

# Das Geheimnis der schwarzen Tasten

*Über die Entwicklung des abendländischen Tonsystems – Von Stimmungen, Temperaturen und zwei schwierigen Kommas*

## Pythagoras und die Obertöne

Die Geschichte beginnt in der Antike. Die damalige Wissenschaft ließ es nicht auf sich beruhen, dass die Menschen einfach irgendwie Musik machten. Allen voran Pythagoras (570-510 v. Chr.), der als Begründer der mathematischen Analyse der Musik gilt. Pythagoras benutzte für seine Untersuchungen der Überlieferung nach ein Monochord, das ist eine einzelne auf einen Resonanzkörper gespannte Saite.

Er erkannte zunächst, dass Töne das Resultat von Schwingungen sind und die Tonhöhe von der Geschwindigkeit der Schwingungen (Frequenz) abhängt – je schneller, desto höher der Ton. Diese Schwingungen lassen sich beispielsweise direkt beobachten, wenn eine gespannte Saite gezupft wird. Je kürzer die Saite, umso schneller schwingt sie und umso höher wird der Ton.

Sodann vermutete Pythagoras richtig, dass ein Ton nicht nur aus seiner Grundschiwingung besteht, sondern auch sogenannte Obertöne enthält. Eine Saite schwingt sowohl in ihrer gesamten Länge als auch in Abschnitten, und zwar in ihrer halben Länge, ihrer drittel Länge usw. Diese Abschnitte schwingen schneller als die ganze Saite, und zwar doppelt so schnell, dreifach so schnell usw. Die dadurch mitklingenden Töne sind die Obertöne. Das gilt nicht nur für Saiten – jeder natürlich erzeugte Ton hat nach diesem Prinzip entstehende Obertöne<sup>1</sup>. Sie sind je nach Klangkörper unterschiedlich intensiv ausgeprägt und machen die Klangfarbe eines Tones aus.

Die ersten Obertöne bzw. Teiltöne<sup>2</sup> sind:

Teil- ton Nr.	Ermittlung am Mono- chord (Pythagoras' Methode)	Beispiel Saiten- länge <sup>3</sup>	Frequenz- beispiel	Verhältnis zum vorhergehenden Ton	
				Schwingung	Intervall
1	Ganze Saite	120 cm	66 Hz <sup>4</sup>	1:1	Prime
2	Halbierte Saite	60 cm	132 Hz (2*66)	2:1	Oktave
3	Ein Drittel der Saite	40 cm	198 Hz (3*66)	3:2	Quinte

Die Intervallbezeichnungen wird es zu Pythagoras' Zeiten noch nicht gegeben haben, sie werden hier nur eingeführt, um die nachfolgenden Erläuterungen zu erleichtern. Als *Intervall* wird der Abstand zwischen und auch der Zusammenklang von zwei Tönen bezeichnet. Die Intervallbezeichnungen beziehen sich auf die Stufen der diatonischen Tonleiter, die an späterer Stelle beschrieben wird. Prime ist die erste Stufe dieser Tonleiter, Quinte die fünfte und Oktave die achte.

<sup>1</sup> Jedoch sind nur im Idealfall alle Obertöne dieser Zahlensystematik entsprechend. Bei Saiten z.B. können durch deren Beschaffenheit auch andere Obertöne entstehen. Vgl. Wikipedia, Stichwort *Inharmonizität*.

<sup>2</sup> Begrifflich spricht man vom Grundton als erstem Teilton, der erste Oberton ist der zweite Teilton.

<sup>3</sup> Die Beispielssaitenlänge 120cm wurde der geraden Teilbarkeit halber gewählt. Die Beispielfrequenz 66 Hz wurde gewählt, weil diese auch in Wikipedia beim Stichwort *Obertöne* als Beispiel genommen wurde, dort jedoch mit einem hier irrelevanten Bezug auf den Ton C. Beides sind hier nur Beispielszahlen ohne konkrete musikalische Bedeutung.

<sup>4</sup> Das üblicherweise verwendete Frequenzmaß Hertz (Hz), benannt nach dem deutschen Physiker Heinrich Rudolf Hertz, bezeichnet die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde.

Mit dem Quotienten des Schwingungsverhältnisses zum vorhergehenden Ton lässt sich ein Intervall von einem gegebenen Ton aus berechnen, die Quinte also hier im Beispiel mit  $132:3:2=198$  Hz. Für die Bestimmung der entsprechenden Saitenlänge ist der Kehrwert anzuwenden, im Beispiel  $60:3:2=40$  cm; die Quinte ertönt also auf zwei Drittel der Saitenlänge eines gegebenen Tons.

## Bildung eines Tonvorrats

Das Wissen um die Obertöne nutzten die Pythagoreer, um für den Musikgebrauch einen reproduzierbaren Tonvorrat zu definieren und eine alltagstaugliche Methode zu haben, mit dem man die einzelnen Töne dieses Vorrates auf einem Instrument wie der damaligen Lyra, einer Art Mini-Harfe, einstellen, d.h. stimmen konnte. Dabei ging es nicht um die absolute Tonhöhe, sondern nur um die Relation der Töne untereinander<sup>5</sup>.

