebenzahl der Töne hinausgehen, bekommen wir mit dem nächsten Quintschritt erstmals die Situation, daß hier gleich vier Tonorte direkt nebeneinander liegen, wie wir es auf dem linken Bild sehen, und mit den weiteren Schritten wird der Tonraum schließlich ganz ausgefüllt. Bei der Fünf- und Siebenstufigkeit vorher hatten wir immer eine asymmetrische Gliederung des Tonraumes, bei der Zwölfstufigkeit dagegen ist der Tonraum gar nicht mehr gegliedert, er ist vollständig symmetrisch und damit amorph geworden. Was bedeutet das? Ein Tonsystem, das musikalisch verwendet wird, ist ein Organismus - und ein Organismus zeichnet sich dadurch aus, daß er Organe hat. Ein Organ unterscheidet sich von einem anderen dadurch, daß es eine definierte Funktion hat, wie beispielsweise das Herz eine andere Funktion und Gestalt hat als die Lunge. In einem asymmetrischen Tonsystem sind alle Intervalle auf unterschiedliche Weise aufeinander bezogen, haben daher auch eine unterschiedliche Funktion in diesem Tonsystem - ein solches asymmetrisches Tonsystem hat also die Eigenschaften eines Organismus. Bei der Zwölfstufigkeit dagegen sind die Funktionen der verschiedenen Tonstufen nicht mehr unterschieden - daher hat dieses System auch nicht mehr die Eigenschaft eines Organismus, sondern ist nur als potentielle Matrix von Tonorten für konkret sich darin bewegend Töne zu verstehen.

Diese Eigenschaft läßt sich etwa vergleichen mit dem Verhältnis von Tierkreis und Planeten: Der Tierkreis gibt nur die zwölf qualitativen Raumrichtungen an, in denen sich die Planeten aufhalten können - die greifbare und beschreibbare Verwirklichung der jeweiligen Zeitqualität

ergibt sich aber immer erst durch das konkrete Vorhandensein der Planeten in diesem Bezugssystem. Genauso haben es die Chinesen in ihrem Tonsystem auch verstanden: Ich hatte ja ganz zu Anfang erzählt, daß der Musikmeister, der ausgesandt wurde, um das Tonsystem zu finden, die zwölf Töne des Phönix-Paares mitgebracht hatte, und daß diese Töne dann als Glocken gegossen wurden. Wenn die Chinesen nun in ihrer klassischen Musik nur jeweils fünf Töne verwendet hatten, was war dann mit den übrigen Tönen in dem Zwölfersystem?

Tatsächlich hatten die Chinesen die Zwölftteilung des Tonraumes als abstrakten Tonvorrat verstanden, die dann auch der Zwölftteilung des Tierkreises und des Jahreslaufs durch den Mond zugeordnet wurde. Aus diesem Tonvorrat wurden in jedem Monat fünf Quinttöne herausgenommen und mit ihnen musiziert. Im nächsten Monat wurden diese Töne gewissermaßen wieder in das System zurückgelegt und der nächste Grundton des Monats gewählt, auf den die fünf Töne dieses Monats aufgebaut wurden. Hier tauchte aber ein Problem auf: Die musikalischen Töne, mit denen die konkrete Musik gemacht wurde, waren natürlich die Töne, die sich aus jeweils aufeinanderfolgenden reinen Quinten 3:2 ergeben. Wenn diese Töne im Zwölfersystem verwirklicht werden, so bekommen wir ein System, das sich nicht schließt, wie wir vorher gesehen haben - die Folge der reinen Quinten geht nicht im Oktavkreis auf. Wären die konkret musikalisch verwendeten fünf Töne identisch mit denen aus dem Zwölfersystem des Jahreskreises, so würde der Tonkreis als Ganzes mit jedem Jahr etwas höher wandern. Was haben die Chinesen also gemacht? Sie haben das Tonsystem temperiert. Das heißt, sie haben die zwölf Quinten des Jahreskreises alle um ein winziges Stück kleiner gemacht, also um ein Zwöftel des Kommas, das wir vorher berechnet haben, so daß sie nach dem Umlauf dieser zwölf Quinten wieder auf dem Ausgangston ankamen. Mit diesem temperierten Quintensystem wurde aber nicht die wirkliche Musik gemacht - es diente nur als abstrakte Grundlage, gewissermaßen als geistige Matrix, die mit dem Jahreskreis in Übereinstimmung gebracht wurde, und aus der die physischen Töne als reine Intervalle dann herausgenommen wurden. Wir haben also hier in der alten chinesischen Kultur, Hunderte von Jahren bevor dieser Gedanke bei uns auftauchte, erstmals einen bewußten Umgang mit der Problematik des Tonsystems und den Gedanken der Temperierung. Wichtig ist hier jedoch zu sehen, daß diese Temperierung sich nicht auf die praktische Musik auswirkte, sondern nur die Folge des Erkennens mathematisch-geistiger Zusammenhänge war.¹

1. Näheres dazu auch in dem Beitrag von Horst-Peter Hesse in diesem Buch.

Verlassen wir jetzt die alte chinesische Kultur und schauen wir, wie sich die entsprechenden Zusammenhänge bei uns im Abendland dargestellt haben. Dazu ist zunächst einmal nicht viel Neues zu sagen. Dasselbe System, das ich jetzt die ganze Zeit beschrieben habe, war auch den Griechen bekannt. Es ist verbunden mit dem Namen von Pythagoras, der etwa um 500 v. Chr. gelebt hat. Von ihm wurde gesagt, daß er dieses Tonsystem beschrieben habe, und seit dieser Zeit war dieses System bei uns fast 2000 Jahre, also etwa bis zum Jahr 1500, das gültige System der Musiktheorie. Es haben zwar auch schon einige griechische Musiktheoretiker kurze Zeit nach Pythagoras weitere Möglichkeiten von Tonsystemen beschrieben, die sich aber in der praktischen Musik bei uns nicht verwirklicht hatten. Wenn ich sage, in der Musik bei uns, so heißt das: soweit wir die Quellen über Musiktheorie und -praxis in der abendländischen Kultur zurückverfolgen können - und das ist eigentlich erst ab dem Mittelalter möglich. Die Musiktheoretiker des Mittelalters haben sich auch praktisch ausschließlich auf die griechischen Philosophen und Musiktheoretiker berufen. Über die Altgriechische Musikpraxis wissen wir ja leider recht wenig.

