

# Geschichte der Orgelstimmungen

von Roland Eberlein

## I. Die Pythagoreische Stimmung

Die älteste in der europäischen Musikgeschichte nachweisbare Stimmungsweise ist die sogenannte „Pythagoreische Stimmung“. Sie ist benannt nach Pythagoras, dem griechischen Philosophen und Mathematiker im 6. Jahrhundert vor Christus. Pythagoras war aber nicht ihr Erfinder; die Stimmung ist noch viel älter und scheint schon tausend Jahre zuvor im Babylonischen Reich gebraucht worden zu sein: Auf einer Tontafel aus Ur in altbabylonischer Keilschrift (altbabylonische Periode: 1850-1531 v.Chr.) ist eine Stimmanweisung für die Harfe erhalten; sie beschreibt bereits ein siebenstufiges Tonsystem mit Ganz- und Halbtonschritten, die mittels reiner Quinten und Quartan gestimmt werden.<sup>1</sup> Dies ist genau das, was heute als Pythagoreische Stimmung bezeichnet wird.

Dieses Stimmverfahren wurde offensichtlich entwickelt, um Saiteninstrumente mit abgestimmten Ein-Ton-Saiten wie die Harfe, die Lyra, die Kithara und ähnliche Instrumente rasch und präzise einstimmen zu können. Denn diese Instrumente hielten die Stimmung der Saiten nicht lange und mußten daher stets vor dem Spiel neu gestimmt werden. Um sie rasch und präzise einstimmen zu können, nutzte man das akustische Phänomen der Schwebungen: Immer dann, wenn zwei gleichzeitig erklingende Töne einem einfachen ganzzahligen Frequenzverhältnis nahe kommen, aber nicht genau entsprechen, sind Schwebungen zu hören, die umso langsamer werden, je näher die beiden Töne dem ganzzahligen Verhältnis kommen, und bei genauem Erreichen des ganzzahligen Verhältnisse völlig verschwinden. Durch Beseitigung der Schwebungen lassen sich also bestimmte Intervallgrößen sehr rasch und einfach immer wieder herstellen, was bei anderen Intervallgrößen kaum gelingt. Daher lag es nahe, dieses Schwebungsphänomen auszunutzen, um die Saiten in für die damalige Musikpraxis geeignete Intervalle einzustimmen. Besonders gut hörbar sind Schwebungen bei Abweichungen von den einfachsten ganzzahligen Frequenzverhältnissen 1:1 (dem Einklang), 1:2 (die Oktave), 2:3 (die Quinte) und 3:4 (die Quarte). Von daher lag es für die Instrumentalisten nahe, sich genau dieser Verhältnisse zu bedienen, um die Saiten rasch und replizierbar einzustimmen. Bei Beschränkung auf sechs aufeinanderfolgende Quint- und Quartschritte ergab sich automatisch und zwangsläufig ein Tonsystem mit sieben Tönen, die eine Tonleiter mit Ganz- und Halbtonschritten bilden, wie wir sie heute noch kennen und verwenden.

Die Pythagoreische Stimmung ist also nicht von Pythagoras erfunden worden. Sie ist uns aber auch nicht von Pythagoras überliefert worden, denn es sind keine Schriften von Pythagoras erhalten. Vielmehr sind erste Beschreibungen von Anhängern der pythagoreischen Lehre überliefert, insbesondere dem Pythagoreer Philolaos von Kroton (5. Jh. v. Chr.).

Nach der Erfindung der Orgel in der griechischen Antike, möglicherweise durch den Gelehrten und Techniker Ktesibios in Alexandria um ca. 250-270 vor Christus, wurde die Pythagoreische Stimmung mit einiger Wahrscheinlichkeit auch auf dieses neue Instrument angewendet, auch wenn dies nicht zweifelsfrei zu belegen ist.

Durch den umfangreichen Musiktraktat „De musica libri quinque“ von Boethius (um 480-525 n.Chr.) wurde das pythagoreische Stimmverfahren an die mittelalterlichen Musiktheoretiker überliefert, so daß in einer Anzahl von mittelalterlichen Traktaten ebenfalls die pythagoreische Stimmung beschrieben wird.

---

<sup>1</sup>Bo Lawergren: Mesopotamien, in: Die Musik in Geschichte und Gegenwart, 2. Ausgabe hg. v. Ludwig Finscher, Sachteil Bd. 6, Kassel u.a. 1997, Sp. 140-141.