Bei der Bildung des Tonvorrats geht es darum, eine definierte Folge mehrerer nahe beieinander liegender Töne zu finden. Pythagoras entschied sich, einen Tonvorrat mit der Quinte aufzubauen, in Verbindung mit der Oktave. Beides lässt sich auf einem Monochord einfach abgreifen. Mit wenig Übung können Quinte und Oktave auch ohne weitere Hilfsmittel nach Gehör sauber intoniert werden.

Zur Tonfindung könnte man nun auf dem Monochord ausgehend von einem Grundton die Quinte bestimmen (zwei Drittel der Saitenlänge), dann davon die Quinte (erneut zwei Drittel), dann durch Verdoppelung der Saitenlänge die darunter liegende Oktave finden, sofern der resultierende Ton zu weit den Bereich der vorhergehenden verlässt (über den Bereich einer Oktave des Grundtons hinaus), von dort wieder die Quinte usw.

Beispiel, wieder startend mit 66 Hz (Dezimalstellen gerundet):

Grundton	66
1. Quinte	99 (66·3:2)
2. Quinte	149, Oktave darunter 74
3. Quinte	111
4. Quinte	167, Oktave darunter 84
5. Quinte	125
6. Quinte	188, Oktave darunter 94
7. Quinte	141, Oktave darunter 70
8. Quinte	106
9. Quinte	159, Oktave darunter 79
10. Quinte	119
11. Quinte	178, Oktave darunter 89
12. Quinte	134

Mit der 12. Quinte kommt man nach dieser Methode bei der Oktave des Grundtons aus, jedenfalls so ungefähr. Genau müsste die Oktave 132 Hz haben, die 12. Quinte hat aber  $133,8009\sim$  Hz. Über diese Differenz stolperte man schon zu Pythagoras' Zeiten, man bezeichnet sie als *pythagoreisches Komma* (altgriechisch Komma = Einschnitt, Abschnitt).

Nach den errechneten Frequenzen aufsteigend sortiert erhält man folgende Reihe:

Qu.		7	2	9	4	11	6	1	8	3	10	5	12
Hz	66	70	74	79	84	89	94	99	106	111	119	125	134

<sup>5</sup> Bei den musikalischen Stimmungen geht es immer nur um die Relation der Töne zueinander. Das Stimmen auf eine bestimmte Tonhöhe in Bezug auf andere Instrumente oder einen Referenzton wird begrifflich nicht differenziert und ist für die Stimmungssystematik irrelevant.

Darin liegt der Ursprung des abendländischen Tonsystems, bei dem eine Oktave aus zwölf sogenannten *Halbtönen* (Halbtonschritten) besteht. Es ließen sich auch andere Tonvorräte aus der Obertonreihe gewinnen, im abendländischen Tonsystem blieb es aber bei diesen zwölf Tönen, jedoch nicht mit genau diesen Intervallen. Dazu später mehr.

## Definition von Tonleitern

Bereits mit den ersten 6 Quinten gemäß obiger Vorgehensweise hat man einen brauchbaren Tonvorrat, und das reichte lange Zeit auch aus. Die grau hinterlegten Felder sind diese ersten 6 Quinten plus Grundton:

Qu.		7	2	9	4	11	6	1	8	3	10	5	12
Hz	66	70	74	79	84	89	94	99	106	111	119	125	134

Diese sieben Töne werden *Stammtöne* genannt. Den Schritt von einem Ton zum direkten Nachbarton der Zwölftonreihe nennt man Halbton, wird ein Halbton übersprungen, spricht man vom Ganzton.

Die sich unmittelbar aus den ersten 6 Quinten ergebende Tonreihe hat also wie dargestellt die Stufen 1-1-1- $\frac{1}{2}$ -1-1- $\frac{1}{2}$  (der letzte Schritt vollendet die Oktave). Solche Reihen heißen *Tonleiter*, bildlich aus den aufsteigenden Stufen abgeleitet. Hier ist es eine heptatonische Tonleiter (griechisch: sieben), bestehend aus sieben Tönen plus der Oktave bzw. dem zwölften Quintton<sup>6</sup>, wie man sie bereits in der Antike kannte<sup>7</sup>. Solche Tonleitern werden auch als *diatonisch* bezeichnet, aus dem griechischen übersetzt „durch die Töne gehend“. Eine Tonleiter mit allen 12 Halbtönen (Zwölftonreihe) heißt *chromatisch* (griechisch: farbig).