Unsere Musik bis 1500 beruht also ebenso wie die chinesische auf dem System der reinen Quinten, die in ihrer Aufeinanderfolge ein Tonsystem ergeben. Der wesentliche Unterschied zum chinesischen System ist bei uns, daß die abendländische Musik nicht nur bis zum System der *fünf* Quinttöne gegangen ist, sondern - wohl schon immer, soweit wir es zurückverfolgen können - die Folge der *sieben* Quinttöne verwendet hat. Wir haben ja gesehen, daß diese Zahlen von fünf und sieben Tönen keine beliebige Anzahl sind, sondern daß sich in der Aufteilung des Tonraumes genau bei diesen Zahlen ein Qualitätssprung ergibt durch die Dichte der aufeinander bezogenen Töne. Wir hatten auch gehört, wie sich diese Qualitätssprünge seelisch darstellen, und es sicher ein Ausdruck von Kultur- und Geisteshaltung, daß die chinesische Kultur das fünfstufige System als Ideal hatte, bei dem wir den Eindruck von heiterer Ruhe festgestellt haben, die abendländische dagegen das siebenstufige, das uns das Erlebnis von etwas stärker Gefärbtem und Geformtem vermittelt hat, das auch mehr vom Element der Absicht und des Wollens in sich trägt.

Es war also die Zahl *Drei*, die das ganze musikalische System aufgebaut hat - und die Zahl *Drei* ist auch die einzige, die das in dieser Weise kann. Die weiteren Zahlen fügen zu diesem System nur weitere Differenzierungen, weitere Aspekte hinzu, wie wir später noch sehen werden. Das spielte natürlich auch für die Philosophie und die Theologie

eine wichtige Rolle, daß die ganze Musik auf einem einzigen Entstehungsprinzip beruhte - und daß es dazu noch die Zahl *Drei* war, war unter dem Gesichtspunkt der christlichen Trinität auch ein wesentliches Element. Der Gedanke der Entstehung der Musik aus einem einzigen Schöpfungsprinzip trug natürlich auch dazu bei, daß diese Art von Musik von "offizieller" Seite, also von der Einheit von Theologie und Philosophie, gefördert und gepflegt wurde.

Hören wir uns einmal ein Beispiel an von dieser Musik, die auf der Zahl *Drei* beruht. Es stammt von Perotinus aus der Notre-Dame-Schule in Paris, aus der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts.

Musikbeispiel: "Viderunt omnes" von Perotin, gesungen vom Hilliard Ensemble, ECM Records.

Diese Musik scheint mir eine sehr deutliche Verwirklichung dessen, was in diesem Tonsystem der *Drei* liegt. Damit verlassen wir die Zeit der *Drei* - und hören uns vielleicht gleich ein weiteres Stück an, das eine neue Qualität repräsentiert, die etwa ab 1500 auftaucht - solange uns diese Musik von der Zeit vorher noch im Ohr ist, um die Qualitäten besser vergleichen zu können.

Musikbeispiel: "Sicut ovis ad occisionem" von Carlo Gesualdo, aus "Tenebrae Responsories for Holy Saturday", gesungen von den Tallis Scholars, Gimell Records.

Ich glaube, es war sehr deutlich zu hören, daß diese Musik eine ganz andere Qualität hat als die aus dem vorigen Beispiel - daß hier ein ganz neues Element hinzugekommen ist. Kann man irgendwie in Worten ausdrücken, was da anders ist? Ich meine das jetzt nicht auf eine formale Weise, wie es etwa ein Musikwissenschaftler machen würde, der die beiden Kompositionen miteinander vergleicht. Ich meine eher das Empfinden, das sich vom einen Stück zum anderen ganz grundsätzlich unterscheidet. Um dem näher zu kommen, kann man vielleicht nur Bilder gebrauchen: Für mich hat die frühere Komposition etwas von einem gotischen Dom, der vor allem in die Höhe strebt, auch etwas Kristallines, wie wenn die Musik sich in einem Kristallgitter bewegen würde. Insgesamt auch etwas mehr Objektives als die spätere Komposition - diese spätere hat eher etwas von organischem Leben, weniger Mineralisches, weniger Strenge. Das sind natürlich alles sehr merkwürdige Beschreibungen für diese musikalischen Eindrücke - außerdem sind sie auch recht subjektiv gefärbt, obwohl ich nur versuche, etwas Vorhandenes zu beschreiben, seine Gestalt zu erfassen. Es *gibt* eine Aussage, die

den Unterschied zwischen den beiden Kompositionen absolut gültig erfaßt - aber sie ist so abstrakt, daß ich bezweifle, ob sie jemandem etwas sagt. Die Aussage würde lauten: Der Unterschied liegt in der Zahl *Fünf*. Im ersten Fall ist es die Abwesenheit, im zweiten die Anwesenheit der *Fünf*, die uns die Musik so verschieden erleben läßt.

