

Die Stärke und damit die Wahrnehmung der Obertöne nimmt mit zunehmender Entfernung vom Grundton ab. Die Partialtonreihe entspricht der sog. *Naturtonreihe*. Diese erklingt z.B. in den Blechblasinstrumenten ohne Zuhilfenahme von Ventilen oder Zügen, wobei der Grundton nicht bei allen Instrumenten anspricht.

Eine der Obertonreihe analoge *Untertonreihe* ist zwar mathematisch-physikalisch berechenbar, in der Musik jedoch kaum genutzt (Untertongesang).

6 Der Akustiker bezeichnet im Gegensatz zum »reinen« Ton die hörbare Summe von Grundton und Obertönen als *Klang*. Im allgemeinen Sprachgebrauch, auch dem der Musiker, wird dafür jedoch der Begriff *Ton* verwendet – Klang definiert dann das gleichzeitige Hörergebnis von zwei oder mehreren Tönen, den Zusammenklang, akustisch den Mehrfachklang. Der »musikalische« Ton stellt also eine komplexe Erscheinung dar.

In einem weiteren Sinne bedeutet »Ton« Ausdruck einer subjektiv empfundenen Klanglichkeit: die Stradivari-Geige hat einen »schönen, warmen Ton«, der Blues-Sänger verfügt über einen »rauen, rauhen Ton« usw.

Trotz aller hinzugefügten Teilschwingungen bleibt die Frequenz des Grundtons so dominierend, dass unserer Hörsinn dessen Tonhöhe eindeutig zuordnet. Anzahl, Stärke und Zeitdauer der mitschwingenden Obertöne sind bei jedem Instrument und den differenzierten Spielweisen, aber auch bei jedem gesungenen oder gesprochenen Vokal unterschiedlich und bilden das typische *Klangspektrum*. Sie bestimmen entscheidend die *Klangfarbe*, die jedoch auch von Bau und Material der Instrumente, von den Ein- und Ausschwingvorgängen u.a. Faktoren abhängt. Von Bedeutung ist hierbei die *Resonanz* (*resonantia*, lat. = Widerhall): Der Resonanzkörper der Streich- und Zupfinstrumente bzw. der Resonanzboden im Flügel verstärkt nicht nur den Schall, sondern lässt auch bestimmte Frequenzbereiche innerhalb der Obertöne (*Formante* genannt) hervortreten. So kommt es, dass ein Ton von gleicher Höhe und Stärke auf verschiedenen Instrumenten unterschiedlich klingt – das trifft natürlich auch durch die individuelle Formung von Stimmbändern, Mund-, Nasen- und Rachenraum auf die menschliche Sprech- und Singstimme zu. Oft enthält der Ton bzw. Klang auch einige nichtperiodische Schwingungen, also Geräuschanteile, die z.B. beim Anschlagen oder Anblasen entstehen. Neben Höhe, Dauer und Stärke gehört die Klangfarbe zu den grundlegenden, charakteristischen Eigenheiten eines Tones.

Unter dem Begriff *Sound* (engl. = Klang) findet die Klangfarbe in der Rock- und Popmusik in einem erweiterten Sinne Anwendung, da sie durch die meist elektronische Klangerzeugung und -verstärkung sowie durch Klangmanipulation und den Einsatz zahlreicher Effektgeräte ein stilprägendes Element bildet.

7 Das aus unregelmäßigen, aperiodischen Schwingungen resultierende *Geräusch* hat keine exakt bestimmbare Tonhöhe. Frequenz und Stärke seiner Bestandteile ändern sich zeitlich und unterliegen nicht einer geregelten Gesetzmäßigkeit. Die Teilschwingungen bilden kein ganzzahliges Verhältnis, es entstehen *unharmonische Obertöne*. In unseren Hörempfindungen ordnen wir einen plötzlich auftretenden kräftigen Schallimpuls ohne erkennbare Tonhöhe als *Knall* ein. In der Musik der vergangenen Zeit waren Geräusche, abgesehen von den rhythmusgebenden bzw. -verstärkenden Schlaginstrumenten, meist nur als illustratives Element eingesetzt, z.B. Peitschenknall, Donner, Sturm, Pferdegetrappel und Vogelgezwitscher. Erst seit dem 20. Jh. bilden Geräuschanteile in der zeitgenössischen Musik, besonders im Elektronik- und Popmusikbereich, ein bereicherndes kompositorisches Element.