Der Tonvorrat lässt sich durch Verdoppelung der Frequenz des jeweiligen Grundtons auf mehrere Oktaven erweitern. Das ist erforderlich, um Tonleitern auf unterschiedlichen Grundtönen beginnen zu lassen und auch, um mit mehr Tönen als denen eines Oktavbereichs zu musizieren. Die früheren Tonleitern definierten jedoch nicht nur die Schrittfolge, sondern auch den Tonumfang, der damit nach unten und oben begrenzt war und auch nicht den jeweiligen Oktavbereich überschritt. Das Musizieren über die Oktavgrenzen hinweg scheint erst im Spätmittelalter aufgekommen zu sein.

## Einführung von Tonbezeichnungen

Guido von Arezzo (992-1050 n. Chr.) erfand das Liniennotationsprinzip und führte die auch heute noch gebräuchliche Bezeichnung der Stammtöne mit Buchstaben ein. Er bezeichnete die sieben Stammtöne mit den Buchstaben A bis G<sup>8</sup>:

Qu.		7	2	9	4	11	6	1	8	3	10	5	12
Hz	66	70	74	79	84	89	94	99	106	111	119	125	134
Ton	F		G		A		B	C		D		E	F

Wir kennen aber auch den Ton H. Für dessen Geschichte muss etwas weiter ausgeholt werden.

<sup>6</sup> Es ist wahrscheinlich, dass die Oktave auf einem Instrument wie der Lyra rein, also im Beispiel auf 132 Hz, gestimmt wurde. In dem Zusammenhang ist der antike Musiker Terpander zu erwähnen und die gelungene Nacherzählung einer ihn betreffenden Sage in einem Schüleraufsatz:

<http://www.schoolwork.de/musikgeschichte/griechenmusik.php>

<sup>7</sup> Es gab in der Antike mehrere heptatonische Tonleitern auf Grundlage einer komplexen Systematik; die hier gebildete ist nur eine davon.

<sup>8</sup> Guido von Arezzo benutzte eine andere Systematik zum Aufbau seines Tonvorrats. Bei ihr war G der Grundton, von dem aus er mit A zu buchstabieren begann. Vgl. Wikipedia, Stichwort *Guido von Arezzo*.

Guido von Arezzo definierte drei sechsstufige Tonleitern (Hexachorde, griechisch „sechs Saiten“, wohl von der sechssaitigen Lyra herrührend) für den Gebrauch im gregorianischen Gesang, ausgehend von unterschiedlichen Grundtönen (C, F und G). Diese Hexachorde sind abgesehen von der Tonhöhe identisch. Sie haben jeweils nur einen Halbtonschritt, und zwar zwischen dem dritten und vierten Ton. Aus systematischen Gründen brauchte er daher für den auf F beginnenden Hexachord einen zusätzlichen Ton, und zwar Quinte 11.

Die drei Hexachorde ermöglichten eine frühe Form des mehrstimmigen Musizierens, nämlich eine Melodie gleichzeitig in z.B. C und F oder G zu singen oder zu spielen, also im Quart- oder Quintabstand<sup>9</sup>. Bis dahin war nur gebräuchlich, allenfalls im Oktavabstand zu musizieren.

Die drei Hexachorde hießen Hexachordum naturale (auf C beginnend), Hexachordum durum (G, lateinisch durus, hart) und Hexachordum molle (F, lateinisch mollis, weich). Die auf den ersten Blick unpassenden Bezeichnungen Hart und Weich entstanden wohl dadurch, dass man für den Hexachordum molle die B-Saite z.B. einer Lyra etwas entspannt hat, damit sie einen Halbton tiefer klang. Durum und molle stehen also für die hart gespannte und die gelockerte weiche B-Saite.<sup>10</sup>

Quinte 6 wurde dementsprechend *b durum* genannt und Quinte 11 *b molle*. Von diesem besonderen Ton erhielten dann auch die beiden Hexachorde ihren Namen.

Bei der schriftlichen Fixierung der Tonnamen verwendete man zur Unterscheidung für das b durum ein *b quadratum* („quadratisches B“) und für das b molle ein *b rotundum* („rundes B“). Daraus entwickelten sich unsere heutigen Vorzeichen # und b.

Die eckige Schreibweise des B entwickelte sich im Laufe der Zeit zu einem H. Daher kam es am Ende zu folgenden Tonbezeichnungen:

Qu.		7	2	9	4	11	6	1	8	3	10	5	12
Hz	66	70	74	79	84	89	94	99	106	111	119	125	134
Ton	F		G		A	B	H	C		D		E	F

Die Bezeichnungen B und H sind aber nur im Deutschen so geblieben<sup>11</sup>. Im anglo-amerikanischen Sprachraum z.B. steht das B für Quinte 6, das H oder ein eigener Name für Quinte 11 sind dort unbekannt.

## Dur und Moll

Höhepunkt und Abschluss der Verwendung der pythagoreischen Stimmung waren beginnend im 8. bis zum 16. Jahrhundert die *Kirchentonarten*, auch *Kirchentöne* oder *Modi* genannt. Das sind vereinfacht dargestellt siebenstufige Tonleitern mit einem auf eine Oktave begrenztem Tonumfang, jede auf einem anderen der sieben Stammtöne beginnend, mit dementsprechend unterschiedlicher Folge von Halb- und Ganztönen.