Spätestens seit der spätrömischen Zeit, vielleicht aber schon in griechischer Zeit, kam zu den ursprünglich sieben Tonstufen noch eine achte Tonhöhe hinzu, weil die siebte Tonstufe in Gesängen in zwei unterschiedlichen Tonhöhen intoniert wurde, nämlich in aufsteigender Bewegung höher als in absteigender Bewegung, entsprechend unserem b und h. Diese acht Töne wurden als eine Folge von sieben reinen Quinten oder Quartan gestimmt, entweder von b aufsteigend bis h oder von h absteigend bis b. Sie entsprachen also diesem Ausschnitt aus dem Quintenzirkel: b – f – c – g – d – a – e – h.

Im 13. und frühen 14. Jahrhundert wurden die bislang fehlenden chromatischen Halbtöne nach und nach eingeführt, um den sich aus der damaligen Tonsatzlehre ergebenden Regeln zur Anwendung von „musica ficta“ (also Akzidenzien) entsprechen zu können. Beispielsweise sollte eine Terz, die sich in Gegenbewegung der Stimmen in eine Quinte auflöst, als große Terz intoniert werden, auch wenn die Tonleiter an dieser Stelle eine kleine Terz vorsieht. Entsprechend sollte eine Sexte, die sich in Gegenbewegung der Stimmen in die Oktave auflöst, eine große Sexte sein, auch wenn diese nicht leitereigen ist. Beide Regeln machten die Töne fis, cis, gis und eventuell dis notwendig. Der Ton es wiederum wurde zur Vermeidung der verminderten Quinte e-b benötigt. Die Einführung der Akzidenzien hatte zur Folge, daß bei der Orgel nun um den ganzen Quintenzirkel herum gestimmt werden mußte. Für die bisher fehlenden Halbtöne cis/des, dis/es, fis/ges und gis/as gab es drei Möglichkeiten der Einstimmung:

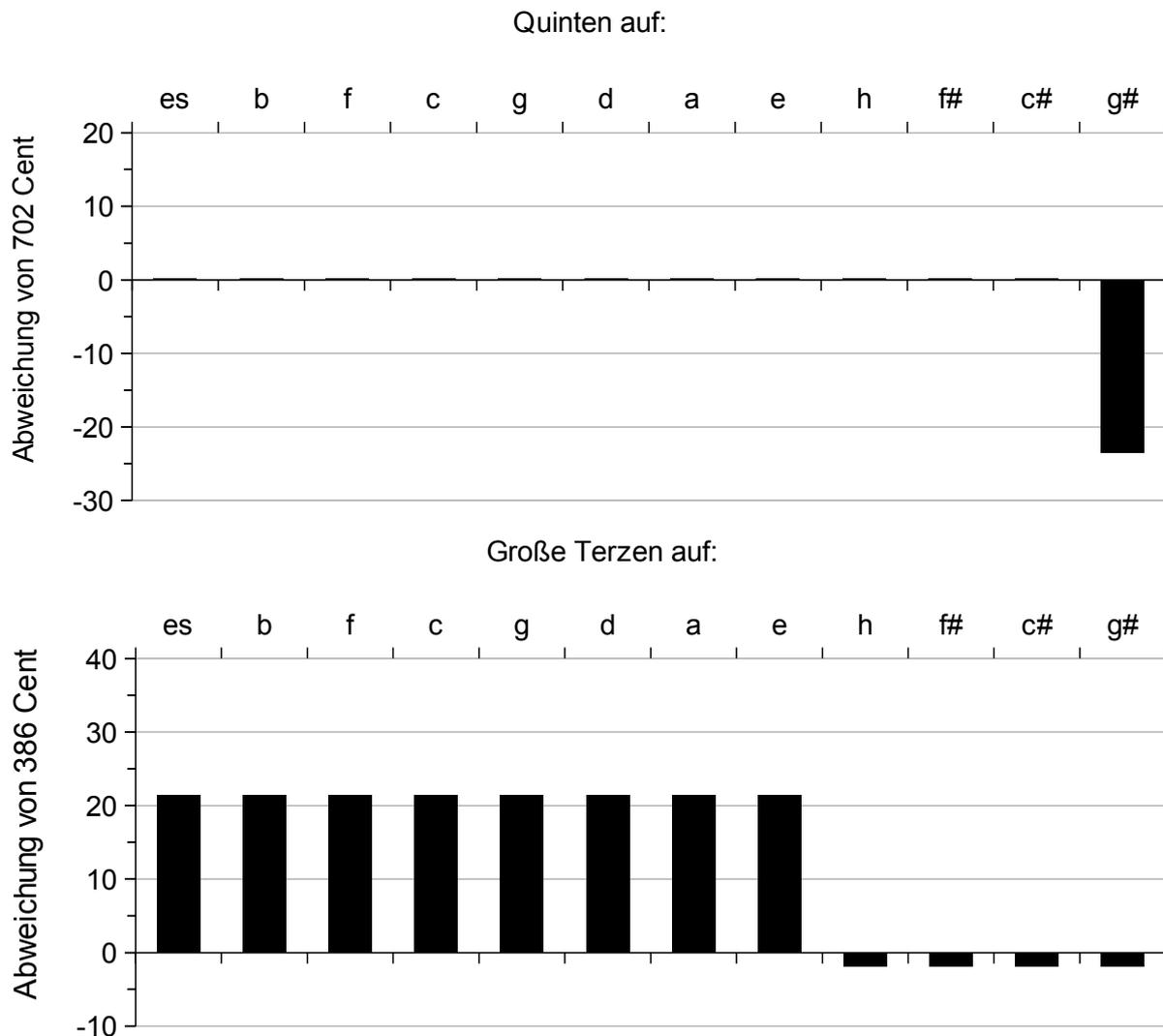
- a) als Fortsetzung des Quintenzirkels aufwärts ab h (ergibt fis, cis, gis, dis), oder
- b) als Fortsetzung Quintenzirkels abwärts ab b (ergibt es, as, des, ges), oder
- c) in beide Richtungen fortschreitend, z.B. von b zu es und as, von h zu fis und cis.

