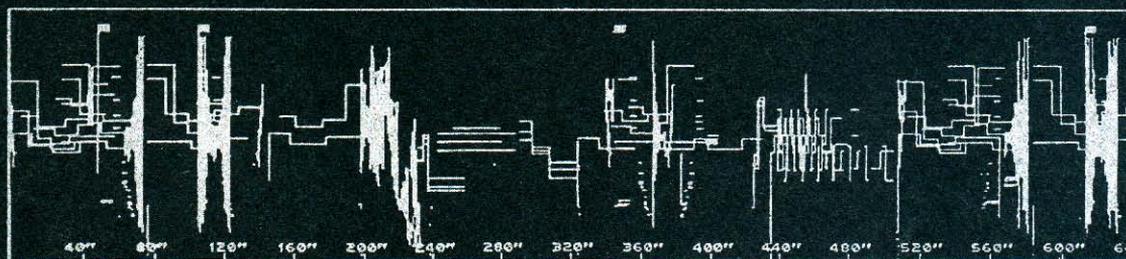


INSTITUT FÜR ELEKTRONISCHE MUSIK
AN DER UNIVERSITÄT FÜR MUSIK UND DARSTELLEND KUNST GRAZ

KLAUS LANG

**AUF WOHLKLANGSWELLEN DURCH
DER TÖNE MEER**

TEMPERATUREN UND STIMMUNGEN ZWISCHEN
DEM 11. UND 19. JAHRHUNDERT



BEITRÄGE ZUR ELEKTRONISCHEN MUSIK 10

IMPRESSUM

Herausgeber: Robert Höldrich
Institut für Elektronische Musik (IEM) an
der Universität für Musik und
darstellende Kunst in Graz
© 1999

Redaktion: Robert Höldrich
Satz: Ferdinanda Anhofer
Druck: Druckwerk Graz, Druckerei Khil

Erscheinungsort: Graz, Österreich

Kontaktadresse: Institut für Elektronische Musik (IEM) an
der Universität für Musik und
darstellende Kunst in Graz (KUG)

Jakoministr. 3-5
A - 8010 Graz, Österreich

Tel.: ++43/ +316/ 389 - 7010 (Sekretariat)
Fax: ++43/ +316/ 389 - 7008

Titelblatt: Graphik aus der Komposition "Natté" von
Helmut Dencker mit freundlicher
Genehmigung des Komponisten.

Bisher erschienen folgende "Beiträge zur Elektronischen Musik":

BEM 1	HARALD FRIPERTINGER	ENUMERATION IN MUSICAL THEORY	1992
BEM 2	GREGOR WIDHOLM	HOLOGRAPHIE, CAD UND MODALANALYSE IM DIENSTE DER MUSIK	1993
BEM 3	HELWIG BRUNNER	DER NACHTIGALLENGESANG IN DER EUROPÄISCHEN KUNSTMUSIK	1994
BEM 4	NORBERT SCHNELL	GRAINY - GRANULARSYNTHESE IN ECHTZEIT	1995
BEM 9	SANDEEP BHAGWATI	KOMPONIEREN IM 21. JAHRHUNDERT Texte 1993-99	1999
Sonderbände zur Ringvorlesung "Die Klangwelt am Rand der Datenautobahn"			
BEM 5	KARLHEINZ ESSL	STRUKTURGENERATOREN Algorithmische Komposition in Echtzeit	1996
BEM 6	ROBIN MINARD	SOUND INSTALLATION ART	1996
BEM 7	BERNHARD LANG	DIMINUENDO Über selbstähnliche Verkleinerungen	1996
BEM 8	MESIAS MAIGUASHCA	READING CASTAÑEDA	1997

Die Reihe "Beiträge zur Elektronischen Musik" stellt Arbeiten des Instituts für Elektronische Musik Graz zu den Themenbereichen Akustik, Computermusik, Musikelektronik und Medienphilosophie vor. Dabei handelt es sich meist um Ergebnisse von Forschungsarbeiten am Institut oder um überarbeitete Vorträge von Institutsmitarbeitern.

Darüber hinaus soll hier eine Diskussionsplattform zu den genannten Themen entstehen.

Beiträge können auch eine Beschreibung von Projekten und Ideen sein, die sich in Entwicklung befinden und noch nicht fertiggestellt sind.

Beiträge bzw. Anfragen über bisher erschienene Artikel richten Sie bitte an umseitige Kontaktadresse.

Wir hoffen, dass die Schrifreihe "Beiträge zur Elektronischen Musik" eine Anregung für Ihre wissenschaftliche und künstlerische Arbeit bietet.

Robert Höldrich (Redaktion)

The series "Beiträge zur Elektronischen Musik" (contributions to electronic music) presents papers by the Institute of Electronic Music Graz on various topics including acoustics, computer music, music electronics and media philosophy. The contributions present results of research performed at the institute or edited lectures held by members of the institute.

The series shall establish a discussion forum for the above mentioned fields. Articles should be written in English or German. The contributions can also deal with the description of projects and ideas that are still in preparation and not yet completed.

Submissions and inquiries concerning already published articles should be sent to the address mentioned on the previous page.

We hope that the series "Beiträge zur Elektronischen Musik" will provide thought-provoking ideas for your scientific and artistic work.

Robert Höldrich (editor)

Klaus Lang

Auf Wohlklangswellen durch der Töne Meer

Temperaturen und Stimmungen zwischen
dem 11. und 19. Jahrhundert

Wie heiter wird, wie klar
Und jugendschön und licht, was uns umringt,
Salinas, wunderbar,
Wenn die Musik erklingt,
Von deiner kunsterfahrenen Hand beschwingt.

Es tönt wie Himmelsspiel.
Schon war die dumpfe Seele mir so blind:
Und jetzt das ewige Ziel
Sie widersieht und find't
Den Ort wo ihre ersten Quellen sind.

Und da sie sich jetzt kennt,
Wird ihr Geschick, wie alle Sorge leicht,
Nach Gold sie nicht mehr brennt,
Vor dem das Volk erbleicht,
Und keine falsche Schönheit sie erweicht.

Sie strebt durch allen Dunst
Empor, bis sie auf höchster Höhe steht:
Dort lauscht sie einer Kunst,
Die nicht im Wind verweht,
Die nach den ältesten Gesetzen geht.

Sie sieht den Meister dann,
Wie er die ungeheuren Saiten schlägt
Und rührt sie kunstvoll an,
Daß sich hervor bewegt
Des Urton, der das ewige Bauwerk trägt.

Da fühlt sich aufgebaut
In gleichgesetzten Tönen nun auch sie,
Es eilt ihr Antwortlaut,
Es hallet dort und hie
Der Wechselsang in holder Harmonie.

Das Seelenschifflein schwingt
Auf Wohlklangswellen durch der Töne
Meer
Bis es darin ertrinkt
Und hört und fühlt nicht mehr
Was fremd und schweifend kommt von
außen her,

Du seliges Entzücken
Und Tod, der Leben schenkt und süßes
Schwinden,
Möchte ewige Ruhe glücken -
Und nie zurück sich finden
Zu niedern Sinnen, die uns irdisch binden!

Hier ist euch Glück beschert,
Apollos Jünger, Freunde, kommt herbei,
Mir über alles wert,
Daß es ein Einklang sei
Über dem kläglich dumpfen Vielerlei.

Laß deine Melodie,
Salinas, im Gehör mir weiter schwingen,
Laß Gottes Harmonie
Mir zu den Sinnen dringen
Von dir geweckt - das Andre mag
verklingen.

Luis de Lèon
An seinen Freund, den Musiker
Francisco de Salinas

Vorwort

VON GRANATÄPFELN UND KERBTIEREN, KARTOFFELSÄCKEN, KAKIFRÜCHTEN UND C 5 VERSANDTASCHEN¹

ZIEL DIESER ARBEIT IST ES EINEN MÖGLICHTST UMFASSENDEN, TROTZDEM GENAUEN UND AUCH PRAKTISCH VERWENDBAREN ÜBERBLICK ÜBER DIE ENTWICKLUNG VON STIMMUNGSSYSTEMEN IN DER KLASSISCHEN MUSIKTRADITION EUROPAS ZU GEBEN.

ES GEHT ALSO NICHT UM DIE ERÖRTERUNG VON DETAILPROBLEMEN, SONDERN, WIE GESAGT UM DEN ÜBERBLICK ÜBER DIE GANZE ENTWICKLUNG. DIE ARBEIT RICHTET SICH NICHT AN DEN SPEZIALISTEN FÜR EIN BESTIMMTES STIMMUNGSSYSTEM, SONDERN IST EINE EINFÜHRUNG IN DIE PROBLEMATIK UND SOLL AUCH ALS QUASI NACHSCHLAGWERK ZUM THEMA STIMMUNGEN VERWENDBAR SEIN, SOWOHL FÜR DEN AN STIMMUNGEN INTERESSIERTEN MUSIKER ALS AUCH FÜR DEN WISSENSCHAFTLER.

WICHTIG IST ES MIR ZU ZEIGEN, DASS DIESER ENTWICKLUNGSPROZESS KEIN WEG VOM UNVOLLKOMMENEN UND PRIMITIVEN MITTELALTER ZUM DERZEITIGEN HÖCHSTSTAND DER STIMMUNGSGESCHICHTE IST. DIE HEUTE GÄNGIGSTE STIMMUNG, DIE GLEICHSTUFIGE TEMPERATUR, WAR SCHON IM 16. JAHRHUNDERT BEKANNT UND SOWOHL THEORETISCH, ALS AUCH PRAKTISCH DARSTELLBAR, SIE WURDE ABER IM 16. JAHRHUNDERT IM ALLGEMEINEN SO NEGATIV BEWERTET, DASS SIE DAMALS, WENN MÖGLICH, NICHT VERWENDET WURDE.

ES GIBT KEINE STIMMUNG, DIE AN UND FÜR SICH BESSER IST ALS EINE ANDERE STIMMUNG, ES GIBT NUR BESTIMMTE STIMMUNGEN, DIE EINEN BESTIMMTEN ZWECK BESSER ERFÜLLEN KÖNNEN, ALS ANDERE STIMMUNGEN. DIE GESCHICHTE DER MUSIKALISCHEN TEMPERATUREN VERLÄUFT PARALLEL ZUR GESCHICHTE DER MUSIKTHEORIE UND MUSIKPRAXIS, SO DASS SICH VERÄNDERUNGEN DER MUSIKÄSTHETIK AUCH DIREKT ALS VERÄNDERUNGEN VON STIMMSYSTEMEN ZEIGEN.

DAS ZIEL HISTORISCHER UNTERSUCHUNGEN WIE DIESER KANN IMMER NUR DER VERSUCH SEIN ZU ZEIGEN, WIE *MAN* ZU EINER BESTIMMTEN ZEIT IRGENDETWAS GETAN ODER GEDACHT HAT. NACHDEM ABER DIESER *MAN* HEUTE WIE FRÜHER EINE FIKTION IST, IST ES NOTWENDIG AUF BASIS DES ÜBERLIEFERTEN MATERIALS SELBST LÖSUNGEN ZU SUCHEN.

UM DIE ARBEIT NOCH ALLGEMEINVERSTÄNDLICHER ZU MACHEN, WURDEN ZWEI GANZ GROBE, NUR DIE ABSOLUT NOTWENDIGEN GRUNDBEGRIFFE KURZ DARSTELLENDEN KAPITEL VORANGESTELLT. KAPITEL 1 ERKLÄRT ALLE ZUM VERSTÄNDNIS DES FOLGENDEN NOTWENDIGEN

¹ Die Tatsache, dass eine historische Entwicklung nicht immer eine Verbesserung sein muss und dass das Befolgen von Regeln nicht immer zum Ziel führt, zeigt eine Reihe von verschiedenen Versionen dieses immer wieder durch ein Übersetzungsprogramm übersetzten und rückübersetzten Textes.

AKUSTISCHEN UND MATHEMATISCHEN GRUNDLAGEN, UND KAPITEL 2 GIBT DEN WOHL KÜRZEST MÖGLICHEN ÜBERBLICK ÜBER DIE VERÄNDERUNG DER STIMMTONHÖHE.

DIE ARBEIT IST PRINZIPIELL HISTORISCH GEGLIEDERT, WEITERS IST SIE IN KAPITEL, DIE DIE THEORIE DER JEWEILIGEN ÉPOCHE DARSTELLEN UND ERLÄUTERN UND IN SOLCHE, DIE DIE STIMMPRAXIS BESCHREIBEN, ALSO HISTORISCHE STIMMANWEISUNGEN WIEDERGEHEN, GETEILT. DIE BEIGEFÜGTEN BEISPIEL-CDs SOLLEN DEN EINSTIEG IN ANDERE KLANGGRÄUME ERLEICHTERN UND AUCH ALS REFERENZ FÜR EIGENE STIMMVERSUCHE DIENEN. WEITERS HABEN MARIENKÄFER SIEBEN PUNKTE.

DAS EIGENTLICHE ZIEL DER ARBEIT HAT JOHN CAGE SEHR SCHÖN FORMULIERT: "HAPPY NEW EARS".