Das Gehör

8 Über das schallübertragende Medium *Luft* (↑ 2) erreichen die Schwingungen des Schallerregers unser *Ohr*. Im Innenohr erfolgt die Umwandlung der akustischen Reize in nervöse Impulse, die im Hörzentrum der Großhirnrinde, dem auditiven Cortex, geordnet und verarbeitet werden. Ein gesundes menschliches Ohr nimmt Schwingungen von ca. 16 Hz in der Tiefe bis etwa 20.000 Hz im oberen Bereich wahr, mit zunehmendem Alter abnehmend. Töne um 16 Hz, z.B. die tiefsten Pedaltöne der Orgel, erscheinen uns jedoch nur als vibrierendes Brummen. Dagegen wirken die sehr hohen Töne der Pikkoloflöte um 3.500 Hz auf uns schrill und zum Teil schon schmerzhaft. Noch höhere Frequenzen werden als Grundtöne wenig genutzt, sie bleiben den mitschwingenden Obertönen vorbehalten. Ein auf beiden Ohren gesunder und im Hören geübter Mensch kann im mittleren Tonbereich Differenzen bis ein Sechzigstel eines Ganztonschritts, also um 3 Hz, feststellen. Ebenso vermag er etwa 325 Lautstärken oberhalb der Hörschwelle und unterhalb der Schmerzgrenze auseinander zu halten.

Ein gutes, für die musikalischen Belange geschultes Gehör ist für jeden Musiker unerlässlich. Man unterscheidet:

- das *absolute Gehör* – auch Tonhöhengedächtnis; das seltener anzutreffende exakte Benennen einzelner Tonhöhen und Tonarten (passives absolutes Gehör) bzw. Ansingen von Noten ohne Klangvorgabe und äußere Hilfsmittel (aktives absolutes Gehör);
- das *relative Gehör* – das für jeden Musiker unbedingt notwendige Erfassen von Intervallen, Leitern, Klängen, Harmonien, Rhythmen, Formabläufen usw. in vergleichender Beziehung zueinander;
- das *innere Gehör* – die durch langjährige Erfahrung und Übung erworbene Fähigkeit, einen Notentext stumm, nur in der eigenen Klangvorstellung mit den entsprechenden vokalen und instrumentalen Klangfarben zu »hören«.

Der Stimmton

9 Grundlage beim Musizieren mit mehreren Instrumenten oder beim Chorgesang ist ein einheitlicher Bezugspunkt zum Einstimmen – der *Stimmton*, auch *Kammer-* oder *Normalton*. Er unterlag in seiner Tonhöhe im Verlauf der Musikgeschichte beträchtlichen Schwankungen. So gab es neben dem Kammerton (für die kleinen Ensembles an den Höfen) z. B. den Chor- bzw. Kapellton für Sänger, den Opernton und für die Stadtpfeifer den Cornettton.

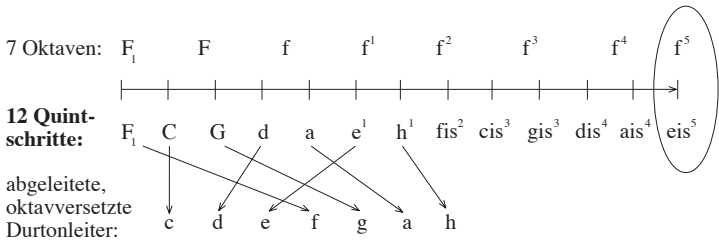
Voraussetzung für die Vorgabe einer einheitlichen Tonhöhe war die Erfindung der *Stimmgabel* 1711 durch den Engländer John Shore. 1788 betrug das a^1 der Pariser Stimmung 409 Hz, 1858 das der Wiener Stimmung 435 Hz. 1939 legte man den Stimmton auf einer internationalen Konferenz in London neu fest: $a^1 = 440$ Hz bei einer Temperatur von 20° C (bestätigt durch den Europarat 1971). Gegenwärtig bevorzugen die Musiker aus Gründen der Klangbrillanz meist eine noch höhere Frequenz. Besonders bei Aufführungen auf historischen Instrumenten ist es wichtig zu wissen, nach welcher Frequenz seinerzeit eingestimmt wurde (z. B. um 415 Hz für barockes, um 430 Hz für klassisches Instrumentarium).

Während im sinfonischen und kammermusikalischen Bereich der Oboist oder der Konzertmeister das a^1 vorgibt, stimmen Bläsergruppen und Blasorchester aufgrund der transponierenden Instrumente (↑ 437 f.) oft nach dem Ton b^1 ein.