Je nach dem, welche Strategie angewendet wird, liegt die nicht stimbare Restquinte entweder zwischen es und b oder zwischen h und fis oder im Quintenzirkel irgendwo dazwischen.

Die früheste überlieferte Orgelmusik aus dem Robertsbridge Codex (ca. 1320) setzt voraus, daß diese unstimmbare Restquinte zwischen es/dis und gis/as liegt; die achtstufige Leiter wurde also nach Variante c) erweitert: von b abwärts bis es, von h aufwärts bis gis, so daß eine Quintenreihe es bis gis entsteht. Allerdings enthält der Robertsbridge Codex keine Stimmanweisung; die Quintenreihe es bis gis wird nur durch die verwendeten Quinten nahegelegt. Die Monochordteilung von Hugo Spechtshart von Reutlingen (1285-1360ca.) („de monochordo“) sieht aber tatsächlich eine Quintenreihe es bis cis vor (gis/as wird noch ausgelassen).

### Pythagoreische Stimmung (nach Robertsbridge Codex um 1320)

Cent: C 0; c# 114; d 204; es 294; e 408; f 498; f#612; g 702; g# 816; a 906; b 996; h 1110; c 1200



11 Quinten sind in dieser Stimmung völlig rein, d.h. sie weisen das Frequenzverhältnis 3:2 auf. Rechnet man dieses Verhältnis 3:2 um in das von Alexander Ellis im ausgehenden 19. Jahrhundert entwickelte Maß „Cent“, das nach der Formel berechnet wird:  $\text{Centwert} = 1200 \cdot \log_2(f_2/f_1)$  und dem temperierten Halbtonschritt den Wert 100, der reinen Oktave den Wert 1200 zuordnet, so ergibt sich für das Frequenzverhältnis 3:2 das Intervallgrößenmaß 701,955 Cent (also rund 702 Cent). Die letzte, zwölfte Quinte des Quintenzirkels auf gis oder as hingegen ist viel zu klein; sie weicht um rund 23,5 Cent von der reinen Quinte ab. Dies ergibt sich zwangsläufig aus mathematischen Gründen: 11 reine Quinten 3:2 übereinander ergeben insgesamt die Intervallgröße  $11 \cdot 701,955 \text{ Cent} = 7721,505 \text{ Cent}$ . Für die zwölfte Quinte, die sich automatisch als Restintervall zur siebten Oktave des Ausgangstons (= 8400 Cent) ergibt, bleiben folglich nur 678,495 Cent; dies ist um 23,46 Cent kleiner als die reine Quinte 3:2 von 701,955 Cent. Die Differenz von 23,46 Cent wird als „pythagoreisches Komma“ bezeichnet.