Aber nach dem, was ich jetzt schon erzählt habe, kommt uns diese Aussage vielleicht nicht mehr ganz so absurd vor, denn wir haben schon gehört und erlebt, daß die Zahlen tatsächlich etwas "tun". Die Zahl *Zwei* hat das Phänomen und Erlebnis der Oktave erzeugt, und die *Drei* das Erlebnis der Quinte und dabei auch schon den Tonraum strukturiert. So ist es anzunehmen, daß auch die weiteren Zahlen musikalisch neue Erlebnisqualitäten hervorbringen. Fragen wir uns vielleicht zunächst, welche weiteren Zahlen dafür überhaupt in Frage kommen. Wir sind bis jetzt bis zu *Drei* gekommen, und die nächste Zahl wäre die *Vier*. Was tut die *Vier*? Das können wir schon beantworten, ohne sie näher zu untersuchen: Sie tut nämlich gar nichts Neues - die *Vier* ist die Verdoppelung der *Zwei*, erzeugt also einfach wieder eine weitere Oktave des Grundtones. Das Entsprechende können wir auch von der *Sechs* sagen: Da sie nur eine Verdoppelung der Zahl *Drei* ist, erzeugt auch sie nichts Neues, sondern ist eine Oktavwiederholung der Quinte. Ähnlich, wenn auch nicht ganz so offensichtlich, ist es mit der Zahl *Neun*: Obwohl sie keine Oktave eines schon dagewesenen Tones darstellt, bringt sie doch keine neue Intervallqualität, da sie aus 3×3 zusammengesetzt ist - also die Quinte über der Quinte ist - und sie ist uns ja in der Quintenfolge als 3^2 auch schon begegnet. Wir stellen also fest, daß eine neue Qualität, ein neues musikalisches Erlebnis nur die Zahlen bringen können, die sich nicht durch Multiplikation aus anderen Zahlen zusammensetzen lassen - also die Primzahlen. Und die nächste Primzahl in der Zahlenreihe ist eben die *Fünf*, und folgerichtig hat eben diese Zahl auch in der Musikgeschichte die nächste große Rolle gespielt.

Dabei stoßen wir aber auf eine weitere Frage: Wir hatten ja gesehen, daß durch die fortgesetzte Operation der Zahl *Drei* der musikalische Erlebnisraum mit den zwölf Tonorten bereits ausgefüllt ist. Was soll also noch Neues dazukommen? Aber hören wir uns vielleicht zunächst einmal an, was es für ein Intervallerlebnis ist, das die Zahl *Fünf* hervorbringt. Ich stelle diese Zahl einmal auf dem Monochord ein - das heißt, ich nehme ein Fünftel der ganzen Saite, und zur besseren Vergleichbarkeit mit dem Grundton nehme ich das Vierfache davon, oktaviere die *Fünf* also in die Nähe zum Grundton. Bei der Saitenlänge des Monochords von 120 cm wären diese vier Fünftel also 96 cm. Hier stelle

ich also den Steg unter, und wir hören uns das einmal an: Die ganze Saite zusammen mit dem neuen, durch die *Fünf* erzeugten Ton...² Tatsächlich hat dieses Intervall eine ganz neue Erlebnisqualität, die wir noch deutlicher erleben, wenn wir sie einmal mit der vorher durch das Verhältnis 2:3 entstandenen Quinte vergleichen... Diese neue Qualität nennen wir musikalisch die Große Terz, oder von einem als Grundton gedachten *C* aus wäre das ein *E*.

Jetzt wird man vielleicht einwenden wollen: Was ist denn daran Neues? Wir hatten doch vorher in der Folge der Quinten auch schon eine Große Terz oder das *E* über dem *C* - es waren durch die *Drei* doch schon alle Tonorte entstanden! Das ist natürlich richtig - und doch nicht richtig. Was hier hinzukommt, ist eine neue musikalische Dimension: Die Terz war vorher schon da, aber nur als ein Ton der Leiter unter allen anderen, und jetzt übernimmt sie eine ganz neue spezifische Funktion. Wir wollen uns einmal anschauen, wie das gemeint ist. Vorher war die Terz also entstanden als Ergebnis der Folge von vier Quinten, gewissermaßen als Nebenprodukt und Glied in einer Reihe:

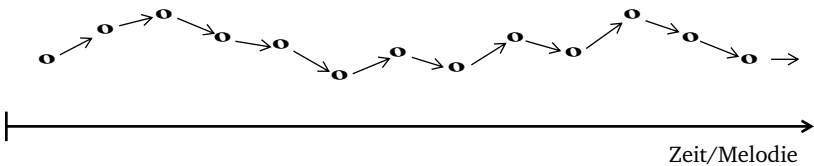
C	—	G	—	D	—	A	—	E
3^0		3^1		3^2		3^3		3^4
1		3		9		27		81

Diese Reihe könnte so weiter gehen - die Terz tritt in ihr nur irgendwo auf und ist nicht besonders ausgezeichnet. Anders ist es bei der neuen Terz, die wir durch die Zahl *Fünf* gefunden haben: Sie steht in einem bestimmten, aus sich selbst definierten Zusammenhang mit den anderen Intervallen oder Tonzahlen ihrer Umgebung, hat im Organismus der Tonzahlen eine ganz bestimmte Funktion. Das können wir uns verdeutlichen, wenn wir ihren Ort in der Folge der natürlichen Zahlen oder der Obertonreihe näher betrachten. Ich zeichne dazu die Zahlen einmal in dieser Weise auf:

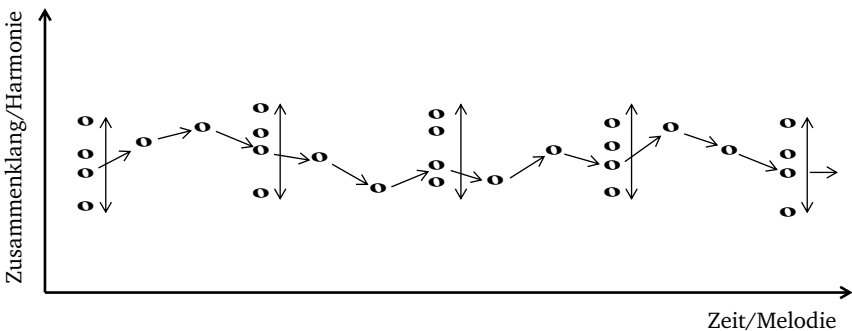
2		:		3
4	:	5	:	6
C		E		G

2. Die Punkte ... bedeuten im Folgenden, daß im Vortrag das erwähnte Intervall u. ä. vorgespielt wurde.

Die Zahlen die hier untereinander stehen, haben zueinander ein Oktavverhältnis, sind also eigentlich der gleiche Ton. Man könnte auf diese Weise alle natürlichen Zahlen so aufschreiben, wie sie musikalisch durch die Zweierpotenzen oder Oktaven geordnet werden. 2:3 ist eine Quinte, 4:6 ist "dieselbe" Quinte. Der Unterschied liegt darin, daß die *Drei* unmittelbar auf die *Zwei* folgt, in der nächsten Oktavstufe aber auf die *Vier* die *Fünf* folgt - man könnte also sagen, die *Fünf* "trete in die vorher leer gewesene Quinte hinein". Dadurch definiert sie auch selbst ihre Funktion: die Quinte mit einer neuen Erlebnisqualität zu "füllen". Diese Funktion wird vor allem hörbar im Zusammenklang - und wenn wir uns einmal anhören, wie dieses 4:5:6 klingt..., stellen wir fest, daß es das ist, was wir musikalisch als einen Dreiklang, einen Dur-Dreiklang bezeichnen. Und diese neue Funktion der Terz, die durch die Zahl *Fünf* entsteht, ist es auch, die sich in der Musik etwa ab 1500 durchsetzt - mit einer Terzen-Euphorie, die wir uns heute nur noch schwer vorstellen können, weil für uns der Dreiklang zu etwas so Gewöhnlichem geworden ist, daß wir ihn jetzt oft schon musikalisch als allzu trivial ablehnen. Die *Fünf* hat tatsächlich der Musik eine neue Dimension gegeben, und das kann man sogar ganz wörtlich verstehen:



In der älteren Musik hatte die Melodie die eigentliche Rolle gespielt - der Verlauf der Musik in der Zeit, die Folge der Töne in ihrem Nacheinander, der horizontale Aspekt. Die neue Dimension, die durch die *Fünf* hinzugekommen ist, ist das Beachten des Zusammenklanges der Töne zur gleichen Zeit - die Harmonie, der vertikale Aspekt:



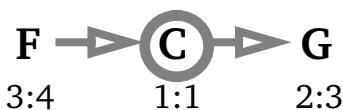
Natürlich hatte es vorher auch schon eine Mehrstimmigkeit gegeben, aber bei der alten Mehrstimmigkeit stand jede Stimme, jede Linie für sich, und im Zusammenklang galt es eher, Mißklänge so gut wie möglich zu vermeiden - gewissermaßen eine negative Regel. Die Zusammenklänge waren also das Nebenprodukt der Melodieführung. Seit der "Entdeckung" der Zahl *Fünf* - das heißt, der Funktion ihres Wesens - wurde der vertikale Zusammenklang, die Harmonie, viel bewußter komponiert.

Es ist interessant zu verfolgen, wie sich diese neue Qualität im Laufe des 14. und 15. Jahrhunderts in die Musik "eingeschlichen" hat. Die Terzen-Harmonik kam zunächst über die Volksmusik und hatte sich da ganz von selbst auch schon etabliert - aber als auch die "offiziellen" Komponisten anfangen, ihre Musik in dieser Weise zu setzen, entbrannte ein erbitterter Streit unter den Musiktheoretikern und Philosophen, ob die *Fünf* in der Musik einen Platz haben dürfe. Das ist verständlich, weil vorher ja die Musik aus einem einzigen Entstehungsgrund, eben dem der *Drei*, erklärt werden konnte, und nun die *Fünf* das ganze schöne System durcheinanderbrachte. Aber so ziemlich genau um 1500 hatte sich der Streit dann fast wie von selbst gelegt - die *Fünf* war einfach da.

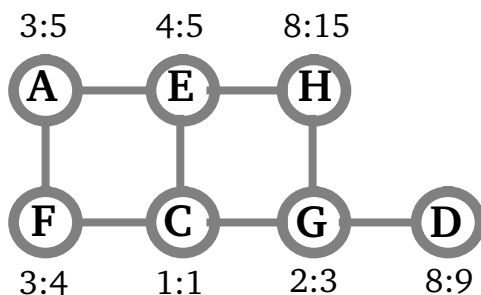
Aber sie brachte nicht nur philosophische, sondern auch ganz praktische Probleme mit sich, und diese konnten nicht so einfach gelöst werden - genau betrachtet können sie überhaupt nicht gelöst werden, und diese Probleme stehen für uns noch heute genauso da, und ich würde sogar sagen, daß diese unlösbaren Probleme etwas ganz Grundsätzliches im Wesen der Musik symbolisieren. Aber darüber müßte man länger philosophieren - ich will statt dessen auf die praktische Seite eingehen, und damit sind wir wieder bei unserem Thema der Stimmungen.

Wir haben also jetzt in unserem Tonsystem gewissermaßen zwei verschiedene Arten oder Familien von Tönen, auf der einen Seite diejenigen, die über die *Drei* verwandt sind, auf der anderen Seite die Verwandten der *Fünf*. Und es ist im musikalischen Organismus des Tonsystems auch genau festzustellen, welche Töne wie miteinander verwandt sind. Das wollen wir uns jetzt einmal näher anschauen. Wir haben also zunächst den Grundton, den wir der Einfachheit halber wieder *C* nennen können. Durch die erste und einfachste Beziehung der *Drei* erzeugt der Grundton die Quinte *G*. In der Musik, wie wir sie erleben, stellt sich der Grundton aber auf zweierlei Weise dar, man könnte sagen, einmal aktiv und einmal passiv. Man kann das sehr schön erle-

ben, wenn wir einmal das spielen, was wir eine einfache Kadenz nennen: die Folge der Akkorde *C-Dur*, *G-Dur*, *F-Dur* und wieder *C-Dur*, oder Tonika, Dominante, Subdominate, Tonika. Wir hören da, wie der Akkord auf dem Grundton *C* die Dominante gewissermaßen “erzeugt” oder aus sich herausstellt, und nach dem Wechsel auf die Subdominante das *F* seinerseits dasselbe mit den Grundton *C* tut. Wir erleben den Grund- oder Identifikationston also einmal als erzeugend, das andere Mal als erzeugt-werdend, als anschauend und angeschaut-werdend, als aktiv und passiv oder in einem Yin- und einem Yang-Aspekt. Diese drei Töne, die über Quinten verbunden sind, sind also nicht einfach eine beliebige Folge, sondern stellen den Grundton in seinen beiden polaren Aspekten dar:

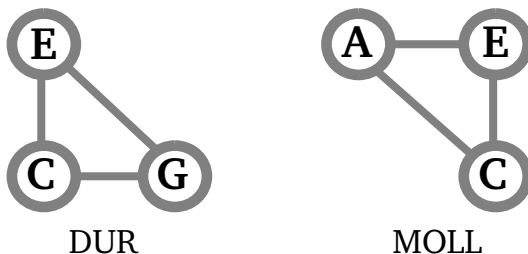


Wenn wir jetzt die neue Beziehung der *Fünf* hineinnehmen, müssen wir über jedem dieser drei elementaren Töne das Verhältnis 4:5:6 aufbauen, also eine Terz 4:5 und eine Quinte 2:3 oder 4:6. Um auch das graphisch darstellen zu können, müssen wir auch hier die zweite Dimension mit einbeziehen: Die waagerechte Richtung haben wir für die Dreier- oder Quintbeziehungen verwendet - zur Darstellung der Fünfer- oder Terzbeziehungen müssen wir die Senkrechte verwenden:

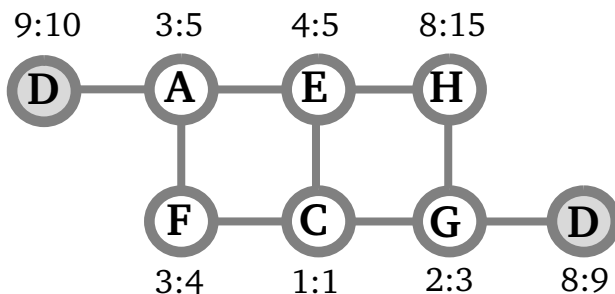


Wir haben jetzt also über jedem der Ausgangstöne die Beziehung 4:5:6 - für die Vervollständigung der Struktur über *G* habe ich noch *D* als Quinte über *G* in der waagerechten Richtung hinzugefügt. Die Zahlen ergeben sich durch die definierten Verhältnisse - man kann das leicht nachprüfen, indem man die Verhältnisse miteinander multipliziert - so

ist beispielsweise das *H* als Terz über dem *G* $(2:3) \times (4:5) = 8:15$. Wenn wir uns anschauen, welche Töne wir durch diese Beziehungsstruktur gewonnen haben, stellen wir fest, daß es *C-D-E-F-G-A-H* sind - also die Töne unserer normalen Tonleiter oder die weißen Tasten auf dem Klavier. Man könnte also sagen, daß diese zweidimensionale Abbildung die innere Beziehungsstruktur des Organismus einer Tonleiter darstellt, durch die sie eigentlich erst zustande kommt, und daß dieses diatonische Tonsystem als "Leiter" erst durch die nachträgliche Aufreihung in Erscheinung tritt. Wir haben in dieser Darstellung auch eine jeweils charakteristische Struktur für alle Dur- und Mollakkorde:



So hat durch diese innere Struktur also gewissermaßen von selbst jeder Ton seinen "richtigen" oder "reinen" Ort gefunden - und man könnte sagen, daß dies jetzt eine rein gestimmte Tonart ist. Das wäre auch so, wenn jeder Ton nur zum Grundton in Beziehung treten würde - nur ist es ja in unserer Musik nun einmal so, daß im harmonischen Gefüge alle Töne miteinander in Beziehung treten, indem sie die Dreiklänge einer Tonart bilden. Schauen wir uns das noch einmal genauer an: Wir können aus diesem Tonvorrat also die Durakkorde über *C*, *G* und *F* und die Mollakkorde über *A*, *E* und *D* bilden (und außerdem noch den verminderten Akkord über *H*). Diese haben immer die Struktur wie eben auf dem Bild gezeigt. Wenn wir aber den *D*-Moll-Akkord näher anschauen, stellen wir fest, daß wir zwar seine Töne *D-F-A* haben - aber zwischen *D* und *A* liegt keine reine Quinte 2:3! Wenn wir uns den aus diesen Tönen gebildeten Akkord anhören..., stellen wir fest, daß er so verstimmt ist, daß er tatsächlich musikalisch völlig unbrauchbar ist. Wir brauchen also in diesem Tonsystem ein weiteres *D*, das eine reine Quinte zum *A* darstellt. In der graphischen Darstellung müßte das so aussehen:



Wir stellen also fest, daß wir schon zwei verschiedene Versionen eines Tones brauchen, wenn wir nur in *einer einzigen* Tonart rein spielen wollen. Es ist also nicht einmal für *eine* Tonart möglich, sieben Tasten oder Saiten so zu stimmen, daß sie die reinen Töne einer Tonart repräsentieren. Tatsächlich hat man auch früher Tasteninstrumente gebaut, bei denen die Taste für das *D* gespalten war, um beide Versionen dieses Tones spielen zu können. Das war natürlich nicht sehr bequem zu spielen - und deshalb hat man dann auch angefangen, die Töne des Tonsystems so zu verstimmen, daß dabei das *D* genau die Mitte zwischen seinen beiden "reinen" Einnahmen - weshalb diese erste Temperierung dann auch die *mitteltönige* genannt wurde. Um uns das näher anzuschauen, müssen wir noch einmal an den Punkt zurückgehen, wo wir die beiden Terzen, die aus der Quintenreihe und die aus der Zahl *Fünf*, miteinander verglichen haben.