Stimmung und Tonsystem

10 Die *Stimmung* legt das Verhältnis der Frequenzen von Tönen zueinander fest, bezogen auf ein Tonsystem (↑ 12). Das exakte Berechnen von Frequenzen bzw. das Festlegen von Tonhöhen erfordert einen Bezugston, z. B. den Stimmtton (↑ 9). Im Verlaufe der abendländischen Musikentwicklung und des damit verbundenen Wandels des Klangideals gab es viele Versuche mit unterschiedlich berechneten Stimmungen, die zwar alle gewisse Vorteile, aber auch einige Nachteile in Klang und Zusammenspiel mit sich brachten – je reiner die Stimmung *einer* Tonart, desto unreiner klangen die anderen mit zunehmender Entfernung der Grundtöne im Sinne des Quintenzirkels (↑ 183 f.).

- Die *pythagoreische Stimmung*, benannt nach dem griechischen Philosophen und Mathematiker Pythagoras (um 570 – um 500 v. Chr.), basiert auf der reinen Quinte im Schwingungszahlverhältnis 2 : 3. Pythagoras reihte für die Berechnung zwölf Quinten aneinander und erreichte sieben Oktaven höher den Ausgangston – die 12. Quinte (eis^5) entspricht der 7. Oktave (f^5).



Rechnerisch ergibt sich jedoch eine Differenz: eis^5 ist um 23,46 Cent (↑ 12) – also einen knappen temperierten Achtelton – höher als f^5 . Diese Abweichung nennt man *pythagoreisches Komma* (Quintkomma). Sie führt auch bei anderen Intervallen zu Unreinheiten. In der Konsequenz dieser Berechnung schließt sich der Quintenzirkel nicht wirklich, da fis und ges durch das genannte Komma voneinander abweichende Frequenzen haben (↑ 184) – fis ist höher als ges , die Gleichsetzung erfolgte später in der gleichstufigen Stimmung (↑ 11). Dennoch war das pythagoreische System bis ins Mittelalter hinein gültig, erst mit dem Aufkommen des mehrstimmigen Musizierens musste nach anderen Lösungen gesucht werden.

- Die *reine* (auch natürlich-harmonische) *Stimmung* ist in der naturgegebenen Gesetzmäßigkeit der Partialtonreihe (↑ 5) begründet. Didymos (um 65 v. Chr. – um 10 n. Chr.) bezieht sich in seinen Berechnungen auf die »Naturterz« im Schwingungsverhältnis 4 : 5 (Pythagoras gewann seine Terz aus vier Quintschritten, siehe Abb. S. 16). Nachteilig waren nunmehr zwei unterschiedlich große Ganztonschritte im Verhältnis 8 : 9 (c zu d, f zu g, a zu h) und 9 : 10 (d zu e, g zu a) mit einer Differenz von 21,5 Cent (= *syntonisches* oder *didymisches Komma*, Terzkomma).

Reine Stimmung lässt auf Instrumenten mit fixierten Tonhöhen letztlich nur das Musizieren in der Tonart zu, auf deren Grundton sie aufbaut. Modulationen (↑ 282) in entferntere Tonarten klingen unbefriedigend. Auf Tasteninstrumenten müssten, um in unterschiedlichen Grundtonarten klangschön spielen zu können, für einzelne Töne zwei oder mehr Tasten vorhanden sein (entsprechende Konstruktionen setzten sich jedoch nicht durch).

11 Es gab immer wieder Überlegungen, die spieltechnischen Probleme bei Anwendung der pythagoreischen und der reinen Stimmung zu minimieren und einen vertretbaren rechnerischen Ausgleich zwischen den Intervallen herzustellen, um vor allem auf Tasten- und Lauteninstrumenten in möglichst vielen Tonarten musizieren zu können. Diese Versuche, die hier nur in Auswahl beschrieben werden, führten zu den *Temperaturen* (*temperatura*, lat. = richtige Mischung).

- Schon im 16. Jh. verwendete man *mitteltönige Temperaturen*. Die gebräuchlichste Variante basiert auf acht reingestimmten großen Terzen (damit auch auf einheitlichen Ganztonschritten), aber temperierten Quinten. Das Musizieren in der Renaissance beschränkte sich so meist auf die Tonarten Es-, B-, F-, C-, G-, D-, A- und E-Dur, ohne enharmonische Verwechslung von Tönen (↑ 62 f.), da die schwarzen Tasten nur auf cis, es, fis, gis und b gestimmt waren. Mitteltönige Temperaturen blieben, besonders im Orgelbau, bis ins 19. Jh. in Gebrauch.
- Die *ungleichstufigen* (ungleichschwebenden) *Temperaturen*, auch bekannt als *wohltemperierte Stimmungen*, kamen in den letzten Jahrzehnten des 17. Jh. auf. Sie wurden im Ensemblespiel notwendig und ließen, wenn auch mit Einbußen im Klang, das Musizieren in allen Tonarten zu. In diesen Temperaturen ging es vor allem um den Ausgleich von reingestimmten Terzen und Quinten, um