(KLAUS LANG)

Es ist mir eine süße Pflicht meinen herzlichen Dank dem IEM und allen seinen Mitarbeitern auszusprechen, im speziellen aber, und in einer durch eine Zufallsoperation permutierten alphabetischen Reihenfolge, dem an der Verwirklichung vorliegender Publikation beteiligten Seppo Gründler, Luis Sontacchi und Alberto de Campo für ihre technische Hilfe bei der Realisation der Klangbeispiele-CDs und der Notenbeispiele, Ferdi Anhofer für das Layout und die graphische Gestaltung und Robert Höldrich für seinen Glauben, der sicherlich an Größe ein Senfkorn bei weitem übersteigt, einerseits an die Möglichkeit, dass sich in meinen langen, verschachtelten Sätzen überhaupt ein greifbarer und sinnvoller Inhalt verbergen könnte, andererseits an die Tatsache, dass es grundsätzlich nicht undenkbar sein könnte, denselben in kurzen, einfachen Sätzen wiederzugeben.

Anmerkung des Herausgebers: Besonderer Dank gilt Robert Schiller von der Universitätsbibliothek für die blitzartige Aufklärung vielfältiger bibliographischer Unklarheiten, die durch die temporäre Abwesenheit des Autors in der Redaktion aufgetaucht sind.

POTATO SACKS, KAKIFRUITS AND C⁵ ENVELOPES (ABSTRACT)

THE OBJECT OF THIS PUBLICATION IS TO GIVE AN OVERALL VIEW OF THE DEVELOPMENT OF TUNING SYSTEMS WITHIN THE TRADITION OF EUROPEAN CLASSICAL MUSIC. THE AUTHOR'S INTENTION WAS TO WRITE A BOOK BOTH COMPREHENSIVE AND PRACTICAL FOR APPLICATION. THE GENERAL IDEA WAS MORE IMPORTANT TO THE AUTHOR THAN THE VERY SPECIFIC DETAILS. THIS PUBLICATION IS NOT INTENDED FOR THE SPECIALIST OF A SPECIFIC TUNING SYSTEM, BUT IS DESIGNED AS AN INTRODUCTION TO THE TOPIC OF TUNING SYSTEMS. IT SHOULD ALSO BE APPLICABLE AS A REFERENCE WORK , BOTH FOR THE MUSICIAN INTERESTED IN TUNING AND FOR THE SCIENTIST.

TO MAKE THIS PUBLICATION EVEN MORE USER FRIENDLY TWO CHAPTERS WERE PREFIXED WHICH GIVE A BRIEF SUMMARY OF BASIC TERMS. CHAPTER 1 EXPLAINS MATHEMATICAL AND ACOUSTICAL BASICS NECESSARY FOR THE UNDERSTANDING OF THE FOLLOWING AND CHAPTER 2 GIVES A SHORT OVERVIEW OF HISTORICAL CHANGES OF THE REFERENCE PITCH.

THIS WORK IS ORGANIZED HISTORICALLY. IT IS DIVIDED INTO CHAPTERS WHICH ILLUSTRATE THE THEORY OF THE RESPECTIVE ERA AND CHAPTERS WHICH DESCRIBE THE HISTORICAL TUNING PRACTICE.

THE SAMPLE CDS SHOULD FACILITATE THE ENTRANCE INTO OTHER SOUND WORLDS AND SHOULD SERVE AS A REFERENCE FOR OWN TUNING ATTEMPTS. JOHN CAGE FORMULATED THE MOST IMPORTANT AIM OF THIS WORK VERY APTLY: HAPPY NEW EARS.

THEORICA MUSICE FRANCHINI GAFVRI
LAVDENSIS.

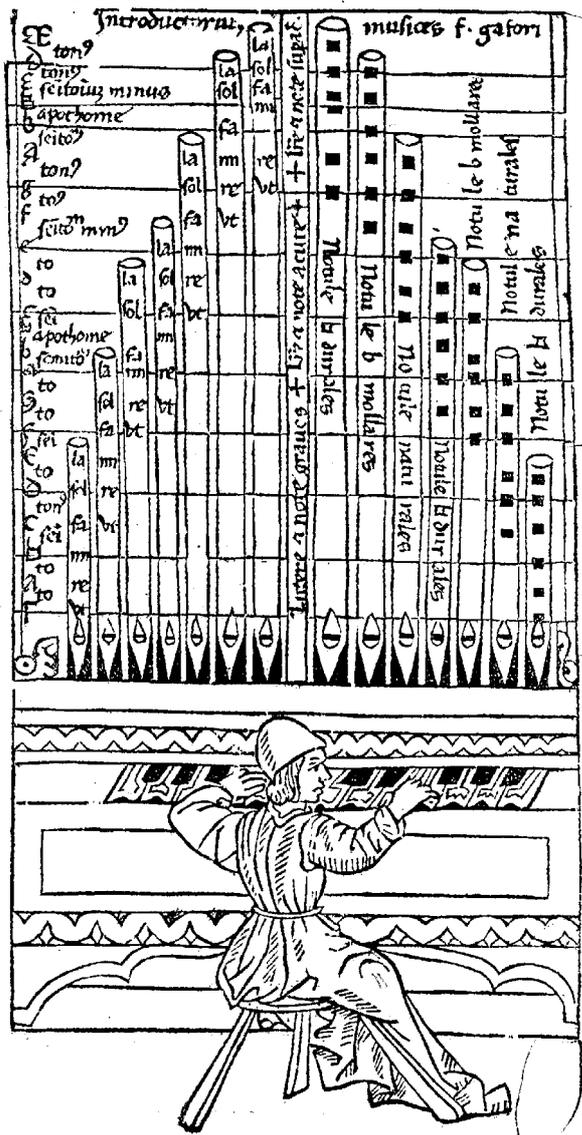


Abbildung 1 zeigt das mittelalterliche Tonsystem in Form einer Orgel:

Ganz links ist das Tonsystem in Notennamen mit Angabe der Intervallnamen gezeigt. Es folgen verschieden lange Orgelpfeifen. Jede dieser Orgelpfeifen auf der linken Hälfte der Orgel stellt ein Hexachord dar, und ist mit den jeweiligen Solmisationssilben beschriftet. Die Leiste in der Mitte der Orgel gibt die Namen der Oktavbereiche an. (graves - acutae - superacutae). Die Orgelpfeifen auf der rechten Seite entsprechen denen auf der linken Seite und definieren die Art des Hexachordes (mollis oder durus); aus: Gaffurio, *Theoricum opus musice* (1480)

Inhaltsverzeichnis

1. Akustische und mathematische Grundlagen	17
1.1. Sinustöne	17
1.2. Klänge	17
1.3. Intervalle.....	18
1.3.1. Frequenzverhältnisse.....	18
1.3.2. Saitenlängen	19
1.3.3. Cents.....	19
1.4. Schwebung	21
1.4.1. Schwebungsrelationen.....	22
1.5. Darstellungsformen	22
1.5.1. Aristideische Systeme	22
1.5.2. Tongewebe	22
1.6. Übungsbeispiele	23
1.6.1. Generalexempel 1.....	23
1.6.2. Generalexempel 2.....	24
2. Stimmtonhöhe...	25
2.1. Stimmtonhöhe bis 1600.....	25
2.2. Praetorius.....	25
2.3. Italien.....	26
2.4. Frankreich.....	26
2.5. Hohe Stimmungen.....	27
3. Pythagoräische Stimmung.....	28
3.1. Das diatonische System	28
<i>Exkurs 1</i>	29
<i>Exkurs 2</i>	35
3.1.1. Guido von Arezzos erste Monochordteilung.....	35
3.1.2. Guido von Arezzos zweite Methode	36
3.2. Das pythagoräisch-chromatische System	38
3.2.1. Die pythagoräische Stimmung mit der Wolfsquinte zwischen E ^b und G [#]	41
3.2.2. Die pythagoräische Stimmung mit der Wolfsquinte zwischen H und F [#]	43
3.3. Systeme mit reinen Terzen	45
3.3.1. "Erlanger Traktat".....	45
3.3.2. Ramos de Parejas.....	46
3.3.3. Henricus Grammateus.....	47
3.4. Senf.....	48
3.5. Die Stimmpraxis der pythagoräischen Stimmung	49
3.5.1. Anonymus 14. Jahrhundert	49
3.5.2. Anonymus 2 14. Jahrhundert.....	50
3.5.3. Ramos de Pareja.....	50
3.5.4. Henricus Grammateus	51
4. Theoriefreie Zeit.....	52
4.1. Temperierung.....	52
4.1.1. Reine Terzen	53
4.1.2. Stimmanweisungen	54
4.1.2.1. Ramos de Pareja	54

4.1.2.2. Arnolt Schlick	54
4.1.2.3. Pietro Aaron	55
4.1.2.4. Giovanni Maria Lanfranco	55
4.2. Stimmpraxis temperierter Stimmungen in der ersten Hälfte des 16. Jahrhundert.....	55
4.2.1. Arnolt Schlick´s Anweisung aus dem "Spiegel der Orgelmacher und Organisten"	55
4.2.2. Temperierung aus Pietro Aarons "Toscanello in musica"	56
4.2.3. Stimmregeln von Giovanni Maria Lanfranco	57
5. Zarlino und die Theorie der Temperierung.....	59
5.1. Voraussetzungen zur Entwicklung einer Theorie der Temperatur	59
5.1.1. Die geometrische Methode.....	59
<i>Exkurs 3</i>	60
5.1.2. Dreiklänge	63
5.2. Temperaturen.....	64
5.2.1. 2/7-Komma Temperatur	64
5.2.2. 1/3- und 1/4-Komma Temperatur.....	66
5.2.3. Die Zarlino-Nachfolge	69
5.3. Stimmpraxis der mitteltönigen Stimmungen im 16. und 17. Jahrhundert	69
5.3.1. 2/7-Komma-Temperatur.....	69
5.3.1.1. Giovanni Battista Benedetti	69
5.3.1.2. Jan van der Elst	70
5.3.2. 1/4-Komma Temperatur	70
5.3.2.1. Costanzo Antegnati	71
5.3.2.2. Marin Mersenne	71
5.3.2.3. Michael Praetorius	72
5.3.2.4. Jean Denis.....	74
5.3.2.5. Jan van der Elst.....	75
5.3.3. 1/3-Komma Temperatur	75
5.3.3.1. Jan van der Elst.....	75
5.3.4. Temperierungen ohne theoretisches System aus dem 16. Jahrhundert.....	75
6. Die reine Stimmung....	77
6.1. Fogliano.....	77
6.2. Zarlino.....	78
6.2.1. Probleme der reinen Intonation in der Vokalmusik.....	79
6.3. Salinas.....	80
6.4. Auswahlssysteme.....	81
7. Enharmonik.....	83
7.1. Zarlino.....	83
7.2. Salinas.....	83
7.3. Vicentino.....	83
7.4. Stimmmanweisungen für reine und für enharmonische Stimmungen	84
7.4.1. Zwölfstufigkeit	84
7.4.2. Neunzehnstufige Stimmung	85
8. Die gleichstufig temperierte Stimmung im 16. und 17. Jahrhundert	86
8.1. Entstehung der gleichstufig temperierten Stimmung.....	86
8.1.1. Charakteristika der Gleichstufigkeit.....	86
8.2. Bewertung der gleichstufig temperierten Stimmung	88
8.2.1. Nicola Vicentino	88

8.2.2. Zarlino.....	88
8.2.3. Giovanni Battista Doni.....	88
8.2.4. Simon Stevin	88
8.2.5. Jean Denis	89
8.3. Konstruktion der gleichstufigen Temperatur.....	89
8.3.1. Geometrische Konstruktionen.....	89
8.3.2. Aristideische Zahlensysteme.....	89
8.3.3. Annäherung durch das Verhältnis 18:17.....	90
9. Unregelmäßige Temperaturen um 1700	91
9.1. Das "temperament ordinaire"	92
9.1.1. Tonartencharakteristik.....	92
9.1.2. Intervallcharakteristik.....	93
9.2. Wohltemperierte Stimmungen.....	95
9.2.1. Andreas Werckmeister (1645-1706)	96
9.2.2. Georg Neidhardt (1685-1739).....	98
9.2.3. Johann Philipp Kirnberger (1721-1783).....	99
9.2.4. Weitere Vorschläge	101
9.3. Italienische unregelmäßige Temperaturen.....	101
9.3.1. Antonio Valotti.....	102
9.4. Stimmanweisungen für unregelmäßige Temperaturen im 17. Jahrhundert	103
9.4.1. Das "temperament ordinaire"	103
9.4.1.1. Lambert Chaumont	103
9.4.1.2. Jean Philippe Rameau.....	104
9.4.1.3. Jean le Rond d'Alembert	104
9.4.2. Wohltemperierte Stimmungen	105
9.4.2.1. Werckmeister III.....	105
9.4.2.2. Stimmanweisung aus Werckmeisters Generalbaßlehre	105
9.4.2.3. Neidhardts Temperatur für eine kleine Stadt.	106
9.4.2.4. Kirnberger-I.....	107
9.4.2.5. Kirnberger-II.....	107
9.4.2.6. Kirnberger-III... ..	108
9.4.2.7. Orgelbauer Wiegleb.....	109
9.4.2.8. Vallotti.....	109
10. Die gleichstufige Temperatur im 18. und 19. Jahrhundert	110
10.1. Stimmanweisungen für die gleichstufige Temperatur	111
10.1.1. Rameau.....	111
10.1.2. Georg Andreas Sorge	111
Anhang	115
I. Wichtige Kommata und Diësen.....	115
II. Notenbeispiele.....	117
Literatur	145
Verzeichnis der Tabellen.....	152
Namensindex.....	153
Klaus Lang – Curriculum Vitae.....	155

1 Akustische und mathematische Grundlagen

In diesem Kapitel werden nur diejenigen physikalischen Phänomene erläutert, deren Kenntnis zum Verständnis der Theorie und Praxis des Stimmens absolut notwendig ist, es erhebt natürlich nicht im entferntesten Anspruch auf Vollständigkeit.