Bisher habe ich nur dargestellt, daß sich die beiden Terzen qualitativ unterscheiden, nämlich bezüglich ihrer Entstehung aus verschiedenen Zahlenzusammenhängen und damit auch bezüglich ihrer Funktion im musikalischen Organismus. Sie unterscheiden sich aber auch quantitativ, nämlich in der Größe des Intervalls, das diese beiden Zahlenzusammenhänge erzeugen. Schauen wir uns das noch einmal an: Die Terz, die der Quintreihe entstammt, die pythagoräische Terz, wird also durch vier Quinten gebildet; in Zahlen: 1, 3, 9, 27, 81. Die vierte Potenz der 3 wieder zum Grundton, also einer Zweierpotenz, in Beziehung gebracht, ergibt also das Intervall 64:81. Die reine Terz hat das Verhältnis 4:5. Wie können wir diese beiden Intervalle anschaulich miteinander vergleichen? Indem wir das Intervall 4:5 mehrfach durch Oktaven erweitern: wir bekommen dann 8:10, 16:20, 32:40 und schließlich 64:80. So haben wir 64:81 für die pythagoräische und 64:80 für die reine Terz,

oder als Unterschied zwischen beiden das Verhältnis 80:81. Dieses Verhältnis ist auch wieder ein Komma - es wird das *syntonische Komma* genannt. Ich hatte vorhin schon auf dem Monochord die reine Terz als $\frac{4}{5}$ von 120 cm eingestellt - wenn wir jetzt auch die pythagoräische Terz einstellen wollen, müssen wir $\frac{64}{81}$ von 120 cm nehmen, das ergibt 94.81 cm. Hier ist also die Saite der pythagoräischen Terz um etwa 12 mm kürzer. Wenn wir uns das anhören..., stellen wir fest, daß die pythagoräische sehr viel schärfer, die reine weicher und verschmelzender klingt. So ist es kein Wunder, daß man in früherer Zeit die Terz als Dissonanz und später als Konsonanz bezeichnet hat - früher war es eben auch die pythagoräische, später die reine Terz.

Wie muß jetzt eine Temperierung aussehen, die einerseits die reinen Terzen gewährleistet, andererseits uns nicht das vorher gefundene Phänomen der zwei verschiedenen Werte für einen Ton zumutet? In diesem System müssen auch wieder, wie beim pythagoräischen, vier Quinten eine Terz ergeben, nur müssen wir diese Quinten alle um einen kleinen Betrag verstimmen, damit nach vier solcher Quintschritte sich eben die reine Terz 4:5 ergibt. Wir müssen also das syntonische Komma $\frac{80}{81}$ gleichmäßig auf die vier Quinten verteilen. Rechnerisch schaut das so aus, daß wir uns fragen müssen, wie groß die Zahl ist, die viermal mit sich selbst multipliziert die Zahl Fünf ergibt - das wäre dann die Mitteltöne Quinte (MQ), also:

$$MQ^4 = 5 \quad \text{oder} \quad MQ = \sqrt[4]{5} = 1.49534878\dots$$

Auf dem Monochord erhalten wir also diese mitteltönige Quinte wenn wir 120 cm durch 1.495348... teilen - das ergibt 80.248 cm - also etwa 2.5 mm mehr als die reine Quinte mit 80 cm. Wenn wir uns das anhören..., stellen wir fest, daß das nicht sehr störend und durchaus akzeptabel im Durakkord klingt. Tatsächlich war diese mitteltönige Stimmung die ganze Renaissance hindurch und noch länger die gebräuchliche Stimmung. Aber in früherer Zeit wäre es nicht denkbar gewesen, daß man die Quinte - die heilige Quinte! - verstimmt hätte zugunsten der reinen Terz. Das zeigt nur, wie wichtig und begeisternd das Erlebnis der Terz in dieser Zeit war - man wollte eben dieses neue Erlebnis auch in seiner ganzen Schönheit hören und genießen können.

Diese Stimmung hat nur einen Haken: wenn man sich zu weit von der Ausgangstonart entfernt, stößt man auf eine Quinte, die absolut nicht brauchbar ist - man nannte sie die "Wolfsquinte". Man kann sich

das leicht verdeutlichen, wenn man sich vorstellt, daß bei dieser reinen Terzenstimmung der Quintenzirkel ja vier übereinandergesetzten reinen Terzen entsprechen müßte - also $5 \times 5 \times 5 = 125$. Die nächste Oktave oder Zweierpotenz wäre hier 128 - wir haben hier also ein Komma von $125/128$ als Differenz - diese wird *Diësis* genannt. Das entspricht etwa 40 Cent oder 40% eines Halbtons und ist musikalisch nicht mehr zu gebrauchen - das erleben wir schon nicht mehr als Verstimmung, sondern schlichtweg als "falsch". In dieser mitteltönigen Stimmung fallen also etwa die Töne *Gis* und *As* nicht zusammen, sondern sind um eben diese *Diësis* unterschieden und somit ganz verschiedene Töne. Zumindest aber tritt die Wolfsquinte, die sich daraus ergibt, nur in entfernteren Tonarten auf - man hat also nicht mehr das Problem, das wir vorher gefunden hatten bei dem Versuch, innerhalb *einer* Tonart *alle* Quinten *und* Terzen rein zu stimmen.

Genauer betrachtet kann man im System der mitteltönigen Stimmung von einem Quinten-Zirkel gar nicht sprechen - die Tonarten entfernen sich in die zwei Richtungen immer mehr voneinander. So hat man dann auch Instrumente gebaut, die sehr viel mehr Tasten als nur zwölf pro Oktave hatten, um etwa die unterschiedlichen Töne *Gis* und *As* darstellen zu können. Aber diese Instrumente waren natürlich kaum spielbar und setzten sich auch nicht durch.

Je komplexer mit der Zeit die Musik wurde, je mehr man also in entferntere Tonarten modulieren wollte, desto weniger brauchbar wurde diese Stimmung, weil man dabei immer wieder auf den "Wolf" stieß. So ging man dazu über, die Temperierung zu variieren. Die beiden Pole dieser Variation waren also die pythagoräische Stimmung mit reinen Quinten auf der einen Seite und die mitteltönige Stimmung mit reinen Terzen auf der anderen. Nur diese beiden Stimmungen verwirklichten je ein Prinzip in reiner Form. Die weiteren Stimmungen, die in der folgenden Zeit auftauchten, waren vielfältige Variationen davon mit dem Ziel, einerseits möglichst reine Terzen zu behalten, andererseits den Quintenzirkel sich schließen zu lassen, um so beliebig zwischen den Tonarten modulieren zu können. Man ging dabei meist so vor, daß die Stimmung in den Tonarten um *C* herum der mitteltönigen ähnlich war, zu den entfernteren Tonarten hin aber die Quinten größer und somit die Terzen schärfer wurden. So entstehen die Stimmungen von Werckmeister, Kirnberger und anderen - ich will in unserem Zusammenhang auf die Unterschiede im Detail nicht eingehen.³ Ein erwünschter Nebeneffekt dieser

3. Näheres dazu in dem Beitrag von Urs Probst in diesem Buch.

Stimmungen war, daß so die Tonarten auch von den Intervallen her einen unterschiedlichen Charakter bekamen - die zentralen Tonarten hatten also eher einen harmonischeren und weicheren Charakter, die entfernteren einen schärferen und härteren.