Das untere Diagramm zeigt, wie stark die 12 großen Terzen dieser Stimmung von der reinen großen Terz 5:4 (rund 386 Cent) abweichen. Die ersten acht Terzen in der Reihenfolge des aufsteigenden Quintenzirkels ab es sind um 21,5 Cent größer als die reine Terz 5:4. Dies ergibt sich dadurch, daß diese Terzen durch je vier reine Quinten 3:2 oder zwei Ganztöne 9:8 (= 203,91 Cent) gebildet werden:  $2 \cdot 203,91 \text{ Cent} = 407,82 \text{ Cent}$ ; die Differenz zur reinen Großen Terz 5:4 mit 386,31 Cent beträgt also 21,51 Cent; diese Differenz wird als „syntonisches Komma“ bezeichnet. Diese Terzen klingen recht verstimmt und „gespannt“. Dies war jedoch kein Pro-

blem, weil die Terzen noch nicht als Konsonanzen galten und im mehrstimmigen Satz nur als Dissonanz geduldet wurden, sofern sie in die nächstliegende Konsonanz fortgeführt und aufgelöst werden. Die gespannt klingenden pythagoreischen Terzen mögen diese Fortsetzungserwartungen noch unterstrichen haben, also musikalisch passend erschienen sein. Die vier letzten Terzen auf h, fis, cis, gis enthalten statt einer reinen Quinte die verkleinerte Quinte gis-es und sind daher um 23,5 Cent kleiner als die übrigen Terzen; dadurch sind sie fast rein und weichen nur um 2 Cent von der reinen Terz ab. Die großen Terzen auf h, fis, cis und gis kamen jedoch in der damaligen Musikpraxis kaum vor.

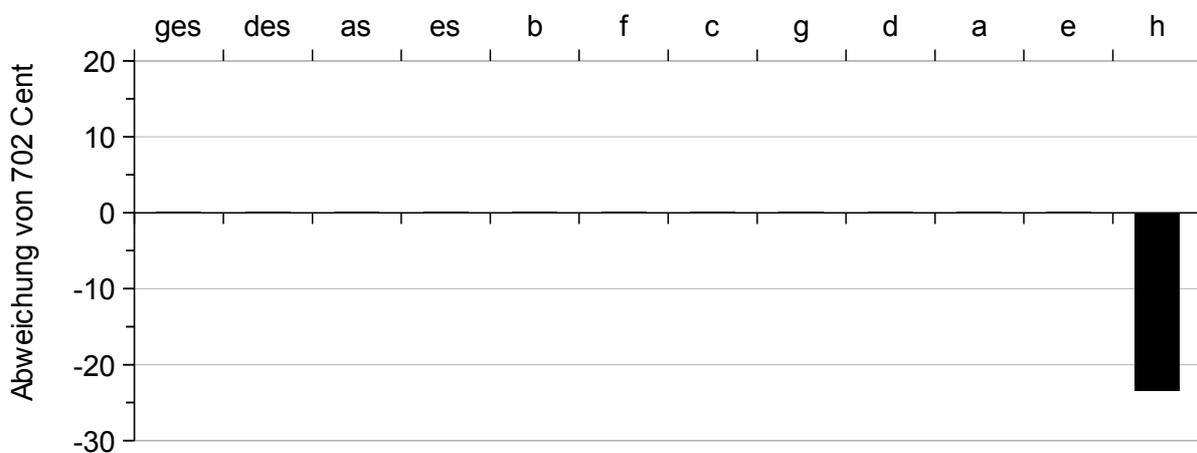
Bei dieser Form der Pythagoreischen Stimmung mit einer Quintenkette es bis gis ist es allerdings nicht geblieben. Im 15. Jahrhundert änderte sich die Stimmpraxis: So beschreibt Georgio Anselmi (um 1386 – um 1443) in dem Traktat „De musica“ eine Quintenkette ges bis h.