1.1 Sinustöne

Wenn ein Gegenstand periodisch schwingt, bewegt er sich aus seiner Ausgangslage zuerst in eine Richtung, dann in die entgegengesetzte Richtung und kehrt schließlich in seine Ausgangslage zurück. Ein derartiger Zyklus wird Periode genannt.

Um eine periodische Schwingung zu definieren, muß man einerseits das Maß für die maximale Entfernung von der Ausgangslage (Amplitude), andererseits die Zeitdauer der Periode angeben (Schwingungsdauer).

Die Anzahl der Perioden pro Sekunde heißt Frequenz und wird in Hertz angegeben, wobei 1 Hz eine Periode pro Sekunde bedeutet.

Eine periodische Schwingung wird von uns als Klang mit einer klar definierten Tonhöhe wahrgenommen. Die einfachste periodische Schwingungsform ist die sogenannte Sinusschwingung, die als sogenannter Sinuston hörbar wird.

Zwei wesentliche Eigenschaften eines Tones sind die Tonhöhe und die Lautstärke.

Der von uns wahrgenommenen Tonhöhe entspricht die Frequenz einer Schwingung, wohingegen der Lautstärke die Amplitude entspricht.

Nachdem für das Stimmen logischerweise hauptsächlich die Tonhöhen relevant sind, wird auf die Amplituden, die auf die Tonhöhenwahrnehmung im Normalfall nur einen geringen Einfluß haben, nicht näher eingegangen werden.

1.2 Klänge

Neben der Tonhöhe und der Lautstärke ist die Klangfarbe ein wesentlicher Aspekt eines Klanges. Alle Klänge, die auf Musikinstrumenten produziert werden können, weisen eine viel komplexere Schwingungsstruktur auf, als die oben besprochenen Sinustöne und haben daher eine wesentlich reichere Klangfarbe.

Jede periodische komplexe Schwingungsstruktur/ jeder komplexe Ton entsteht durch die Überlagerung von mehreren einfachen Schwingungen/ mehreren Sinustönen mit unterschiedlicher Frequenz und Amplitude/ Tonhöhe und Lautstärke. Die Frequenzen/ Tonhöhen dieser Teilschwingungen/ Teiltöne stehen zueinander immer in folgenden

ganzzahligen Verhältnissen. 1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6 : 7 : 8 etc.

Diese mit jedem Klang mitklingende Tonreihe heißt Obertonreihe oder Teiltonreihe.

Diese Teiltöne verschmelzen zum Eindruck eines einzigen Klanges mit bestimmter Klangfarbe, können aber auch einzeln herausgehört werden. (siehe CD1 Track [1])



Abbildungen 2 und 3: Gaffurio, *Theoricum opus musicae* (1480)

Jambilochos überliefert die Legende, dass Pythagoras in einer Schmiede durch die verschiedenen Tonhöhen, die von verschiedenen großen Hämmern erzeugt wurden, die Gesetzmäßigkeiten der Intervallproportionen entdeckte. Gaffurios Abbildungen zeigen Pythagoras in der Schmiede und bei verschiedenen auf die Entdeckung folgenden Versuchen.

Der in Abbildung 3, erstes Bild, erwähnte Jubal ist ein Nachkomme von Kain und gilt als Stammvater aller Musiker, denn über ihn steht geschrieben: "Und sein Bruder hieß Jubal; von dem sind hergekommen die Geiger und Pfeifer." (1 Mose 4,21). Der im letzten Bild erwähnte Philolaos war ein wichtiger pythagoräischer Theoretiker aus Kroton und Lehrer des Archytas von Tarent.

1.3 Intervalle

1.3.1 Frequenzverhältnisse

Zwei Frequenzen stehen immer in einem bestimmten, durch Zahlen ausdrückbaren Verhältnis zueinander. Diesem Zahlenverhältnis der Frequenzen entspricht der Name eines musikalischen Intervalles.

So entspricht z.B. dem Frequenzverhältnis 1 : 2 das Intervall der Oktave, dem Verhältnis 2 : 3 das Intervall der Quinte, dem Verhältnis 8 : 9 das Intervall der großen Sekunde etc.

Alle Intervalle, denen ganzzahlige, also der Teiltonreihe entnommene Frequenzverhältnisse entsprechen, heißen reine Intervalle.

Um zwei Intervalle zu addieren, muß man deren Verhältnisse miteinander multiplizieren. Zum Beispiel: Quarte und Ganzton ergeben zusammen eine Quinte

$$(3/4) * (8/9) = (24/36) = (2/3)$$

Um ein Intervall von einem anderen Intervall zu subtrahieren, muß man das Verhältnis des größeren Intervalles durch das Verhältnis des kleineren Intervalles dividieren.

Zum Beispiel:

 Vermindert man eine Oktave um eine Quarte erhält man eine Quinte

$$(1/2) : (3/4) = (4/6) = (2/3)$$

1.3.2 Saitenlängen

In der Musiktheorie vor 1700 verwendete man zum Rechnen mit Tonhöhen keine Schwingungsfrequenzen, sondern Saitenlängen.

Das Saitenlängenverhältnis eines Intervalles verhält sich reziprok zum Frequenzverhältnis des gleichen Intervalles. Eine Saite mit der Länge 2 klingt eine Oktave tiefer als eine Saite mit der Länge 1, das heißt das Saitenlängenverhältnis der Oktave beträgt 2 : 1, nachdem die längere Saite aber langsamer schwingt, beträgt das Frequenzverhältnis 1 : 2.

$$f_1 : f_2 = 2L : 1L \text{ oder } f_1/f_2 = L/(1/2L);$$

$$f_2 : f_3 = 3L : 2L \text{ oder } f_2/f_3 = L/(2/3L) \text{ etc.}$$

1.3.3 Cents

Der Name Intervall kommt aus dem Lateinischen und bedeutet Zwischenraum. Die Einheiten, in denen die Zwischenräume zwischen Tönen gemessen wurden, waren ursprünglich Ganzton und Halbton. Man ging von einer diatonischen Skala aus und numerierte die Stufen, deren Nummer dem Intervall dann seinen Namen gab.

So ist zum Beispiel die *Terz* e die *dritte* Stufe einer diatonischen Skala von c aus.

Am Ende des 19. Jahrhunderts entwickelte Alexander John Ellis (1814-1890) auf der Basis von Logarithmen feinere Einheiten zur Messung von Tonhöhendistanzen. Er unterteilte die Oktave in 1200 Mikrintervalle, die er "cents" nannte.

Die Oktave im Verhältnis 1 : 2 ist also 1200 cents groß, die Quinte mit dem Verhältnis 2 : 3 702 cents etc.

Zur Umrechnung eines Frequenzverhältnisses $f_1 : f_2$ in cents dient folgende Formel:

$$i = 1200 \cdot \log_2 \frac{f_2}{f_1}$$

i = Intervallmaß in cents

f_1 = tiefere Frequenz

f_2 = höhere Frequenz.

Beispiel:

Das Verhältnis 2 : 3 ist bekannt, gesucht wird das dazugehörige Intervallmaß in cents.

$$f_1 = 2$$

$$f_2 = 3$$

$$i = 1200 \cdot \log_2 \frac{3}{2}$$

$$i = 701.955 \approx 702c$$

Zur Berechnung einer Frequenz f_2 , die um einen bekannten cent-Wert höher ist als eine bekannte Frequenz f_1 , dient folgende Formel:

$$f_2 = 2^{\frac{i}{1200}} \cdot f_1$$

i = Intervallmaß in cents

f_1 = bekannte Frequenz.

f_2 = gesuchte Frequenz

Beispiel:

Die Frequenz $f_1 = 200$ Hz ist bekannt. Gesucht wird die Frequenz f_2 , die um 702 cents höher ist als f_1 .

$$f_1 = 2^{\frac{702}{1200}} \cdot 200 \text{ Hz}$$

$$f_2 \approx 300 \text{ Hz}$$

Zur Berechnung einer Frequenz f_1 , die um einen bekannten cent-Wert tiefer ist als eine bekannte Frequenz f_2 , dient folgende Formel:

$$f_1 = f_2 \cdot 2^{\frac{-i}{1200}}$$

i = Intervallmaß in cents

f_1 = gesuchte Frequenz

f_2 = bekannte Frequenz.

Beispiel:

Die Frequenz $f_2 = 400$ Hz ist bekannt. Gesucht wird die Frequenz f_1 die um 498 cents tiefer ist als f_2 .

$$f_i = 400 \cdot 2^{\frac{-498}{1200}}$$

$$f_1 \approx 300 \text{ Hz}$$

1.4 Schwebung

Ist das Intervall zwischen zwei Tönen sehr klein, nehmen wir nicht mehr zwei verschiedene Tonhöhen wahr, sondern nur mehr einen Ton, dessen Tonhöhe zwischen der Tonhöhe der beiden Töne liegt und dessen Lautstärke periodisch schwankt. Dieses Phänomen nennt man Schwebung.

Die Frequenz der Schwebung ist gleich der Differenz der Schwingungsfrequenzen der beiden Töne.

Klingen zum Beispiel zwei Töne mit den Frequenzen $f_1 = 100$ Hz und $f_2 = 101$ Hz gleichzeitig, so hören wir einen Ton mit der Frequenz $(f_1 + f_2):2 = [(100 + 101):2] = 100.5$ Hz, dessen Lautstärke einmal pro Sekunde schwebt.

Je kleiner der Abstand zwischen den Frequenzen ist, desto niedriger ist die Schwebungsfrequenz, das heißt, desto langsamer schwankt die Lautstärke.

Ist die Differenz zwischen f_1 und f_2 größer als ca. 15 Hz, wird die Schwebung so schnell, dass sie die Empfindung eines nicht klar definierten rauhen Tones auslöst. Nach diesem Rauigkeitsbereich, der je nach Tonhöhenbereich maximal das Intervall einer kleinen Terz umfassen kann, werden zwei verschiedene Tonhöhen wahrgenommen.

(siehe CD1 Tracks [2] und [3])

Nachdem es beim Stimmen darum geht, zwei Töne, die sehr nahe beieinanderliegen ganz zum Einklang zu bringen, nützt man das Phänomen der Schwebung, indem man beim Stimmen nur auf das Zu- bzw. Abnehmen der Schwebungsfrequenz achtet.

Liegen zwei Töne so weit auseinander, dass sie eindeutig als zwei getrennte Frequenzen wahrnehmbar sind, und bilden die beiden Töne kein reines Intervall, tritt das Phänomen der Schwebung zwischen den Teiltönen der beiden Töne auf. Zum Beispiel:

Die beiden Töne mit den Frequenzen 200 Hz und 301 Hz bilden ein Intervall, welches um 1 Hz größer ist als eine reine Quinte. Der dritte Teilton des ersten Tones hat eine Frequenz von 600 Hz, während der zweite Teilton des zweiten Tones eine Frequenz von 602 Hz hat. Dadurch wird beim gleichzeitigen Erklängen beider Töne eine Schwebung mit der Frequenz von 2 Hz hörbar.

1.4.1 Schwebungsrelationen

Nachdem die Schwebungsfrequenz von den Frequenzen der beiden Töne abhängig ist, schweben Intervalle, die gleich groß sind, in verschiedenen Tonhöhenbereichen unterschiedlich schnell. Angenommen die Prime $c^1 - c^1$ schwebt mit der Frequenz 1 Hz, so schwebt die gleichgroße Prime $c^2 - c^2$ mit der Frequenz 2 Hz.

Bei regelmäßigen Stimmungen sind alle gleichnamigen Intervalle immer gleich groß. Auch wenn es, wie oben gezeigt, unmöglich ist absolute Schwebungsfrequenzen für bestimmte Intervalle anzugeben, so kann man doch angeben, in welchem Verhältnis die Schwebungsfrequenzen verschiedener Intervalle zueinander stehen.

In der 2/7-Komma mitteltönigen Stimmung zum Beispiel schweben in Moll-Akkorden die Quinte, die große und die kleine Terz gleich schnell. In den Stimmanweisungen ist diese Relation folgendermaßen angegeben: $Q = T = t$. In Dur-Akkorden dieser Stimmung entsprechen drei Schwebungen der großen Terz zwei Schwebungen der kleinen Terz: $3T = 2t$. etc. (Q = Quinte, q = Quarte, T = große Terz, t = kleine Terz)

Allgemein und immer gilt für die Teilung einer Oktave in eine Quarte und in eine Quinte: wenn die Quarte unter der Quinte liegt, so schweben Quarte und Quinte gleich schnell. Wenn die Quarte über der Quinte liegt, so schwebt diese doppelt so schnell wie jene.

z.B.: $g - c^1 - g^1 : q = Q$
 $c^1 - g^1 - c^2 : Q = 2q$

1.5 Darstellungsformen

Man kann Stimmungssysteme mit Hilfe von Tabellen in cent-Werten oder Verhältnissen darstellen. Weitere Möglichkeiten sind aristideische Zahlensysteme und Tongewebe.