Erst etwa um die Mitte des 19. Jahrhunderts setzte sich die Stimmung durch, die wir heute allgemein auf unseren Klavieren haben. Diese Stimmung ist identisch mit dem theoretischen System der Chinesen, bei dem es darum ging, ausgehend von Quinten einen sich schließenden Kreis zu bekommen. Diese Stimmung ist sehr einfach - man muß eben nur jede Quinte um ein Zwölftel des pythagoräischen Kommas verkleinern, um den Quintenzirkel in genau gleiche Intervalle aufzuteilen. Dadurch ergeben sich Quinten, die näher an der reinen sind als die mitteltönigen - aber eben auch Terzen, die näher an der pythagoräischen Terz sind als an der reinen. So haben wir im Grunde mit unserer heutigen Stimmung das wieder verloren, was in der Renaissance mit der mitteltönigen Stimmung angesteht war: das Erlebnis der reinen Terz. Und das ist auch der Grund, warum sich unsere heutige gleichschwebend temperierte Stimmung lange nicht durchsetzen konnte: Bekannt war sie schon lange, aber sie wurde eben wegen der schlechten Terzen und ihrer Gleichförmigkeit nicht akzeptiert.

Man hat bis vor einiger Zeit auch angenommen, daß etwa Bachs "Wohltemperiertes Klavier" in unserer Stimmung gedacht gewesen sei - die neuere Forschung hat aber gezeigt, daß für ihn gerade unsere gleichschwebende Stimmung nicht "wohltemperiert" war - weil in ihr keine Tonartencharakteristika realisiert werden und die Terzen zu schlecht sind. Man sollte also unsere heutige Stimmung auch nicht "wohltemperiert", sondern "gleichschwebend" oder "gleichstufig" temperiert nennen.

Eine interessante Frage ist es, warum wir heute die schlechten Terzen unserer Klavierstimmung (und natürlich auch aller anderen Instrumente, die sich ja meist am Klavier orientieren) so viel leichter akzeptieren können als die Menschen in der Renaissance. Eine naheliegende und auch oft gegebene Antwort wäre natürlich die, daß wir heute um so viel schlechter und unsensibler hören. Das ist sicher auch zum Teil richtig, aber meiner Ansicht nach nicht der wesentliche Grund. Ich nehme an, daß es wesentlich daran liegt, daß das Erlebnis der Terz in ihrer eigentlichen Funktion um 1500 eben *neu* war und man dieses Neue deshalb auch in seiner ganzen reinen Ausprägung erleben wollte und mußte. Seit dieser Zeit hat sich die Funktion der Terz kulturell

immer tiefer in unser Empfinden und die Musik selbst “inkarniert”, mit ihrer stärksten Ausprägung um die Zeit der Klassik. Weil dieses Erleben für uns heute so selbstverständlich geworden ist, genügt vielleicht gewissermaßen die Erinnerung an die Terz, wie sie unser Stimmungssystem bietet, um das jetzt verwurzelte Terzerlebnis zu aktivieren, was eben vor 500 Jahren noch nicht der Fall war. Das heißt natürlich nicht, daß es nicht schöner wäre, tatsächlich reine Terzen in unserer Musik zu haben.

Wenn wir festgestellt haben, daß vor 500 Jahren das Erlebnis einer neuen musikalischen Dimension durch die Primzahl *Fünf* aktiviert wurde, so können wir uns natürlich fragen, ob nicht die nächsten Primzahlen etwas Ähnliches tun. Die nächste Primzahl wäre die *Sieben* - und tatsächlich taucht sie in unserer Zeit so langsam als musikalisch relevantes Element auf. Stellen wir einmal die Zahlen 4:5:6:7 auf dem Monochord ein - als Saitenlängen $\frac{4}{4}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{4}{6}$ und $\frac{4}{7}$ von 120 cm - und hören uns das einmal an... Da haben wir also zunächst unseren schon bekannten Dreiklang 4:5:6, und dann kommt die *Sieben* dazu... Wir haben den Eindruck eines Septimakkordes, aber diese *Sieben* klingt etwas tiefer, als wir es aus unserer Musik gewohnt sind. Wenn wir “Septimakkord” denken, dann ist dieser natürlich auch schon in unserer bisherigen Musik vorhanden und in dieser Musik aus unseren bisherigen Proportionszahlen *Drei* und *Fünf* zusammengesetzt. So ist es kein Wunder, daß dieses neue Intervall aus der *Sieben* anders klingt, als wir es bisher gewohnt sind, und die neuen Proportionen lassen sich auch mit den alten Zahlenverhältnissen nicht darstellen - in unserem zweidimensionalen Diagramm der Tonordnung von vorher haben sie keinen Platz, und wir müssen zur Darstellung der Siebenerrationen in diesem Schema in die dritte Dimension gehen - für die entsprechende Tonordnung mit der *Sieben* bekommen wir dann also ein räumliches Modell, ein dreidimensionales Gitter. Wir hatten bei der *Fünf* festgestellt, daß sie nicht nur schematisch in der Darstellung eine neue Dimension eröffnet, sondern auch der Musik selbst inhaltlich eine neue Dimension hinzufügt - bei der *Fünf* war es eben die vertikale Dimension der Harmonie als eigenständiges Element. Es wäre also anzunehmen, daß auch die *Sieben* der Musik nicht nur neue Intervalle, sondern auch inhaltlich eine neue Dimension hinzufügt. Worin könnte diese neue Dimension bestehen?