Zwei dieser Kirchentonarten waren die Vorfahren unseres heutigen Dur und Moll: das auf C beginnende Ionisch mit der Tonfolge 1-1-½-1-1-1-½ (Dur) und das auf A beginnende Äolisch mit der Tonfolge 1-½-1-1-½-1-1 (Moll). Der wesentliche Unterschied beider Tonleitern ist der

<sup>9</sup> Vgl. Wikipedia, Stichwort *Organum*. Quarte = Intervall zur vierten Stufe der Tonleiter.

<sup>10</sup> „Ohne sein dem lat. durus entsprechendes Antonym begegnet das dem lat. mollis adäquate Adjektiv malakos in der griech. Musiktheorie in zweierlei Bedeutung, wobei mit dem Begriff des Weichen beidemal die RELATIV SCHWÄCHERE SPANNUNG DER SAITE im Verhältnis zu einer anderen, angespannte(re)n gemeint ist.“ Michael Beiche (1995) HmT – 23. Auslieferung, Sommer 1995:

[http://www.sim.spk-berlin.de/static/hmt/HMT\\_SIM\\_Dur-moll.pdf](http://www.sim.spk-berlin.de/static/hmt/HMT_SIM_Dur-moll.pdf)

<sup>11</sup> Der 11. Quintton wird jedoch nur in den b-Tonarten mit B bezeichnet. Auf die #- und b-Tonarten kann hier nicht eingegangen werden, siehe ggf. Wikipedia, Stichwort *Quintenzirkel* und *Tonart*. Weitere Informationen zu den Tonartbezeichnungen siehe Wikipedia, Stichwort *anderssprachige Tonbezeichnungen* und *Hexachord*.

dritte Ton, die Terz<sup>12</sup>. Die Namensgebung ist sicherlich auf die Bezeichnungen der Hexachorde von Guido von Arezzo zurückzuführen; auch die kleine Moll-Terz hat gewissermaßen eine gegenüber der großen Dur-Terz eine entspannte Saite<sup>13</sup>. Man könnte auch, wie heute in Unkenntnis dieser Herkunft üblich, die Dur-Terz im Zusammenklang mit dem Grundton als hart, die kleine Moll-Terz als weich empfinden.

Dur und Moll werden als *Tongeschlechter* bezeichnet. Sie sind nicht an einen festen Grundton gebunden, ihre Tonfolge kann unter Einbezug der Halbtöne auf jedem Ton beginnen. Der jeweilige Grundton bezeichnet die *Tonart*, also C-Dur, D-Dur usw. Beim Spiel von unterschiedlichen Grundtönen aus geht es nicht um die dadurch veränderte Tonhöhe, sondern um musikalische Ausdrucksmöglichkeiten durch den Wechsel von Tonarten innerhalb eines Stückes.

## Klaviatur

Das Zwölftonschema wurde auf die Klaviatur von Tasteninstrumenten übertragen. Vermutlich zunächst nur die Stammtöne, weil die Halbtöne erst später musikalisch Verwendung fanden. Die Stammtöne sind die weißen, die Halbtöne die dazwischen eingefügten schwarzen Tasten – die zwar nicht immer unbedingt schwarz sind, aber traditionell so genannt werden. Die Farbgebung ergab sich durch die Verwendung des strapazierfähigen Elfenbeins für die weißen und des harten Ebenholzes für die die schwarzen Tasten.

Hier sind die schwarzen Tasten farblich markiert; der sechste Quintton ist deutsch mit H benannt:

Ton	F		G		A		H	C		D		E	F
-----	---	--	---	--	---	--	---	---	--	---	--	---	---

Im Orgelbau setzte sich als Standard durch, die Tonfolge mit C beginnen zu lassen, vermutlich wegen des auf weißen Tasten bleibenden C-Dur als originärer Ableitung der jonischen Kirchentonart und weil dieses beliebter war als das ebenfalls auf weißen Tasten bleibende äolische A-Moll. Dadurch wurde üblich, die Tonleiter auch im Sprachgebrauch mit C beginnen zu lassen:

Ton	C		D		E	F		G		A		H	C
-----	---	--	---	--	---	---	--	---	--	---	--	---	---

Das Rätsel um die schwarzen Tasten scheint damit gelöst. Aber konnte man mit den Frequenzen von Pythagoras auf dieser Klaviatur auch Musik machen?

## Polyphonie und Harmonie

Im Spätmittelalter entwickelte sich das polyphone Spiel, d.h. das gleichzeitige Spiel mehrerer Töne bzw. Melodien. Bis dahin war die gelehrte Musik eine rein melodische, also die Abfolge einzelner Töne. Mit dem Zusammenklang mehrerer Töne beschäftigte man sich bis dahin nicht – die Harmonie lag ja in den Tönen selbst; allenfalls gebräuchlich war wie erwähnt eine zweite parallel geführte Stimme<sup>14</sup>.