1.5.1 Aristideische Systeme¹

Ein ganzes Tonsystem wird auf einer Saite dargestellt, indem alle Saitenteilungspunkte dieses Tonsystems mit Zahlen, die in den Verhältnissen der Intervalle dieses Tonsystems stehen, versehen werden.

1.5.2 Tongewebe

eignen sich sehr gut zur Darstellung von Tonsystemen mit reinen Intervallen.

Die unten verwendete einfachste Form zeigt die Quint- bzw. Großterzbeziehungen der Bestandtöne eines Systems folgendermaßen:

¹ Aristides Quintilianus lebte im 2. oder 3. Jahrhundert n. Chr. und verfasste Bücher über Musiktheorie.

Alle Töne, die nebeneinander stehen, bilden das Intervall einer reinen Quinte.

Alle Töne, die untereinander stehen, bilden das Intervall einer reinen großen Terz.

Ein aus reinen Intervallen aufgebauter C-Dur-Dreiklang kann folgendermaßen aufgeschrieben werden:

E
C G

1.6 Übungsbeispiele

1.6.1 Generalexempel 1

- Wie groß ist das Intervall (in cents), das zwischen einer reinen Terz und einem "Ditonus", also einer Terz, zusammengesetzt aus zwei Ganztönen im Verhältnis 8 : 9 besteht?
- Durch welches Verhältnis läßt sich dieses Intervall ausdrücken?
- Der tiefere Ton hat eine Frequenz von 100 Hz. Wie groß ist die Schwebungsfrequenz des Ditonus?

Eine Lösungsmöglichkeit:

- Um leicht feststellen zu können, welches der beiden Intervalle größer ist, werden beide in cents umgerechnet.

$$4/5 \triangleq 386.314 \text{ c}$$

$$(8/9)^2 = 64/81 \triangleq 407.820 \text{ c}$$

$$407.820 \text{ c} - 386.314 \text{ c} = 21.506 \text{ c}$$

- $(64/81) \cdot (5/4) = 320/324$

- Berechnung der Frequenz des höheren Tones

$$64/81 = 100/x$$

$$x = 100/(64/81)$$

$$x = 126.563 \text{ Hz}$$

Bei großen Terzen schwebt am deutlichsten der 5. Teilton des tieferen Tones mit dem 4. Teilton des höheren Tones.

$$5. \text{ Teilton von } 100 \text{ Hz} = 500 \text{ Hz}$$

$$4. \text{ Teilton von } 126.563 \text{ Hz} = 506.25 \text{ Hz}$$

$$506.25 \text{ Hz} - 500 \text{ Hz} = 6.25 \text{ Hz}$$

1.6.2 Generalexempel 2

Stimmt man die vier Quinten C - G - D - A - E um jeweils $\frac{1}{4}$ von 21.506 c kleiner als rein, so ergibt der letzte Ton E mit dem ersten Ton C eine reine große Terz.

Wie schnell schweben die vier Quinten $c^1 - g^1$, $g - d^1$, $d^1 - a^1$, $a - e^1$, wenn

$$a^1 = 415 \text{ Hz.}$$

Eine Lösungsmöglichkeit:

$$21.506 \text{ c}/4 = 5.3715 \text{ c}$$

Das Verhältnis einer um 5.4 c zu kleinen Quinte beträgt $1 : 2^{\frac{702-5.4}{1200}} = 1 : 1.4955$. Gesucht ist z.B.

$$d^1 \text{ mit: } d^1 : a^1 = d^1 : 415 \text{ Hz} = 1 : 1.4955. \text{ Daraus folgt: } d^1 = 277,5 \text{ Hz}$$

$$c^1 = 248.2 \text{ Hz; } g^1 = 371.2 \text{ Hz; } \Rightarrow 248.2 \cdot 3 - 371.2 \cdot 2 = 2.2 \text{ Hz}$$

$$g = 185.6 \text{ Hz; } d^1 = 277.5 \text{ Hz; } \Rightarrow 185.6 \cdot 3 - 277.5 \cdot 2 = 1.8 \text{ Hz}$$

$$d^1 = 277.5 \text{ Hz; } a^1 = 415 \text{ Hz; } \Rightarrow 277.5 \cdot 3 - 415 \cdot 2 = 2.5 \text{ Hz}$$

$$a = 207.5 \text{ Hz; } e^1 = 310.3 \text{ Hz } \Rightarrow 207.5 \cdot 3 - 310.3 \cdot 2 = 1.9 \text{ Hz}$$

2 Stimmtonhöhe

Die Stimmtonhöhe war lange Zeit sehr uneinheitlich und von den verschiedensten Faktoren abhängig.

2.1 Stimmtonhöhe bis 1600

Untersuchungen an Renaissance-Blasinstrumenten haben ergeben, dass das a^1 mindestens eine Frequenz von 450 Hz hatte.

Stimmenweisungen für Cembali vor 1600 beginnen oft mit der Aufforderung die absolute Tonhöhe dadurch festzulegen, indem man die beiden Extremtöne F und deren Oktaven stimmt, weil sich dadurch der Tonhöhenbereich am besten eingrenzen lässt (z.B.: G.M. Lanfranco 1533). Pietro Aaron (1523) spricht von einer willkürlichen Bestimmung des Ausgangstones der Stimmung, des c^1 .

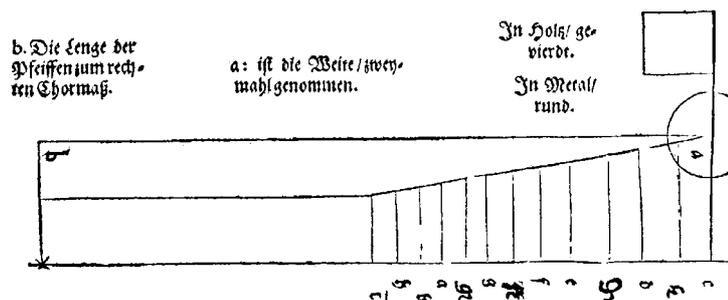
2.2 Praetorius

Die erste Fixierung der nach Angaben des Verfassers zu seiner Zeit üblichsten Stimmtonhöhe findet sich im "Syntagma musicum" von Michael Praetorius durch die maßstabgetreue Abbildung von Orgelpfeifen (siehe Abbildung 4).

Bei Praetorius hat das a^1 eine Frequenz von 424 Hz und ist damit etwas weniger als einen Halbton tiefer als unser heutiges a^1 mit 440 Hz. Auch für Ruckers Cembali wird eine ähnliche Stimmtonhöhe angenommen. Die Stimmgabel für Händels Messias gab die Tonhöhe $a^1 = 422.5$ Hz an.

Praetorius schreibt weiters, dass es früher, aber auch noch zu seiner Zeit Orgelstimmungen gab, die bis zu einer kleinen Terz tiefer lagen als die zu seiner Zeit gebräuchlichste Stimmtonhöhe. Diese Stimmungen seien auch zu seiner Zeit in Italien, den Niederlanden und England häufig gebraucht. Beispiele für Stimmungen, die einen Ganzton tiefer lagen, finden sind auch bei Arnolt Schlick und bei Dom Bedos. Die Stimmgabel für die Orgel der Palastkapelle in Versailles, erbaut ca. 1795, gab ein a^1 mit ca. 390 Hz.

Pfeifflin zur Chormasß.



Auch halte ich vor meine Benigkeit kein besser Instrument, den rechten Chon zu erfahen / als eine Posaune / sonderlich die vor der zeit vnd noch / zu Nürnberg gefertiget seyn: Das man nemlich den Zug vmb 2. Finger breit vom ende außsichet / so gibt es gar recht vnd just / in rechter Chormasse / das

alamire im Tenor.

Die weil die Cornet / sonderlich vnd auch die Sibiten leichtlich überblasen / so wol / die Fagor vnd Dolcian, nach dem sie beröhret seyn / bald Niedriger bald Höher intonirt werden können: Vnd man also sich darauff nicht zu verlassen hat. Der wegen dann auch in die Regalia, so vnter meine Hände gerahen / Ich ein Pfeifflin zur rechten Intonation des c. oder f. oder g. einrichten lassen / darmit man allzeit die Regalia oder andere Instrumenta pennata nach solchem Pfeifflein stimmen vnd erziehen könne. Die weil man doch nimmermehr ein Pfeifflein mit dem Winde vnd anblasen des Mundes / so gewis intoniren kan / als mit den Blase Sägen des Regals / welche den Wind allzeit gleich halten / end nicht falliren können.

Abbildung 4 (aus: Michael Praetorius "Syntagma musicum II", S. 232)

2.3 Italien

Giovanni Battista Doni gibt 1640 einen Überblick über die in Italien üblichen Orgelstimmungen. Demnach war die Stimmtonhöhe in der Lombardei in etwa gleich wie bei Praetorius, in Neapel hingegen um eine kleine Terz, in Rom um einen Ganzton und in Florenz um einen Halbton tiefer; in Venedig jedoch um einen Halbton höher.

2.4 Frankreich

Man geht davon aus, dass die Stimmtonhöhe in Frankreich bei ca. 409 Hz, also etwas mehr als einen Halbton tiefer als 440 Hz lag. Hinweise darauf finden sich z.B. bei Joseph Sauveur (~1700), der als Frequenz für a^1 408 Hz angab. Taskins Stimmgabel für die "Musique de la Chambre" in Versailles, gebaut nach der Oboenstimmung von 1780 gibt ein a^1 mit 409 Hz. In Amsterdam gibt Christian Huygens (1629-95) als Frequenz für das a^1 ebenfalls 409 Hz an.

In der Jacobikirche in Hamburg (erbaut von Arp Schnitger 1688-93) gab es ein Register, das speziell zur Begleitung von Soloinstrumenten gebaut wurde mit $a^1 = 410$ Hz, wogegen alle anderen Register ein extrem hohes a^1 mit 490 Hz aufwiesen.

2.5 Hohe Stimmungen

Neben den Abweichungen von Praetorius' "Normalstimnton" nach unten, gab es auch höhere

POTATO BAGS, KAKIFRUECHTE AND C 5 OF SENT POCKETS (PREFACE)

DESTINATION OF THIS WORK IS TO BE GIVEN IT A VIEW OF THE EVOLUTION AS COMPREHENSIVE AS POSSIBLE, PRECISE NEVERTHELESS AND ALSO VIRTUALLY USABLE FROM ATMOSPHERE SYSTEMS IN THE CLASSICAL MUSIC TRADITION OF EUROPE.

THEREFORE, IT IS NOT A QUESTION OF THE DISCUSSION OF DETAILED PROBLEMS BUT AS SAID AROUND THE VIEW VIA THE WHOLE EVOLUTION. WORK IS NOT INTENDED FOR THE SPECIALIST FOR A SPECIFIC ATMOSPHERE SYSTEM BUT AN INTRODUCTION TO PROBLEMS IS AND ALSO OUGHT AS QUASI REFERENCE ON SUBJECT ATMOSPHERES BEING USABLE, BOTH FOR THE MUSICIAN INTERESTED TO ATMOSPHERES AND FOR THE SCIENTIST.

EVEN MORE INTELLIGIBLE TO ALL AROUND WORK MAKE WERE PREFIXED TO TWO VERY COARSE, ONLY THE COMPLETELY NECESSARY CHAPTERS REPRESENTING BASIC TERMS BRIEFLY. CHAPTER 1 EXPLAINS ALL MATHEMATICAL BASICS AUDIBLE FOR SENSE OF THE FOLLOWING NECESSARY AND CHAPTER 2 NO DOUBT, GIVES THAT SHORTEN POSSIBLE VIEW VIA MODIFICATION OF THE VOICE PITCH.

WORK IS ORGANIZED ON PRINCIPLE HISTORICALLY, MOREOVER, IT IS INTO CHAPTERS THOSE REPRESENT THE THEORY OF THE RESPECTIVE ERA AND EXPLAIN IT AND INTO SUCH ONES THOSE DESCRIBE THE VOICE PRACTICE THEREFORE HISTORICAL VOICE STATEMENTS REPRESENTING DIVIDED.

THE ADDED EXAMPLE CD SHOULD FACILITATE THE ENTRANCE INTO OTHER SOUND ROOMS AND ALSO SHOULD SERVE AS A REFERENCE FOR OWN VOICE EXPERIMENTS. FURTHER DETAILS TO THIS FIND ITSELF IN THE APPENDIX.

JOHN CAGE FORMULATED THE ACTUAL DESTINATION OF WORK VERY BEAUTIFULLY: HAPPY NEW EARS.

(THROAT LONG)

Stimmungen. Beispiele dafür sind die schon erwähnte Orgel der Jakobikirche in Hamburg und die beiden Orgeln, auf denen Johann Sebastian Bach in Weimar und Leipzig wirkte.