Über die neue Funktion der *Sieben* in der Musik läßt sich natürlich nur vorsichtig spekulieren, eben weil sie so neu ist. Bei der *Fünf* können

wir ja im Rückblick auf 500 Jahre Musikgeschichte relativ leicht zu den entsprechenden Aussagen kommen. Wie äußert sich also die *Sieben*? Zunächst einmal haben wir ja schon festgestellt, daß der durch sie erweiterte Akkord unserem schon bekannten Dominant-Septimakkord ähnelt. Das heißt aber nicht, daß sie ihre Funktion im Dominant-Septimakkord findet - ebensowenig, wie die *Fünf* analog in der linearen Musik der früheren Zeit der *Drei* ihren Platz hatte. Die Terz als Intervall gab es eben schon vorher, aber nicht die Terz als Funktion. Die *Sieben* tritt ja auch nicht ersatzweise in den Dominant-Septimakkord ein, der sich organisch schon als Funktion der bestehenden Tonordnung ergeben hatte. In unserer normalen Dur-Tonleiter kommt ja keine kleine Septime zum Grundton vor - sie tritt etwa in C-Dur nur im G-Dur-Akkord auf, der eben dadurch zum Dominantakkord wird und auf den Akkord der Grundstufe, die Tonika, zurückweist. Die *Sieben* aber tritt neu in den Tonikaakkord hinein, ist also von Natur aus keine *Dominant*-, sondern eine *Tonika*-Septime. Tatsächlich tritt diese neue Funktion in der heutigen Musik wie von selbst auf - und zwar nicht so sehr primär in der Musik der "ernsthaften" Komponisten, sondern im Blues und einigen darauf basierenden Formen des Jazz. Das geschieht also ganz analog dazu, wie früher die Terz zunächst über die Volksmusik in die etablierte Musik eingedrungen ist. Ich könnte mir also vorstellen, daß das, was wir im Blues als neue Qualität erleben, mit der Zeit ganz selbstverständlich in unsere neue Musik eingeht. Was ist aber die eigentliche qualitativ neue Dimension der *Sieben* in der Musik, so wie es für die *Drei* die horizontale Melodie und die *Fünf* die vertikale Harmonie war? Hier kann ich nur noch vorsichtiger spekulieren - aber es fällt mir auf, daß in unserer Zeit das Element des Rhythmus eine ganz eigenständige Bedeutung bekommt - ebenso, wie es früher auch schon den Zusammenklang gegeben hat, der aber erst durch die Funktion der *Fünf* die eigene qualitative Bedeutung der Harmonie bekommen hat, so bekommt vielleicht der Rhythmus, der natürlich vorher auch schon in der Musik vorhanden war, durch die Funktion der *Sieben* eine neue eigene Dimension.

Aber das sind natürlich Fragen, die wir hier und jetzt nicht lösen können und auch nicht lösen müssen, weil die Entwicklung der Musik schon zeigen wird, wohin es geht. Bei dem Symposium über *Reine Stimmungen*, das wir morgen haben⁴, wird es vor allem um die praktische Seite gehen, wie sich reine Stimmungen verwirklichen lassen, und dazu

4. Die Beiträge zum Symposium können hier leider nicht wiedergegeben werden, da es sich meist um Demonstrationen und Diskussionen handelte, die sich nicht gut zur Aufzeichnung eignen.

sind ja heute computergesteuerte Musikinstrumente eine große Hilfe. Aber wir haben jetzt auch gesehen, daß es nie das Kriterium "rein" als absolutes Maß geben kann, sondern daß man sich auch darüber klar werden muß, in welchem musikalischen Zusammenhang ein Intervall steht, wie es *gemeint* ist, und welche Auffassung von "rein" sich daraus ergibt. Das ist für mich das größere Problem als die praktische Realisierung reiner Stimmungen, und darüber wird sicher auch zu diskutieren sein.

Über diesen Beitrag

Alle Beiträge sind Überarbeitungen von Vorträgen, die im Rahmen der Veranstaltungen des "Arbeitskreis Harmonik" am Freien Musikzentrum München gehalten wurden.

Peter Neubäcker: Was heißt "Reine Stimmung"?

Vortrag gehalten am 12.6.1993. Da der Vortrag von sehr vielen Demonstrationen am Monochord u.ä. begleitet wurde, wurde der Beitrag für das Buch umgeschrieben.

Peter Neubäcker

Geboren am 26. Juni 1953 bei Osnabrück. Nach der Schulzeit eine Zeit intensiver Suche nach inneren Wegen, die in einen dreijährigen Aufenthalt in einer spirituellen Lebensgemeinschaft in der Schweiz mündete. Danach Lehrzeit beim Geigenbauer am Bodensee, ab '79 eigene Instrumentenbau-Werkstatt in München. Dort auch drei Jahre Heilpraktikerausbildung, parallel dazu Astrologie-Ausbildung. Entwicklung astronomisch-astrologischer Arbeitsmittel, die zur Gründung eines eigenen Verlages führte, der heute auch meine Lebensgrundlage (materiell gesehen) bildet, neben Gitarrenbau- und Computermusik-Kursen am Freien Musikzentrum in München.

Seit fast zwanzig Jahren bildet den Schwerpunkt meiner inhaltlichen Beschäftigung die Suche nach Korrespondenzen zwischen Struktur und Inhalt - hauptsächlich auf musikalischem Gebiet, aber auch mit Querverbindungen zu den Naturwissenschaften und der Philosophie - meist und möglichst in mathematischer Formulierung. Daraus ergibt sich, daß ich mich die meiste Zeit (neben, oder besser über der oben erwähnten Arbeit) mit musikalisch-harmonikalen Forschungen und algorithmischer Komposition beschäftige und organisatorisch und inhaltlich den "Arbeitskreis Harmonik" in München leite.

Ursprünglich erschienen in:

Harmonik & Glasperlenspiel. Beiträge `93.

Verlag Peter Neubäcker & freies musikzentrum, München 1994