Dieser den Tönen innewohnenden Harmonie entspringend werden reine Intervalle als natürlich empfunden. Das sind solche, die ein der Obertonreihe entsprechendes Frequenzverhältnis haben, also 2:1, 3:2 etc., allerdings beschränkt auf den Anfangsbereich der theoretisch unendlichen Obertonreihe.

<sup>12</sup> Moll existiert in mehreren Varianten, bei der heute überwiegend benutzten Variante sind die Tonschritte außer der kleinen Terz identisch mit Dur.

<sup>13</sup> Genauere Ausführungen hierzu im oben zitierten Aufsatz von Michael Beiche.

<sup>14</sup> Das wird nachvollziehbar an der kontemplativen Wirkung des auch heute noch gepflegten einstimmigen gregorianischen Gesangs.

Die Parallelführung bei den Hexachorden von Guido von Arezzo erfolgte im Quart- oder Quintabstand. Beides sind in der pythagoreischen Stimmung reine Intervalle und daher auch damit wohlklingend. Der Begriff für einen solchen Wohlklang ist *Konsonanz*, vom lateinischen *con* „zusammen“ und *sonare* „klingen“; was als Hinweis auf den grundlegenden Zusammenklang im Obertonspektrum verstanden werden kann.

Die pythagoreische Stimmung stößt aber bei der Polyphonie an ihre Grenzen. Neben Quarte und Quinte sind bei ihr zwar auch die Ganztonschritte rein, weitere Intervalle aber nicht. Das Hauptproblem ist aber die zwölfte Quinte, die die Tonsystematik bei Oktavüberschreitung durchbricht. Ein wohlklingendes polyphones Spiel oder in verschiedenen Tonarten ist daher kaum möglich.

## Reine Stimmung

Das eigentliche Ideal ist naheliegender Weise die *reine Stimmung*, auch *natürliche* oder *harmonische* Stimmung genannt. Bei ihr hat die diatonische Tonleiter ausschließlich reine Intervalle, alle Frequenzverhältnisse entsprechen der Obertonreihe bis zum 16. Teilton. Sie wurde in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts formuliert.

Es ist davon auszugehen, dass diese Stimmung zumindest ansatzweise auch vorher schon in Gebrauch war. Sie ist zwar komplexer formuliert als die pythagoreische Stimmung, aber reine Intervalle lassen sich aufgrund ihrer natürlichen Harmonie akustisch erspüren und im Gesang leicht treffen. Insofern ist sie auch eine intuitive Stimmung.

Die reine Stimmung ist jedoch wie die pythagoreische streng genommen auf einen Grundton bezogen. Das Problem ist auch hier ein Komma, in dem Fall das schon in der Antike bekannte *syntonische Komma*<sup>15</sup>. Auf manchen Tonleiterstufen müssen die Frequenzen um dieses syntonische Komma angepasst werden, um ein reines Intervall zu bekommen.

Sänger und Instrumente mit ungebundener Intonation wie z.B. die Zugposaune können dieses Komma flexibel ausgleichen. Die harmonische Wirkung der reinen Stimmung ist so stark, dass sich ihr Ideal bis heute vor allem im unbegleiteten Gesang, aber auch in Ensembles mit Blas- und Streichinstrumenten erhalten hat. Das syntonische Komma ist übrigens einer der Gründe für das bei unbegleiteten Chören häufig auftretende Absinken der Tonhöhe, passend als *Kommafalle* bezeichnet<sup>16</sup>.

## Kompromiss

In der Folge wurde danach gestrebt, die reine Stimmung auch auf in der Tonhöhe fixierten Instrumenten wie den Tasteninstrumenten spielbar zu machen. Instrumente mit mehr als zwölf Tönen bzw. Tasten für die Oktave waren spieltechnisch zu kompliziert und setzten sich nicht durch. Deshalb wurden als Kompromiss alternative zwölfstimmige Stimmungen gesucht.

Verbreitung fanden ab Mitte des 16. Jahrhunderts die *mitteltönigen Stimmungen* mit reinen großen Terzen. Bei der gebräuchlichsten Variante waren die großen Terzen rein, dafür wurden die Quinten um jeweils  $\frac{1}{4}$  des syntonischen Kommas verkleinert; drei große Terzen plus drei syntonische Kommas ergeben eine Oktave. Die mitteltönigen Stimmungen verwirklichten fast vollkommen die reine Stimmung – allerdings nur für eine begrenzte Zahl von Tonarten.

Die große Terz wurde übrigens erst im 14. Jahrhundert als Konsonanz anerkannt, vermutlich weil sie in der pythagoreischen Stimmung kein reines Intervall und nicht wohlklingend war.