3 Pythagoräische Stimmung

3.1 Das diatonische System

Nach einer Reihe von Traktaten, die Boethius' Monochordanweisung und Darstellung des griechischen Tonsystems wiedergeben, und dem Tonsystem der "musica enchiradis" vom Ende des 9. Jahrhundert, wurde im 10. Jahrhundert von Odo von St. Maur (+1030) in Anlehnung an das griechische "systema teleion" ein Ton- bzw. Stimmungssystem entwickelt, welches, von Guido von Arezzo (~990 - 1050) erweitert und in dessen "micrologus" dargestellt, zum maßgeblichen Tonsystem des gesamten Mittelalters wurde.

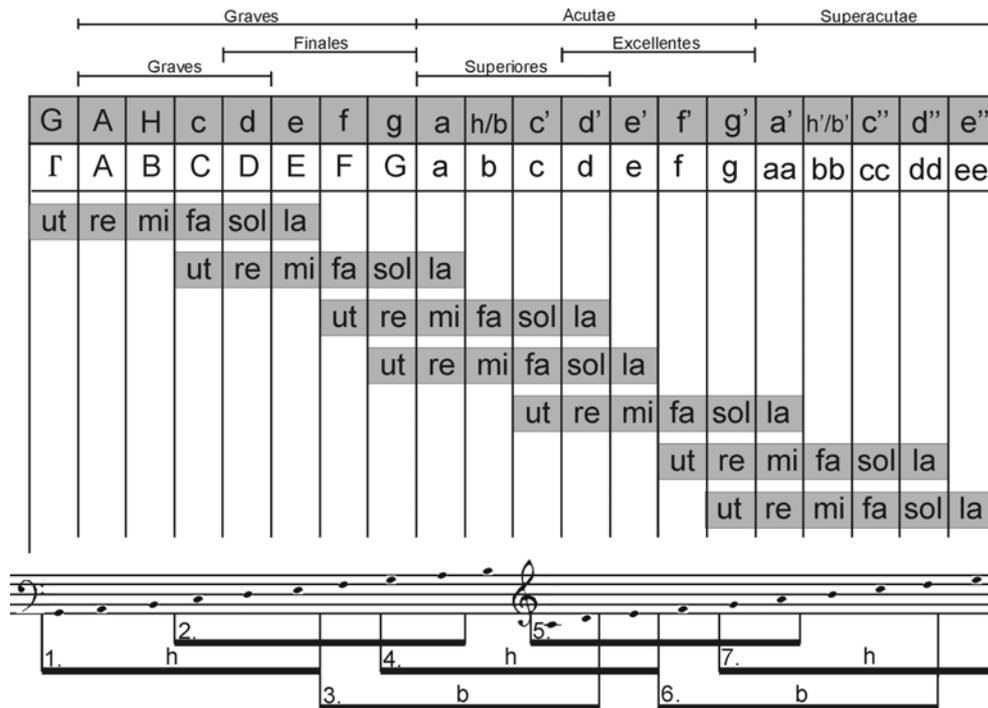


Abbildung 5: Mittelalterliches Tonsystem mit Tetrachord-, Oktav- und Hexachordeinteilung (siehe Abbildung 1)

Die zur Stimmung dieses Systems verwendeten Intervallproportionen stammen aus der von Boethius überlieferten pythagoräischen Tradition und lassen sich alle aus der "Tetraktys" - den Zahlen 1, 2, 3, 4 - ableiten. Die Proportionen der zur Konstruktion des Systems notwendigen Intervalle sind der Teiltonreihe entnommen und ergeben daher reine schwebungsfreie Intervalle.

Oktave 2 : 1²

Quinte 3 : 2

Quarte 4 : 3

Die Differenz von Quinte und Quarte [(3/2) : (4/3)] ergibt den Ganzton 9 : 8. Ein Nachteil dieser Stimmung sind die viel zu großen Terzen, die aus zwei Ganztönen $(9/8)^2$ gewonnen werden. Die gleichen Verhältnisse lassen sich auch mit Hilfe der Zahlen 6 : 8 : 9 : 12 darstellen. Das ganze System kann eigentlich mit Hilfe eines einzigen Intervalles, nämlich der reinen Quinte konstruiert werden, wenn man es als Quintenreihe auffasst:



Exkurs 1

Musica speculativa

"Ars humana imitatur naturam, sicut natura artem primam, divinam et increatam."

Die Kunst der Menschen ahmt die Natur nach, wie ihrerseits die Natur die erste aller Künste, die göttliche und ungeschaffene (Dionysius der Karthäuser (15. Jahrhundert), De contemplatione LXVI, bei Assunto S. 248).

Wie kann Musik Natur nachahmen? Platon meint, dass die Musik Charaktere der menschlichen Seele durch die verschiedenen Charaktere unterschiedlicher Rhythmen und Tonarten nachbildet (Nomoi 655a ff, 812b ff; Politeia 399d ff). Indem Musik als Abbild der Seele die gleichen Strukturelemente aufweist wie die Seele selbst, diese wiederum Abbild und Teil der Weltseele ist, (Timaios 34b ff), deren Abbild der Kosmos ist, bildet/ahmt Musik Natur nach (antikes Mimesisprinzip).

Die Grundstruktur der Weltseele basiert auf "musikalischen" Zahlenproportionen ("Timaios-Tonleiter"; Timaios 35b ff). Jenes Element der Schönheit, das durch Musik ausgedrückt werden kann, ist aber gerade die Zahl.

² Alle Intervallproportionen sind wie im Mittelalter üblich in *Saitenlängen* angegeben, d.h. dem tieferen Ton ist immer die höhere Zahl zugeordnet, und nicht - wie bei der Angabe von *Frequenzverhältnissen* - umgekehrt!

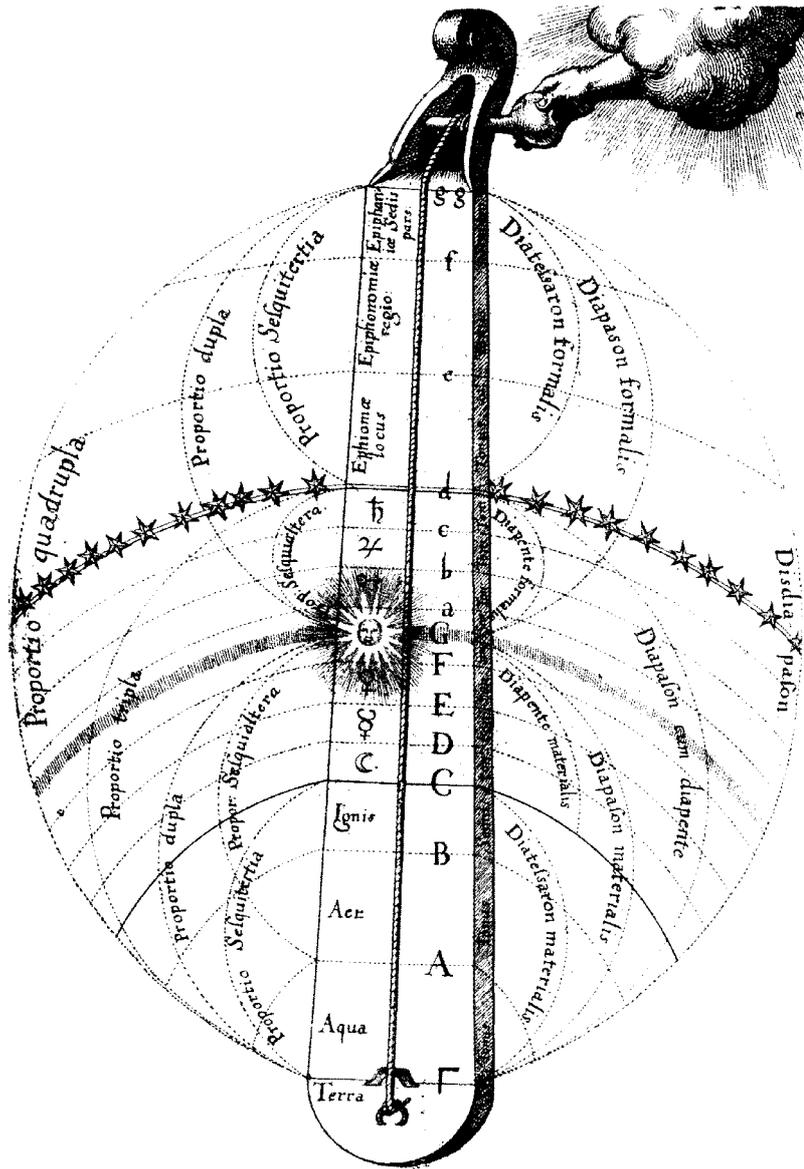


Abbildung 6: Der Aufbau des Kosmos entspricht der Struktur eines durch Gottes Hand gestimmten Monochordes. Die zwei durch die Position der Sonne getrennten Oktaven Γ - G genannt "Diapason materialis" und G - gg genannt "Diapason formalis" entsprechen der "formalen", geistigen und der materiellen Welt. Die Untereinteilungen der beiden Welten sind jeweils eine Quinte höher oder eine Quinte tiefer als die zentrale Somentonhöhe (sol) G. Die Welt ist also nach musikalischen Prinzipien wohlgeordnet.
 (aus: Robert Fludd, *Utriusque Cosmi*, Band I, Oppenheim 1617)

Um diese Gedanken, die für die gesamte Musiktheorie im Mittelalter und bis ins 16. Jahrhundert und darüber hinaus grundlegend waren und deren Wichtigkeit nicht zu unterschätzen ist näher zu erläutern, möchte ich im folgenden kurz ihre Grundlagen in der griechischen Antike, wie sie von Boethius, der ja die Autorität für die Überlieferung antiken Gedankengutes im Mittelalter war, und von Augustinus, der die pythagoräische Zahlenmystik unter Berufung auf die Stelle 11.20 im "Buch der Weisheit", in der davon die Rede ist, dass Gott die Welt nach "Maß, Zahl und Gewicht" erschaffen hat, in christlichem Sinn umdeutete (vgl. Naredi-Rainer 1985 S.172) überliefert wurden, darstellen.

Ausgangspunkt war die pythagoräische Philosophie und deren Weiterführung durch Platon (vor allem im Timaios und den Nomoi), in deren Mittelpunkt die Zahl stand. Die Zahl galt als das Wesen der Dinge und ersetzte den materiellen Urstoff (arché), den die anderen Vorsokratiker annahmen. Die pythagoräisch-platonische Philosophie betrachtet den ganzen Kosmos als nach Zahlengesetzmäßigkeiten aufgebaut. Die Schönheit der Welt, wie Schönheit überhaupt, beruht also auf Zahlenverhältnissen, genauer auf Harmonie, die sich in Zahlenverhältnissen ausdrücken läßt. Grundlegend für alle Proportionen ist die sogenannte Tetraktys, die Zahlen 1, 2, 3 und 4 und ihre Verhältnisse untereinander. (Wie bestimmend für die abendländische Musik diese Proportionen bis ins 16. Jahrhundert waren, zeigt einerseits wie lange es gedauert hat bis die Terz, die ja nicht mit diesen Proportionen erklärbar ist, als Konsonanz anerkannt wurde, andererseits wie lange, nämlich bis eben ins 16. Jahrhundert die pythagoräische Stimmung theoretisch gefordert und auch angewandt wurde).

Diejenige Wissenschaft, die sich mit den Verhältnissen von Zahlen beschäftigt, ist die Musik. Musik ist nach Boethius' Einteilung in den Kreis der septem artes liberales - genauer ins quadrivium - als Wissenschaft von Zahlenverhältnissen, also als abstrakte, rationale Tätigkeit aufgenommen. Boethius hebt bei Pythagoras gerade die Tatsache hervor, dass er sich mit Musik ohne Rücksicht auf Klang beschäftigt hat ("relictio aurium judico" De musica I, 10 nach Eco 1993, S. 51).

Musik wird als Lehre von Proportionen, also als mathematische Wissenschaft aufgefasst, wohingegen der ausübende Musiker, sei es als Sänger/Instrumentalist oder als Komponist nur als Handwerker (in der Antike war die praktische Musikausübung Sache der Sklaven) betrachtet wird. Musik wird also von einem rein kosmologischen Standpunkt aus betrachtet, keineswegs von einem ästhetischen.