Der Instrumentenbau-Traktat des Henri Arnaut (um 1440) konstruiert die Mensurtafel einer Orgel beginnend mit H in aufsteigenden Quinten mit Längenverhältnis 3:2; demnach läge die Wolfsquinte zwischen e und h. Aber in der Originalzeichnung der Mensurtafel ist die Länge für H anschließend so vergrößert worden, daß H eine reine Quarte unter e liegt. Die Wolfsquinte liegt also zwischen h und ges; es handelt sich um eine Quintkette ges bis h wie bei Georgio Anselmi. Aus Arnauts Clavichordbeschreibung geht ebenfalls eine Quintenreihe ges bis h hervor.

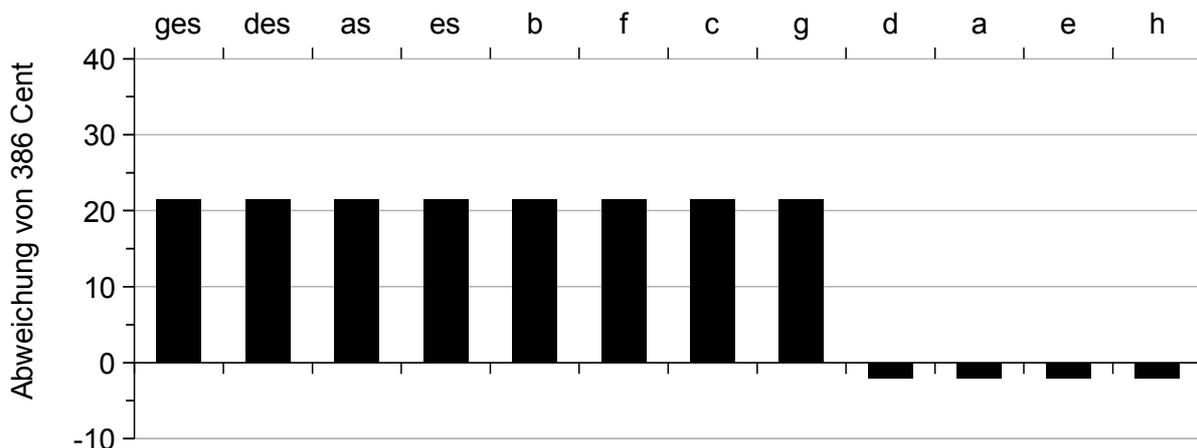
### Pythagoreische Stimmung (nach Anselmi/Arnaut/Keck/Galliculus)

Cent: C 0; c# 90; d 204; es 294; e 408; f 498; f#588; g 702; g# 792; a 906; b 996; h 1110; c 1200

Quinten auf:



Große Terzen auf:



Die Quintkette ges bis h beschreiben auch Johannes Keck (um 1400-1450) im „Introductorium musicae“ und Johannes Galliculus (um 1415-1473) in „Ritus canendi vetustissimus et novus“. Die Quintenkette ges bis h scheint also weit verbreitet gewesen zu sein.

Vorteil dieser Anordnung der Quintenreihe könnte gewesen sein, daß dadurch die vier fast reinen Terzen von 384,3 Cent auf die Intervalle d-fis, a-cis, e-gis und h-dis zu liegen kommen. Diese Terzen kommen in der damaligen Musik tatsächlich vor. Die Dreiklänge auf g, d und a sind also fast rein; der Dreiklang auf h ist allerdings unbrauchbar wegen der Quinte, wurde aber auch nicht als Konsonanz benötigt, sondern nur als Strebeklang d-fis-h nach c-g-c'. Anscheinend versuchte man also im 15. Jahrhundert, die quasi-reinen Terzen der pythagoreischen Stimmung so zu legen, daß sie musikalisch verwendet werden konnten.