---

<sup>15</sup> Das syntonische Komma ist der Unterschied zwischen pythagoreischer Terz und reiner großer Terz. Es ist etwas kleiner als das pythagoreische Komma. Wortbedeutung syntonisch = zusammenstimmend.

<sup>16</sup> Näheres hierzu u.a. in Wikipedia, Stichwort *Eulersches Tonnetz* „Beispiel 2 – Die Kommafalle“ und auf der Homepage von Joachim Mohr: <http://www.kilchb.de/muslekt9.html>

Für den damaligen Alltagsgebrauch war das gut und ausreichend, jedoch wollten die Komponisten auch die restlichen Tonarten erobern. Das gelang mit den *wohltemperierten Stimmungen* von Andreas Werckmeister Ende des 17. Jahrhunderts. Bei der damals gebräuchlichsten von ihnen (Werckmeister III), allgemein als *Werckmeister-Stimmung* bezeichnet, wurden vier Quinten um je  $\frac{1}{4}$  des pythagoreischen Kommas verkleinert, die anderen Quinten blieben rein. Das ging zu Lasten der großen Terzen, die leider etwas vergrößert werden mussten.

Von der reinen Stimmung abweichende Stimmungen mit zumindest reiner Oktave werden generell als *Temperaturen* oder *temperierte Stimmungen* bezeichnet; das Verb temperieren kommt vom lateinischen *temperare*, was so viel wie *richtig bemessen* bedeutet. *Wohltemperiert* ist der Sammelbegriff für Stimmungen, mit denen im Gegensatz zur pythagoreischen und mitteltönigen alle Tonarten spielbar sind. Den Begriff führte Andreas Werckmeister ein, nach ihm gab es aber auch weitere derartige Stimmungen. Johann Sebastian Bach demonstrierte die Vorzüge dieser neuen Stimmungen mit seinem Werk „Das wohltemperierte Klavier“, in dem für jede mögliche Dur- und Moll-Tonart eine Komposition enthalten ist.

## Chromatik

Mitteltönige und wohltemperierte Stimmungen blieben in Konkurrenz, bis sich im 19. Jahrhundert die seit Beginn der Stimmungsdebatte diskutierte und auch hier und da schon praktizierte *gleichstufige Stimmung* durchsetzte, auch *gleichtemperierte Stimmung* oder *gleichschwebende Temperatur* genannt. Begrifflich wird sie manchmal den wohltemperierten Stimmungen zugeordnet, da auch Andreas Werckmeister sie beschrieb. Es setzt sich aber durch, sie eigenständig zu sehen, da sie eine endgültige Abkehr von der reinen Stimmung darstellt.

Bei ihr ist das pythagoreische Komma auf alle Halbtonschritte verteilt, jeder Halbtonschritt hat die gleiche Größe, bis auf die Oktave ist kein Intervall rein<sup>17</sup>. Aufgrund der identischen Halbtonschritte klingt jede Dur- oder Moll-Tonart abgesehen von der Tonhöhe gleich<sup>18</sup>. Bei den vorhergehenden Stimmungen war dies noch nicht der Fall.

Die Durchsetzung der gleichstufigen Stimmung lässt sich mit der kompositorisch zunehmend relevanter werdenden Chromatik begründen, dem Spiel mit allen zwölf Tönen über Tonartgrenzen hinweg, wo der Gleichklang der Tonarten von Vorteil ist.

Die reine Stimmung bleibt jedoch das Ideal. Heute findet man daher neben der erwähnten tatsächlich verwendeten reinen Stimmung oftmals eine Misch-Stimmung aus gleichstufiger und reiner Stimmung. Selbst wenn ein Klavier begleitet, intonieren Sänger und intonationsungebundene Musiker ihre Töne je nach deren harmonischer Funktion etwas höher oder tiefer<sup>19</sup>.

---

<sup>17</sup> Erwähnt sei, dass mit der Entwicklung der gleichstufigen Stimmung auch die Einheit Cent eingeführt wurde als logarithmische Maßeinheit für musikalische Intervalle. Ein gleichstufiger Halbton wird in 100 Schritte (Cent) geteilt, eine Oktave hat 1200 Cent. Mittels dieser Einheit können Tonsysteme und Stimmungen besser verglichen werden. Vgl. Wikipedia, Stichwort *Cent (Musik)*.

<sup>18</sup> Verbleibende Unterschiede sind akustisch bzw. technisch bedingt. Auf einer Geige z.B. klingt eine leere Saite anders als eine gekürzte, also z.B. ein a (Leersaite) anders als f (gekürzte d-Saite).