Boethius' Darstellung des quadriviums (De musica II, 3 nach Koehler 1988, S. 10):

quantitas			
discreta (multitudo)		indiscreta (magnitudo)	
per se	ad aliquid relata	immobilis	mobilis
arithmetica	musica	geometria	astronomia

Der zentrale Begriff der platonisch-pythagoräischen Musiktheorie ist, wie gesagt, der der Harmonie. Die griechische Bedeutung dieses Wortes hat sehr viel mit Verbinden bzw. Verknüpfen zu tun. Der Mythos macht aus Harmonia, der personifizierten Harmonie, die Tochter der wohl gegensätzlichsten Gottheiten: Nämlich Ares' und Aphrodites (siehe Kerényi 1967 Bd. 1 S.59). Harmonia heiratet später Kadmos (=Kosmos). Etwas was für die Pythagoräer von ungeheurer Wichtigkeit ist (siehe Koehler 1988, Bd. 1, S.7). Dem Makrokosmos-Mikrokosmos-Entsprechungsmodell folgend manifestiert sich diese Harmonie auf mehreren Ebenen. Boethius gibt folgende hinlänglich bekannte Einteilung:

- musica mundana: Sphärenharmonie, der harmonische Aufbau des gesamten Kosmos
- musica humana: Die Harmonie von Leib und Seele des Menschen
- musica instrumentalis: Harmonie in der klingenden Musik

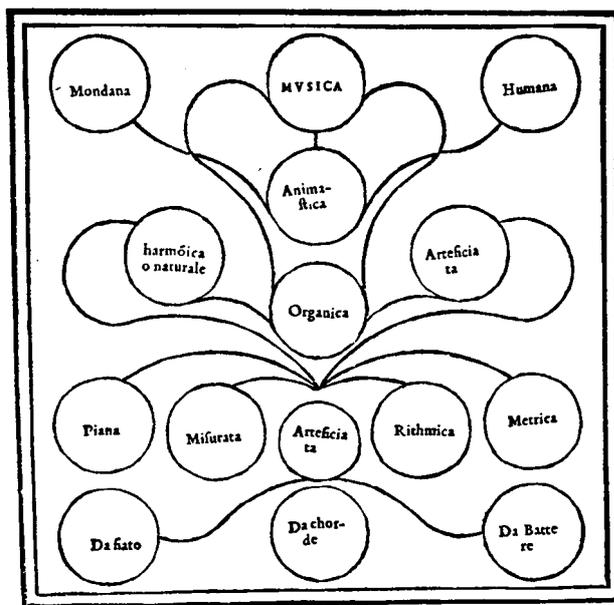


Abbildung 7 zeigt Zarlinos weiter differenzierte Darstellung der Musik des Boethius; (aus: Giuseffo Zarlino, Institutioni Harmoniche, S. 34)

Musik bildet also, wenn sie schön sein will, die Harmonie/Schönheit des Kosmos ab.

Es sei noch einmal darauf hingewiesen, wie stark rational dieses Musikverständnis ist: Musik an und für sich gehört dem rein geistigen Bereich an. Das sinnlich wahrnehmbare Erklängen ist völlig unwesentlich.

Aus Platons Identifikation von Schönem mit Gutem folgt die ethische Funktion von klingender Musik: Nach Platon ist die menschliche Seele nach musikalischen Gesetzmäßigkeiten strukturiert. Aus diesem Grunde kann klingende Musik die menschliche Seele beeinflussen.

*Platons Ideal der Lebensführung ist die "vita contemplativa": Betrachtung (griechisch: theoria) ist Inhalt und Ziel dieses Lebens, denn durch diese Betrachtung der Harmonie des Kosmos entsteht derselbe harmonische Zustand im Betrachter. Die Forderung nach Schönheit/Harmonie in der Musik ist also nicht eine ästhetische, sondern eine **ethische**. Durch Schönheit/Harmonie von klingender Musik soll die Seele des Menschen harmonisch "gestimmt" werden, d.h. schön = gut werden. "Ethische Musik" ist Platon zufolge ruhige, gleichbleibende Musik, die auf "Pathos", d.h. einen ständigen Wechsel der Affekte, verzichtet. Diese, vor allem durch Boethius überlieferte Musiktheorie blieb bis ins 16. Jahrhundert und darüber hinaus absolut maßgebend. Abgesehen von der Bedeutung von Zahlen zur Abbildung der kosmologischen Struktur und ihrer Verwendung als Mittel um Proportionen auszudrücken, kommt der Zahl als Trägerin einer außermusikalischen und außermathematischen Bedeutung, also als Symbol, im Denken des Mittelalters eine wichtige Rolle zu.*

"Demgegenüber beruht die symbolische Bedeutung einer Zahl nicht auf ihren a priori-Eigenschaften, sondern auf außermathematischen Bezügen, die von naturphilosophischen Spekulationen bis zur Bibelexegese reichen. Da die Symbolzahl nicht Träger eines in ihrem eigenen Sein beschlossenen Gehaltes, sondern Zeichen für einen übertragenen Gehalt ist, können Symbolbedeutungen wechseln bzw. sich überlagern. Nicht nur ein allgemeiner Symbolgehalt kann durch Zahlen bezeichnet und durch sie auf das an Raum und Zeit gebundene Kunstwerk übertragen werden, sondern Zahlen als das 'ohne Zweifel universellste und daher am häufigsten verwendete Zeichensystem unserer Kultur' ermöglichen auch die Übertragung der konkreten Bedeutung eines Kunstwerkes auf dessen Nachbildung auf einem anderen Weg als dem der formalen Kopie" (Naredi-Rainer 1982 S. 82).

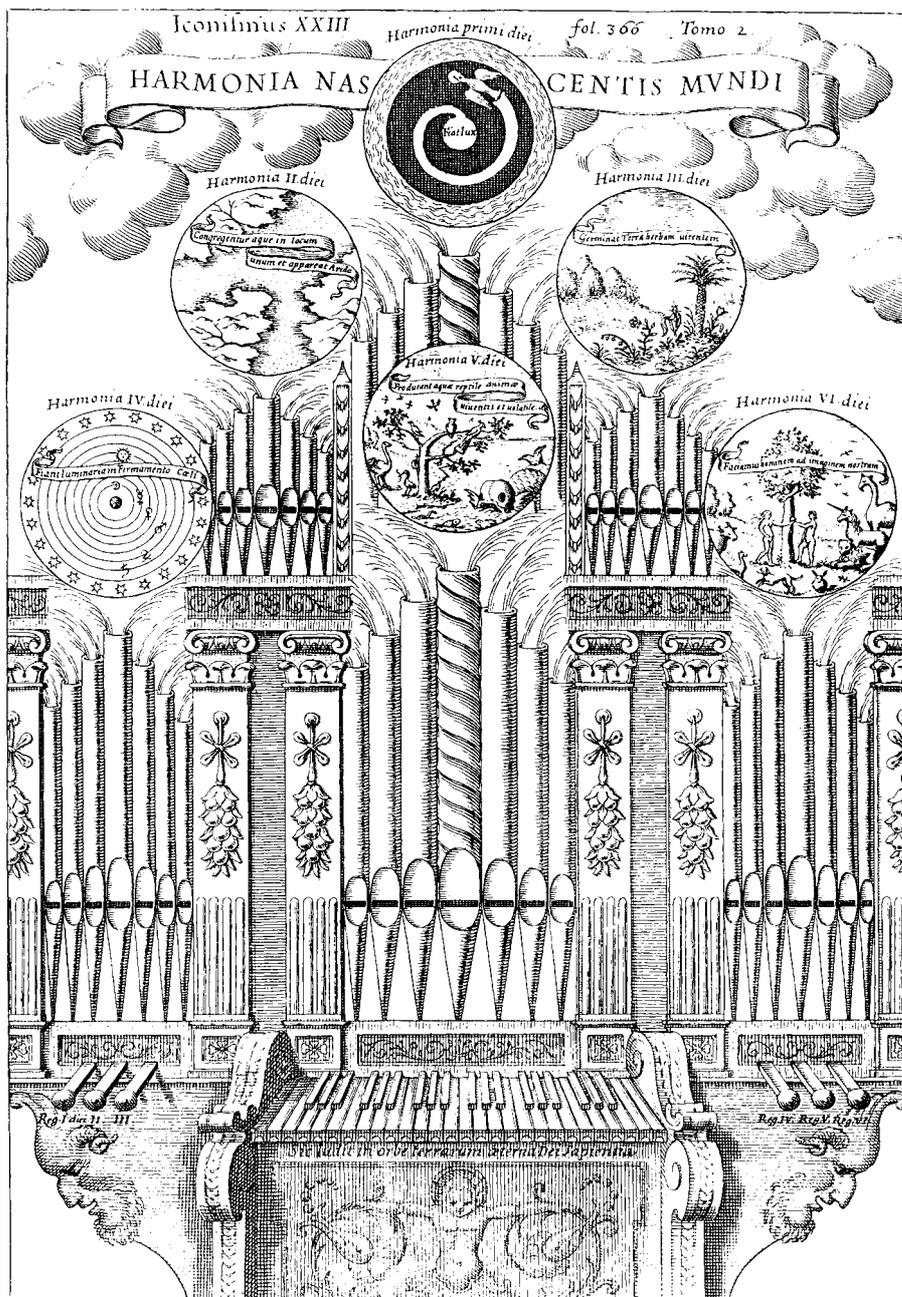


Abbildung 8: Gott als Orgelbauer, der die Weltenorgel auf der Grundlage der Harmonie baut steht als Symbol für Gott als den Schöpfer der Welt. Den sechs Registern der Orgel entsprechen die sechs Tage der Schöpfung (aus: Athanasius Kircher, *Musurgia universalis*, Rom, 1650).

Exkurs 2

Zum Monochord

Das Monochord (griech. Kanon) ist ein seit der griechischen Antike bekanntes - seine Erfindung wurde Pythagoras zugeschrieben - einsaitiges Saiteninstrument, welches hauptsächlich Theoretikern spätestens vom 3. Jahrhundert v. Chr. bis ins 19. Jahrhundert zur akustischen Realisation von ganzzahligen Intervallverhältnissen diente.

Mittels eines oder auch mehrerer beweglicher Stege konnte die Saite in jedem in ganzen Zahlen ausdrückbaren Verhältnis geteilt werden. Die Teilungspunkte wurden markiert, so dass die Darstellung komplexer Stimmungssysteme auf nur einer Saite möglich wurde.

Die erste Darstellung einer Monochordteilung findet sich ungefähr 300 v. Chr. in Euklids Werk "Katonome kanonos" (lat.: *Sectio canonis*).

Neben den Theoretikern verwendeten auch Gesangslehrer das Instrument im Gesangsunterricht. Sonderformen des Monochords waren Polychorde, welche mehrere Saiten hatten, aber im Prinzip gleich funktionierten wie Monochorde, und seit dem 15. Jahrhundert Tastenmonochorde.



Abbildung 9 zeigt einen Mann, der gerade mit Hilfe von beweglichen Stegen die Saite eines Monochordes markiert (aus: Fogliano, *Musica theorica* (1529), S. XXXIX).

3.1.1 Guido von Arezzos erste Monochordteilung

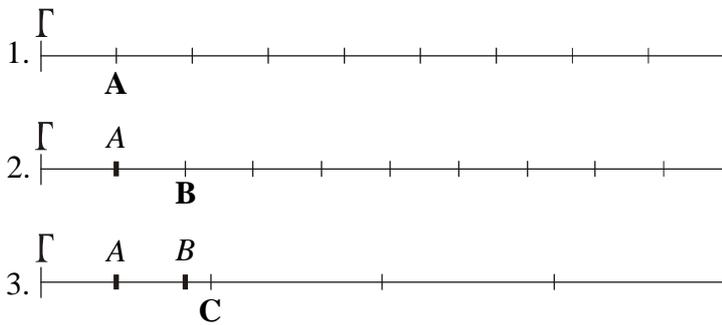
Um die mathematischen Verhältnisse in Klang zu übersetzen, bediente man sich bestimmter Methoden ein Monochord möglichst effizient einzustimmen.

In Guido von Arezzos "micrologus" sind zwei Methoden erklärt.

Es folgt die erste Methode (von Odo von St. Maur übernommen):

"Nachdem man also am Anfange das *I* gesetzt hat, theile man den ganzen unter der Saite liegenden Raum bis zum Ende in neun Theile und setze zum ersten Neuntel den Buchstaben A

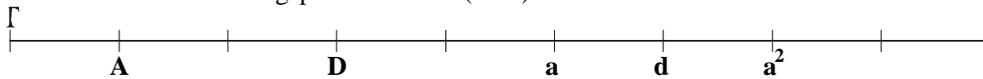
(siehe 1.), mit welchem sämtliche alten Theoretiker den Anfang machten. Von A bis zum Ende mache man wieder neun Theile und setze auf den ersten Theil den Buchstaben B (siehe 2). Hierauf kehre man wieder zu Γ zurück und theile den ganzen Raum in vier Theile, und man findet am Ende des ersten Theiles C (siehe 3)." (Ratte S.81).



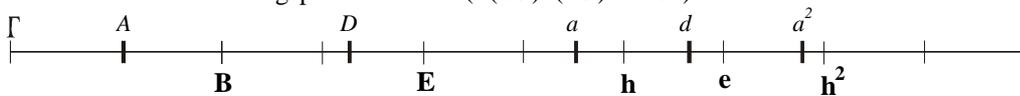
D(4), E(5) und F(6) werden wie C als reine Quartan eingestimmt.

3.1.2 Guidos, wahrscheinlich von ihm selbst entwickelte zweite Methode

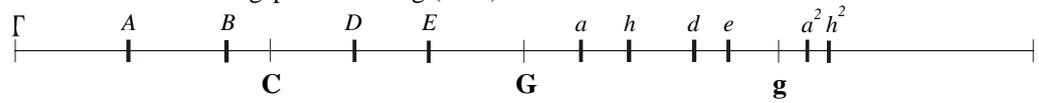
- Die Saite ist in neun Teile zu teilen.
 Am Anfang der Saite schreibe $\Gamma (=9/9)$,
 den ersten Teilungspunkt nenne A ($=8/9$),
 den dritten Teilungspunkt nenne D ($=6/9=2/3$),
 den fünften Teilungspunkt nenne a ($=4/9$),
 den sechsten Teilungspunkt nenne d ($=3/9=1/3$),
 den siebenten Teilungspunkt nenne $a^2 (=2/9)$.