Anlaß hierfür war die nach 1400 zunehmende Bedeutung der Terzen in der Musikpraxis. Seit der Mitte des 13. Jahrhunderts wurden die Terzen und die große Sexte, seit dem 14. Jh. auch die kleine Sexte als „imperfekte Konsonanzen“ bezeichnet. Damit war jedoch nur gemeint, daß diese Intervalle eigentlich Dissonanzen sind, aber geduldet werden, wenn sie in bestimmter Weise in die perfekten Konsonanzen aufgelöst werden. Sie hatten damit einen ähnlichen Status wie heute noch die Septime im Dominantseptakkord, die ja auch eigentlich eine Dissonanz ist, aber bei korrekter Auflösung geduldet wird. Dieser Status der Terzen und Sexten als Dissonanzen, die unter bestimmten Bedingungen geduldet werden, änderte sich, als ab ca. 1428 die sogenannte „Fauxbourdon“-Praxis aufkam. Bei dieser Improvisations- und Kompositionspraxis wurden vorgegebene Melodien harmonisiert, indem Unterstimme (oft Melodieträger) und Oberstimme jede Phrase in der Oktave begannen, dann in Sextenparallelen fortschritten und als Schlußklang jeder Phrase wieder eine Oktave ausführten. Die Mittelstimme wurde in Quartparallelen zur Oberstimme geführt, so daß beliebig lange Terzsextakkordketten entstanden, die mit einem Quintoktavklang begannen und endeten. Bei einer solchen Praxis sind Terzen und Sexten keine geduldete Dissonanzen mehr, sondern werden eindeutig als Konsonanzen gebraucht. Ab der Mitte des 15. Jahrhunderts wurde dieses Improvisations- und Kompositionsmodell weiterentwickelt zum vierstimmigen Fauxboudon oder Falsobordone: Bei diesem Satzmodell werden Tenor und Diskant wieder in Sextenparallelen geführt, die mit der Oktave beginnen und enden. Dazu tritt eine Baßstimme, die im Einklang (oder der Unteroktave) zum Tenor beginnt, dann immer abwechselnd Quinte – Terz – Quinte – Terz etc. zum Tenor erklingen läßt und am Ende einer Phrase von der Quinte in die Oktave oder den Einklang zum Tenor schreitet. Dazu kann eine vierte Altstimme treten, die in der Quinte zum Tenor beginnt, dann abwechselnd Quarte – Terz – Quarte – Terz etc. zum Tenor erklingen läßt und schließlich wieder in der Quinte zum Tenor endet. Das Resultat dieser Intervallschichtungen ist ein Satz, der (aus heutiger Sicht) ausschließlich aus vollständigen Dreiklängen in Grundstellung besteht. Auch hier ist die Terz eindeutig keine Dissonanz, sondern Konsonanz. Dieses Satzmodell wurde in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts praktisch allgegenwärtig und veränderte den Kompositionsstil völlig. Fortan bestand nahezu alle komponierte Musik praktisch ausschließlich aus vollständigen Dreiklängen in Grundstellung, auch solche Kompositionen, die nicht nach diesem Satzmodell gestrickt waren: Stets dominierten die Harmoniefolgen, welche der vierstimmige Fauxboudon automatisch produzierte und welche sich durch den häufigen Gebrauch dieses Satzmodells in Psalmmodien, weltlicher Tanz- und Unterhaltungsmusik, Odenvertonungen und (später) in Harmonisierungen von calvinistischen Psalmgesängen und protestantischen Kirchenliedern eingepreßt hatten. Im späten 15. Jahrhundert schließlich wurden die Terzen auch in den Schlußakkord aufgenommen; spätestens von da ab waren die Terzen tatsächlich den perfekten Konanzen Einklang, Oktave und Quinte gleichgestellt.

Es ist klar, daß die Pythagoreische Stimmung mit nur vier quasi-reinen Terzen und acht sehr gespannt und unrein klingenden Terzen in einer Musikpraxis, in der die Terz als Konsonanz der Quinte gleichgestellt ist, nicht wirklich befriedigen konnte. Und so wurden spätestens ab dem ausgehenden 15. Jahrhundert Alternativen zur Pythagoreischen Stimmung gesucht, die möglichst viele reine oder fast reine Terzen aufweisen sollten. Dieser Forderung entsprach die sogenannte „mitteltonige Stimmung“ am besten; sie setzte sich (mit mancherlei Varianten) ab ca. 1520 nach und nach in ganz Europa durch und verdrängte die Pythagoreische Stimmung vollständig.

**Literatur:**

Franz Josef Ratté: Die Temperatur der Clavierinstrumente. Quellenstudien zu den theoretischen Grundlagen und praktischen Anwendungen von der Antike bis ins 17. Jahrhundert. Kassel: Bärenreiter 1991.

Publiziert auf: <http://www.walcker-stiftung.de/Orgelstimmungen.html>