<sup>19</sup> Entnommen einem Interview mit Werner Mohrlok über das von ihm erfundene Hermode-Tuning (flexible reine Stimmung für elektronische Instrumente): <http://www.cremerseele.de/interview-werner-mohrlok-der-erfinder-des-hermode-tuning>. Wikipedia schreibt zum Stichwort *Streckung (Musik)*, dass die Inharmonizität ebenso wie das Vibrato bei anderen Instrumenten und Sängern kleine Stimmungsstörungen verschleiert. In dem Zusammenhang sei die dort beschriebene Unmöglichkeit erwähnt, ein Klavier exakt zu stimmen; ergänzend hierzu Stichwort *Piano acoustics* im englischen Wikipedia <http://en.wikipedia.org>. Ebenso ist es schwer, mit frei intonierbaren Instrumenten jeden Ton exakt der gleichstufigen Stimmung gemäß zu treffen.

## Tonarten und Affekte

Wenn nun in der gleichstufigen Stimmung alle Tonarten eines Tongeschlechtes prinzipiell gleich klingen, warum steht dann die eine Komposition in G-Dur, die andere in F-Dur? Die Frage führt zu einem abschließenden Exkurs über die *Tonartencharakteristik*. Dabei geht es um Affekte, die mit Tonarten in Verbindung gebracht werden, also Begriffe wie heiter und traurig. Bereits die Griechen verbanden mit ihren Tonleitern Affekte, ebenso war es bei den Kirchentönen, auch für Dur und Moll ist dies geläufig.

Nun unterscheiden sich diese Tonleitern auch auf wesentliche Art durch die jeweilige Position der Halbtöne, die Assoziation mehr oder weniger eindeutiger Affekte ist daher naheliegend und berechtigt. Mit Einführung der temperierten Stimmungen und gleichzeitiger Beschränkung auf Dur und Moll suchte man jedoch auch Charakteristiken für die einzelnen Tonarten der beiden Tongeschlechter. Die aufgrund der ungleichstufigen Stimmung vorhandene geringfügige Unterscheidbarkeit der Tonarten mag dies begünstigt haben. War dieser Versuch aber angesichts der verschiedenen gebräuchlichen Temperaturen schon zweifelhaft, hat sich die Idee auch bei der gleichstufigen Stimmung erhalten. Es verwundert nicht, dass dies umstritten ist und es auch widersprüchliche Deutungen gibt<sup>20</sup>.

Die Tonartwahl dient dem Ausdruck von Affekten, aber letztendlich ergeben sich die mit einer Tonart verbundenen Affekte wohl eher aus der Komposition und nicht umgekehrt. Mit der Einschränkung, dass die Instrumentierung zur Tonartencharakteristik beiträgt, weil manche Musikinstrumente tonartabhängig anders klingen. Auch ist von einer psychologischen Komponente auszugehen, die bei intonationsungebundenem Musizieren zu einem differenzierten Ergebnis führen kann. Die Tonhöhe kann nur bedingt ein Kriterium sein, da der Referenzton (Kammerton) bei Weitem nicht so einheitlich verwendet wird wie gemeinhin angenommen.

Unumstritten ist die relative Tonartencharakteristik, also der Spannungsverlauf beim Wechsel von Tonarten innerhalb eines Stückes; wie erwähnt der eigentliche Grund für die Eroberung der zwölf Grundtöne.

## Rückblick

Vieles bleibt im Dunkel beim Wissen über die alten Stimmungen. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Stimmung der Orgel. Deren schwer veränderbare Grundstimmung war ein Hemmschuh für die Durchsetzung anderer Stimmungen. Nach dem Aufkommen der mitteltönigen Stimmung als erster für die Polyphonie brauchbaren Stimmung wurden die Orgeln bis ins späte 18. Jahrhundert mitteltönig gestimmt, wobei aber wohl jeder Orgelbauer eine Art Hausrezept hatte.

„Da die Stimmung der Orgeln normalerweise zum Aufgabengebiet der Orgelbauer gehörte, ist uns in diesem Bereich wenig überliefert, denn die Orgelbauer hüteten die Geheimnisse ihrer Arbeit, zum einen wegen des Zunftgeheimnisses, das es ihnen nicht erlaube, solche Dinge nach außen zu tragen, zum anderen, um der Konkurrenz keinen Einblick in die eigene Arbeit zu erlauben.“<sup>21</sup> In Orgelbauverträgen und Prüfungsberichten (Abnahmeberichten) brauchte die Stimmung nicht einmal bezeichnet werden<sup>22</sup>.

Der Weg zur heutigen Stimmung war daher lang und wohl auch steinig. Andreas Werckmeister sah sich Anfeindungen ausgesetzt und traute sich nicht, mit seiner Idee einer gleich-

---

<sup>20</sup> Bachs Zeitgenosse Johann Mattheson schrieb „E-Dur drucket eine verzweiflungsvolle oder gantz tödliche Traurigkeit aus“, Hector Berlioz charakterisierte die gleiche Tonart dagegen als „glänzend, prachtvoll, edel“ (Ullstein Musik Lexikon von Friedrich Herzfeld, 1965, Stichwort *Tonartencharakteristik*).