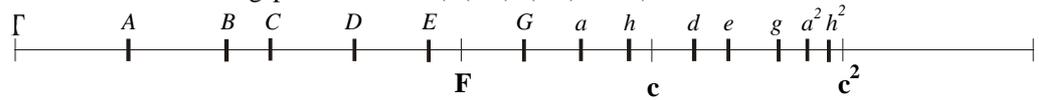
- Das Teilstück der Saite zwischen A ($8/9$) und dem Ende der Saite ist in neun Teile zu teilen.
 Den ersten Teilungspunkt nenne B ($=(8/9)*(8/9)=64/81$),
 den vierten Teilungspunkt nenne E ($=(8/9)*(6/9)=16/27$),
 den fünften Teilungspunkt nenne h ($=(8/9)*(4/9)=32/81$),
 den sechsten Teilungspunkt nenne e ($=(8/9)*(3/9)=8/27$),
 den siebenten Teilungspunkt nenne $h^2 (= (8/9)*(2/9)=16/81)$.



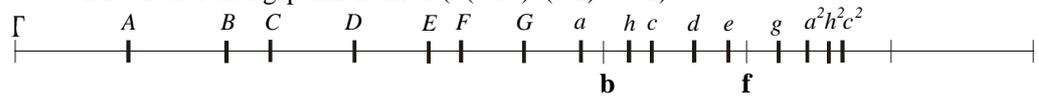
3. Die ganze Saite ist in vier Teile zu teilen.
 Den ersten Teilungspunkt nenne C ($=3/4$),
 den zweiten Teilungspunkt nenne G ($=1/2$),
 den dritten Teilungspunkt nenne g ($=1/4$).



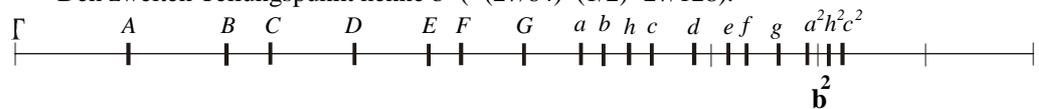
4. Das Teilstück der Saite zwischen C ($3/4$) und dem Ende der Saite ist in vier Teile zu teilen.
 Den ersten Teilungspunkt nenne F ($=3/4^2=9/16$),
 den zweiten Teilungspunkt nenne c ($=3/4 \cdot 1/2=3/8$),
 den dritten Teilungspunkt nenne c^2 ($=3/4 \cdot 1/4=3/16$).



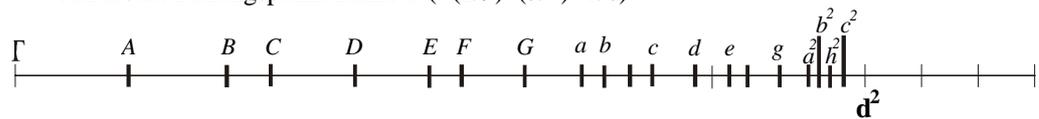
5. Das Teilstück der Saite zwischen F ($9/16$) und dem Ende der Saite ist in vier Teile zu teilen.
 Den ersten Teilungspunkt nenne b ($=9/16 \cdot 3/4=27/64$),
 den zweiten Teilungspunkt nenne f ($=9/16 \cdot 1/2=9/32$).



6. Das Teilstück der Saite zwischen b ($27/64$) und dem Ende der Saite ist in vier Teile zu teilen.
 Den zweiten Teilungspunkt nenne b^2 ($=27/64 \cdot 1/2=27/128$).



7. Das Teilstück der Saite zwischen a^2 ($2/9$) und dem Ende der Saite ist in vier Teile zu teilen.
 den ersten Teilungspunkt nenne d^2 ($=2/9 \cdot 3/4=1/6$).



Aus diesen Monochordteilungen ergeben sich alle Tonhöhen des Guidonischen Systems von Γ bis d^2 .

Tabelle 1 zeigt die Stimmung des aus diesem System entnommenen Oktavbereichs von C bis c, Tabelle 2 die sich ergebenden Intervalle.

Tabelle 1: Pythagoräisch-diatonische Stimmung

	9:8	9:8	256:243	9:8	9:8	256:243	256:243
C	D	E	F	G	A	B	H
1 : 1	9 : 8	81 : 64	4 : 3	3 : 2	27 : 16	16 : 9	243 : 128
0 c	204 c	408 c	498 c	702 c	906 c	996 c	1110 c

Tabelle 2: Intervalle der pythagoräisch-diatonischen Stimmung

	kl. 2	gr. 2	kl. 3	gr. 3	r. 5
C		203,910		407,820	701,955
D		203,910	294,135		701,955
E	90,225	203,910	294,135		701,955
F		203,910		407,820	701,955
G		203,910	294,135	407,820	701,955
A	90,225	203,910	294,135		701,955
B	113,685	203,910		407,820	701,955
H	90,225		294,135		

3.2 Das pythagoräisch-chromatische System

Ab dem 14. Jahrhundert entwickelten sich durch die immer häufiger werdenden Alterationen der Stammtöne (musica ficta) Claviaturen, die alle im System möglichen Halbtöne enthielten.

Nach Dom Bedos soll die Orgel von San Salvatore in Venedig bereits im 13. Jahrhundert über eine chromatische Claviatur verfügt haben (Frotscher 1935, S.39).

Die Orgel von Halberstadt von 1361 hatte mit Sicherheit eine solche, die Orgelkompositionen oder Intavolierungen des Robertsbridge Codex um 1340 verlangen alle chromatischen Halbtöne, sodass ab dem 15. Jahrhundert das Vorhandensein von allen Obertasten vorausgesetzt werden kann.

Die zur Verfügung stehenden Tonhöhen waren:



Es gab natürlich kein:



Das alte diatonische Stimmsystem mußte also erweitert werden zu einer Stimmung, die alle erforderlichen chromatischen Töne enthielt. Dabei entstand ein System mit folgenden Eigenschaften:

Wesentliche Charakteristika der pythagoräischen Stimmung:

(Intervalle siehe CD1 Track [4])

Oktaven:

Alle Oktaven sind rein: $2/1 = 1200c$

Quinten:

Es gibt 11 reine Quinten ($3/2 \triangleq 702c$) und eine zu kleine Quinte (Wolfsquinte) ($262144 : 177147 = 678.5c$).

Der 13. Ton einer zwölfgliedrigen steigenden Quintenkette ist um das sogenannte "**pythagoräische Komma**" höher als die siebente Oktave des Ausgangstones.

z.B.:



$$\left(\frac{3}{2}\right)^{12} : \left(\frac{2}{1}\right)^7 = \frac{531441}{4096} : \frac{128}{1} = 531441 : 524288$$

$$(702c \cdot 12) - (1200 \cdot 7) = 8424c - 8400c \approx 23,5c$$

Um den Quintenzirkel zu schließen, wurde eine der Quinten genau um diesen Betrag verkleinert. Aufgrund ihres speziellen Klages wird sie als "Wolfsquinte" bezeichnet. Theoretisch kann diese Wolfsquinte an jeder Stelle des Quintenzirkels liegen, die üblichsten Positionen waren aber anfangs E^b - G[#], später H - F[#].

Im Zusammenhang mit der pythagoräischen Stimmung wäre es eigentlich besser von einer Quintenspirale oder von einer offenen Quintenreihe zu sprechen, als von einem "Quintenzirkel", weil letzterer Begriff eine Kreisförmigkeit oder Geschlossenheit suggeriert, die de facto nicht vorhanden ist.

Quarten:

Es gibt 11 reine Quartan ($4:3 = 498c$) und eine zu große Quarte ($521.5c$).

Große Sekunden:

Es gibt zwei Arten von Ganztönen, nämlich 10 diatonische große Ganztöne ($9/8 = 204c$) und zwei enharmonisch-chromatische kleine Ganztöne ($=180c$).

Der große Ganzton ist die Differenz zwischen Quinte und Quarte.

$$\frac{3}{2} : \frac{4}{3} = 9 : 8$$

$$702c - 498c = 204c$$

Der kleine Ganzton ist die Differenz zwischen kleiner (fast reiner) großer Terz und großem Ganzton. (Er ist also nur um ca. 2c kleiner als der "natürlich-harmonische" kleine Ganzton $10:9$.)

$$\frac{8192}{6561} : \frac{9}{8} = 65536 : 59049$$

$$384c - 204c = 180c$$

Große Terzen:

Es gibt acht viel zu große große Terzen ($81/64 = 408c$) und vier fast reine große Terzen ($384c$).

Die zu großen großen Terzen sind die Summe von zwei großen Ganztönen (Daher wird für eine derartige Terz auch die Bezeichnung "ditonus" verwendet).

$$(9:8)^2 = 81:64$$

$$204c + 204c = 408c$$

Die fast reinen großen Terzen entstehen aus folgendem Grund:

Der neunte Ton einer Reihe acht steigender reiner Quinten ist ein Ton, der vier Oktaven und eine fast reine kleine Sext höher ist als der Ausgangston (1.), oder der, wenn man den Ausgangston fünf Oktaven nach oben transponiert, $384c$, also eine fast reine große Terz ($386c$) tiefer ist als der oktavierte Ausgangston (2.).

z.B:



$$1. \left(\frac{3}{2}\right)^8 = \frac{6561}{256} = \frac{16}{1} \cdot \frac{6561}{4096} = 1.60181 \quad \left(\text{zum Vergleich: } \frac{8}{5} = 1.6\right)$$

$$702c \cdot 8 = 5616c = 4800c + 816c$$

$$2. \left(\frac{2}{1}\right)^5 : \left(\frac{3}{2}\right)^8 = \frac{32}{1} : \frac{6561}{256} = \frac{8192}{6561} (= 1.24859) \quad \left(\text{zum Vergleich: } \frac{5}{4} = 1.25\right)$$

$$(1200c \cdot 5) - (702c \cdot 8) = 6000c - 5616c = 384c$$

Kleine Sekunden: (siehe CD1 Track [5])

Es gibt zwei verschieden große Halbtöne, wobei die chromatische "Aptome" ($\frac{2187}{2048} = 114c$) größer als der sehr kleine diatonische Halbton "Limma" ($\frac{256}{243} = 90c$) ist.

"Limma" heißt Rest und ist die Differenz zwischen Quarte und Ditonus.

$$\frac{4}{3} : \frac{81}{64} = \frac{256}{243}$$

$$498c - 408c = 90c$$

Die "Aptome" ist die Differenz zwischen Ganzton und "Limma".

$$\frac{9}{8} : \frac{256}{243} = \frac{2187}{2048}$$

$$204c - 90c = 114c$$

3.2.1 Die pythagoräische Stimmung mit der Wolfsquinte zwischen E^b und G[#]

In dem zwischen 1332 und 1342 entstandenen Werk "Flores musicae omnis cantus Gregoriani" von Hugo Spechtshart von Reutlingen (1285-1360) ist als zweites Kapitel mit dem Titel "De monochordo" eine Anweisung zur Monochordteilung in pythagoräisch-chromatischer Stimmung enthalten. Hugo erweitert Guidos System um das F nach unten und stimmt die alterierten Töne bis zum E^b, verzichtet aber noch auf das G[#]. Nachdem sich Hugo Spechtshart von Reutlingens Stimmethode prinzipiell nicht von den beiden demonstrierten Methoden Guidos unterscheidet, beschränke ich mich auf die Präsentation des Ergebnisses, wobei ich den fehlenden Ton G[#] ergänzt habe und so ein vollständiges System mit der Wolfsquinte zwischen E^b und G[#] erhalten habe (vgl. Ratte S.108f).

Die Darstellung des Systems befindet sich auf Tabelle 3 und Tabelle 4.