<sup>21</sup> aus der Diplomarbeit „Die Stimmung von Tasteninstrumenten“ von Robert Schröter, 2002:  
<http://www.robertschroeter.de/diplom.pdf>

<sup>22</sup> aus Wikipedia, Stichwort *Mitteltönige Stimmung*

schwebenden Stimmung an die Öffentlichkeit zu treten, weil er sonst „von den Wölfen der Ignoranz gar zerrissen“ worden wäre<sup>23</sup>.

Schon die Einführung der Polyphonie war nicht unumstritten. „Dass wir durch Einführung der begleitenden Harmonie viel gewonnen haben, scheint Rousseau ohne guten Grund zu leugnen. Wenn nur das Rauschen der Harmonie den Gesang nicht verdunkelt, so dient sie ungemein den Charakter und Ausdruck eines Stücks zu verstärken.“<sup>24</sup>

Zur merkwürdigen Entwicklung des Notennamens H mag folgendes Zitat erhellend sein: „In der Kirchentonart *Jonisch* wurde häufig der siebte Ton als Leitton zu C erhöht. Papst Johannes XXII rügte im Jahr 1322 diese ‚Unsitte‘, weshalb häufig B notiert, aber H intoniert wurde.“<sup>25</sup>

Zum Schluss noch einmal zurück zu Pythagoras. Ihm wird die umstrittene These unterstellt, dass es ihm nicht das Anliegen war, musikalische Gegebenheiten durch Messung zu quantifizieren, sondern vielmehr darum, symbolische Beziehungen zwischen Zahlen und Tönen zu finden und so die Musik ebenso wie die Mathematik in das Gebäude seiner Kosmologie einzuordnen<sup>26</sup>.

In der Tat – die Übereinstimmung der Zahl der sich zum Kreis schließenden zwölf Quinten mit z.B. den zwölf Monaten des Jahres oder den zwölf Sternkreiszeichen scheint wie ein kosmologisches Gesetz. Seltsamerweise entzieht sich jedoch das pythagoreische Komma ähnlich wie die Kreiszahl  $\pi$  (Pi) der mathematischen Genauigkeit.

Und wie sich der Quintenzirkel um eben dieses Komma nicht schließt, schließt sich auch unser 365 Tage währendes Jahr nicht mit den 360° des idealen Kreises. Beide Proportionen sind sich jedoch frappierend ähnlich: Das pythagoreische Komma ist ungefähr gleich dem Schwingungsverhältnis zum 74. Teilton, also  $74:73 = 1,0136$ ; das Verhältnis vom Jahr zum Kreis ist  $365:360 = 1,0138$ <sup>27</sup>.

Quellenangabe:

Verwendet wurden vorwiegend Informationen aus [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de), neben den bereits in Fußnoten genannten insbesondere die Stichworte Oberton, Stimmung (Musik), reine Stimmung, Kirchentonart, pythagoreisches Komma, Andreas Werckmeister, Tonartencharakter.

Zahlreiche Verbesserungen und Ergänzungen verdanke ich der Diskussion im Musiker-Board: <http://www.musiker-board.de/musikwissenschaft-muth/570388-geheimnis-schwarzen-tasten.html>, an der sich auch Jens Jöhler beteiligte, der Autor des Buches „Die Stimmung der Welt. Der Bach-Roman“ (Alexander Verlag, 2013), das mich zu der vorliegenden Ausarbeitung angeregt hat.

Die Angabe von Internetlinks bezieht sich auf das Abfassungsdatum dieser Arbeit (siehe Fußzeile).

---

<sup>23</sup> Andreas Werckmeister in seinem Werk „Musicalische Paradoxal-Discourse“, S. 113: [http://reader.digitale-sammlungen.de/de/fs2/object/display/bsb10527832\\_00121.html](http://reader.digitale-sammlungen.de/de/fs2/object/display/bsb10527832_00121.html). Einen guten Einblick in die Stimmungsdebatte gibt auch Dobozi, Bálint, Vergleich verschiedener wohltemperierter Stimmungen, Proseminararbeit, Universität Zürich, Zürich 2000: <http://www.fres.ch/bd/content/music/bach.html>

<sup>24</sup> Johann Georg Sulzer, „Allgemeine Theorie der Schönen Künste“, 1771: <http://www.textlog.de/7463.html>

<sup>25</sup> Ludwig Riemann, 1896, „Populäre Darstellung der Akustik in Beziehung zur Musik“ S.121, zitiert aus den Einzelnachweisen des Wikipedia-Artikels *Guido von Arezzo*

<sup>26</sup> nachzulesen in Wikipedia, Stichwort *Pythagoras*

<sup>27</sup> aus dem Aufsatz „Musikgeschichte – harmonikal betrachtet“ von Norbert J. Schneider in Harmonik & Glasperlenspiel, Beiträge #93, München 1994:

[http://www.harmonik.de/harmonik/vtr\\_pdf/Beitraege9307Schneider.pdf](http://www.harmonik.de/harmonik/vtr_pdf/Beitraege9307Schneider.pdf)