Tabelle 3: Pythagoräisch-chromatische Stimmung 1 (Wolfsquinte zwischen G[#] - E^b)

	$\frac{2187}{2048}$	$\frac{256}{243}$	$\frac{256}{243}$	$\frac{2187}{2048}$	$\frac{256}{243}$	$\frac{2187}{2048}$	$\frac{256}{243}$	$\frac{2187}{2048}$	$\frac{256}{243}$	$\frac{256}{243}$	$\frac{2187}{2048}$	$\frac{256}{243}$
C	C[#]	D	E^b	E	F	F[#]	G	G[#]	A	B	H	C
$\frac{1}{1}$	$\frac{2187}{2048}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{32}{27}$	$\frac{81}{64}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{729}{512}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{6561}{4096}$	$\frac{27}{16}$	$\frac{16}{9}$	$\frac{243}{128}$	$\frac{2}{1}$
0 c	114 c	204 c	294 c	408 c	498 c	612 c	702 c	816 c	906 c	996 c	1110c	1200 c

Tabelle 4: Intervalle der pythagoräisch-chromatischen Stimmung
(Wolfsquinte zwischen $G^\sharp - E^b$)

	<i>kl. 2</i>	<i>gr. 2</i>	<i>kl. 3</i>	<i>gr. 3</i>	<i>r. 5</i>
C	113,685	203,910	294,135	407,820	701,955
C \sharp	90,225	180,450	294,135	384,360	701,955
D	90,225	203,910	294,135	407,820	701,955
E \flat	113,685	203,910	317,595	407,820	701,955
E	90,225	203,910	294,135	407,820	701,955
F	113,685	203,910	317,595	407,820	701,955
F \sharp	90,225	203,910	294,135	384,360	701,955
G	113,685	203,910	294,135	407,820	701,955
G \sharp	90,225	180,450	294,135	384,360	678,495
A	90,225	203,910	294,135	407,820	701,955
B	113,685	203,910	317,595	407,820	701,955
H	90,225	203,910	294,135	384,360	701,955

Beispiel aus dem Robertsbridge Codex

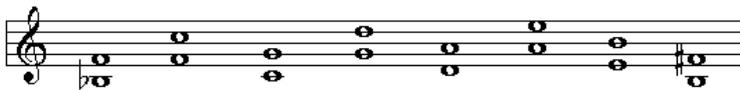
(siehe CD1 Track [6], Notenbeispiel S. 126-127)

Anhand von Analysen von Stücken können Rückschlüsse auf diejenige Stimmung gezogen werden, mit der der Komponist rechnete. So ist es sehr wahrscheinlich, dass die Wolfsquinte vom Komponisten möglichst gemieden wurde, dagegen die Verwendung der vier reinen großen Terzen angestrebt wurde.

Dieses Beispiel ist typisch für den Stil des Robertsbridge Codex:

Alle betonten Zusammenklänge sind Quinten, Quartan oder Oktaven. Terzen und Sexten dagegen, erscheinen nur sehr selten, und wenn, dann in schnellen Notenwerten.

Die Quinte H - F \sharp wird behandelt wie jede andere Quinte auch, und kann daher kaum eine Wolfsquinte sein. Nachdem in den weiteren Stücken dieser Sammlung die alterierten Töne F \sharp , C \sharp , G \sharp , B und E \flat vorkommen sind prinzipiell 12 Positionen für die Wolfsquinte möglich, obwohl die Notation die Aufteilung in zwei Quintenkettan mit dem Bruch zwischen G \sharp und E \flat nahelegt. Untersucht man alle Quinten in Robertsbridge Codex, findet man folgende Quinten simultan angeschlagen:



Die Quinten E \flat - B, F \sharp - C \sharp und C \sharp - G \sharp erklingen zwar nie gleichzeitig, sind aber in melodischen Linien oft in unmittelbarer Nachbarschaft anzutreffen.

Einzig die Töne E^b und G[#] sind nie in ein und derselben Linie, nicht einmal in ein und demselben Stück anzutreffen.

Aus diesen musikalischen Gründen schließe ich, dass der Komponist bzw. Intavolator mit einer Wolfsquinte zwischen G[#] und E^b rechnete.

Ein weiteres Indiz für diese Lage der Wolfsquinte ist die Tatsache, dass eine anonyme englische Orgelstimmanweisung aus der gleichen Zeit die Wolfsquinte ebenfalls zwischen G[#] und E^b plazierte.

3.2.2 Die pythagoräische Stimmung mit der Wolfsquinte zwischen H und F[#]

Weitere Traktate mit Stimmungsmethoden liegen von Henri Arnaut de Zwolle (1400-1466) vor (Compositio fimbriae, quod est initium organorum et clavichordiorum und Compositio clavichordiorum (beide um 1440)): Der wesentlichste Unterschied zu Hugo Spechtshart von Reutlingens Anweisung ist die Position der Wolfsquinte: Sie liegt, wie in fast allen Traktaten dieser Zeit (z.B. bei Prodocimus de Beldemandis, Georgio Anselmi, Johannes Keck...) zwischen H und F[#], der Standardposition der Wolfsquinte im 14. und 15. Jahrhundert.

Ramos de Pareja berichtet in seinem Traktat "musica practica" (1482), der portugiesische Hofkapellmeister Tristan da Silva habe, um die Quinte H - F[#] verwenden zu können, eine Doppelsaite für F[#] aufgezogen (Meister S.32f).

*Tabelle 5: Intervalle der pythagoräisch-chromatischen Stimmung 2
(Wolfsquinte zwischen H - F[#])*

	<i>kl. 2</i>	<i>gr. 2</i>	<i>kl. 3</i>	<i>gr. 3</i>	<i>r. 5</i>
C [0c]	90,225	203,910	294,135	407,820	701,955
C [#] [90c]	113,685	203,910	317,595	407,820	701,955
D [90c]	90,225	203,910	294,135	384,360	701,955
E ^b [294c]	113,685	203,910	294,135	407,820	701,955
E [408c]	90,225	180,450	294,135	384,360	701,955
F [498c]	90,225	203,910	294,135	407,820	701,955
F [#] [588c]	113,685	203,910	317,595	407,820	701,955
G [702c]	90,225	203,910	294,135	407,820	701,955
G [#] [792c]	113,685	203,910	317,595	407,820	701,955
A [906c]	90,225	203,910	294,135	384,360	701,955
B [996c]	113,685	203,910	294,135	407,820	701,955
H [1110c]	90,225	180,450	294,135	384,360	678,495

Beispiel aus dem Codex Faenza 14./15. Jahrhundert

(siehe CD1 Track [7], Notenbeispiel S. 128)

Der Stil der Kompositionen des Codex Faenza ist dem des Robertsbridge Codex im Prinzip sehr ähnlich. Der in unserem Zusammenhang interessanteste Unterschied ist die viel häufigere Verwendung von Terzen, als betonten Zusammenklängen neben den wie im Robertsbridge Codex vorherrschenden Quinten und Oktaven. Analysiert man die verwendeten Terzen, so wird man feststellen, dass in einer Stimmung mit dem Wolf zwischen H und F[#] beinahe alle auf betonter Zeit verwendeten Terzen zur Gruppe der vier fast reinen Terzen gehören.

Interessant ist auch die Tatsache, dass der Komponist D[#] verlangt, nicht E^b und dieses D[#] als fast reine Terz zu H verwendet.

In den Stücken dieser Sammlung werden die alterierten Töne F[#], C[#], G[#], D[#] und B verlangt.

Untersucht man alle Quinten im Codex Faenza findet man folgende Quinten simultan angeschlagen:



Die Quinte F[#] - C[#] erklingt zwar nie gleichzeitig, F[#] und C[#] sind aber in melodischen Linien oft in unmittelbarer Nachbarschaft anzutreffen.

Die Quinte D[#] - A[#] = B und die eigentlich im Vergleich zu C[#] - G[#] und F[#] - C[#] viel näherliegende Quinte H - F[#] werden nie eingesetzt.

All dies läßt die Vermutung, dass der Komponist von einer Wolfsquinte zwischen H und F[#] ausgegangen ist sehr plausibel erscheinen.

Beispiele aus der "Predigtsammlung des Ludolf Wilkin aus Winsem" von 1431

(siehe CD1 Track [8], Notenbeispiel S. 129-131)

Ein schönes Beispiel für das bewußte Einsetzen, der für die pythagoräische Stimmung mit dem Wolf zwischen H und F[#] charakteristischen Intervalle als Teil der kompositorischen Arbeit, gibt das Stück "wol up ghesellen yst an der tyet IIIIor notarum" aus der "Predigtsammlung des Ludolf Wilkin aus Winsem" von 1431.

Der erste Abschnitt der Komposition gliedert sich in drei Teile, die jeweils vier cantus firmus-Töne bringen, wobei alle Teile einen ähnlichen Aufbau in Bezug auf die Klangqualität der verwendeten Intervalle zeigen:

Alle beginnen mit Terzen bzw. Sexten in den beiden Unterstimmen, wobei allen diesen Terzen gemeinsam ist, dass sie pythagoräische Ditoni sind und daher - vor allem auf der Orgel gespielt - sehr "heulen". Auf diesen Anfangsklang folgt immer eine der fast reinen Terzen, die in zwei Fällen von einer weiteren fast reinen Terz, oder im ersten Teil von einem Einklang gefolgt wird. Das Ende jedes Abschnittes bildet eine reine Quinte.

Das klangliche Gefälle von sehr unrein (Ditonus) über fast rein (Terz) zu rein (Quinte) ist also als ein Mittel zur formalen Gliederung der Komposition eingesetzt worden.

Weiters ist die klangliche Vorherrschaft der Quinten in diesem Stück durch die sehr häufige Verwendung der fast reinen Terzen und dem Schluss der ganzen Komposition mit der fast reinen Terz $d - f^{\#1}$ schon ziemlich relativiert.

An anderer Stelle dieser cantus firmus-Bearbeitung stößt man auf eine Stelle, die einen im ersten Moment an der Hypothese, der Komponist hätte mit einer Wolfsquinte zwischen H und $F^{\#}$ gerechnet, zweifeln läßt.

Auf betonter Zeit steht hier die Quinte $h - f^{\#1}$! (Takt 34)

Eine Erklärung dieser Quinte bietet die "Parallelstelle" im drittnächsten Takt (Takt 37):

Das $f^{\#1}$ wurde wie das h^1 als Dissonanz eingesetzt. Beide bilden sozusagen jeweils das erste Glied einer "Seufzerfigur", der auch die Artikulation in Zweierbindungen entspricht, die sich bei Verwendung von mittelalterlichen Fingersätzen und durch die Tonwiederholungen von selbst ergibt.

3.3 Systeme mit reinen Terzen

Der nächste und letzte Schritt in der Entwicklung der pythagoräischen Stimmung wurde vom unbekanntem Autor des in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhundert entstandenen "Erlanger Traktates" mit dem Titel "Pro clavichordiis faciendis" und von Ramos de Pareja in seiner "musica practica" von 1482 vollzogen:

Die oben erwähnten, fast reinen Terzen (384c) wurden von beiden Autoren als reine Terzen im Verhältnis 5 : 4 am Monochord eingestimmt.

Diese Autoren waren die ersten, die Intervalle außerhalb des pythagoräischen Systems der Tetraktys als Konsonanzen behandelten. Beide verlegten außerdem die nun etwas bessere Wolfsquinte (682c) in der Weise, dass die reinen Terzen an musikalisch wichtige Positionen im System gelangten.

3.3.1 "Erlanger Traktat"

Im "Erlanger Traktat" werden auf traditionelle Weise, das heißt mit Hilfe von Saitenproportionierungen, folgende Töne eingestimmt:

1. Durch 16-Teilung der H-Saite die reinen großen Terzen C - E und G -H,
2. F, B, E^b , A^b , D^b , G^b in reinen Quinten und Quartan
3. D als reine Terz zu $F^{\#}=G^b$,
4. A als Quinte zu D

Die Wolfsquinte liegt zwischen A und E.

Tabelle 6: Intervalle der Stimmanweisung der pythagoräische-chromatischen Stimmung des „Erlanger Traktates“ mit der Wolfsquinte A - E

	<i>kl. 2</i>	<i>gr. 2</i>	<i>kl. 3</i>	<i>gr. 3</i>	<i>r. 5</i>
C [0c]	90,225	201,956	294,135	386,314	701,955
C# [90c]	111,731	203,910	296,089	407,820	701,955
D [202c]	92,179	184,357	294,135	386,314	701,955
Eb [294c]	92,179	203,910	294,135	407,820	701,955
E [386c]	111,731	201,956	315,641	405,866	701,955
F [498c]	90,225	203,910	294,135	405,866	701,955
F# [588c]	113,685	203,910	315,641	407,820	701,955
G [702c]	90,225	201,956	294,135	386,314	700,001
G# [792c]	111,731	203,910	296,089	407,820	701,955
A [904c]	92,179	184,357	296,089	386,314	678,495
B [996c]	92,179	203,910	294,135	405,866	701,955
H [1088c]	111,731	201,956	313,688	405,866	700,001

3.3.2 Ramos de Parejas

Ramos de Parejas System unterscheidet sich nur durch die Lage der Wolfsquinte (G-D).

Er stimmt

1. Von A eine reine Quinte zu D
2. Von A eine reine Terz (4:5) zu F
3. Von F eine reine Quinte zu B
4. Reine Quinten von A zu E und von E zu H
5. Von E eine reine Terz (4:5) zu C
6. Von H eine reine Terz (4:5) zu G
7. Reine Quinten von H zu F[#] und von F[#] zu C[#]
8. Reine Quinten von B zu E^b und von E^b zu A^b

Tabelle 7: Intervalle der Stimmanweisung der pythagoräisch-chromatischen Stimmung nach

Ramos de Pareja

	<i>kl. 2</i>	<i>gr.2</i>	<i>kl.3</i>	<i>gr.3</i>	<i>r.5</i>
C [0c]	92,179	182,404	294,135	386,314	701,955
C# [92c]	90,225	201,956	294,135	405,866	700,001
D [182c]	111,731	203,910	315,641	407,820	701,955
Eb [294c]	92,179	203,910	296,089	407,820	701,955
E [386c]	111,731	203,910	315,641	405,866	701,955
F [498c]	92,179	203,910	294,135	386,314	701,955
F# [590c]	111,731	201,956	294,135	405,866	701,955
G [702c]	90,225	182,404	294,135	386,314	680,449
G# [792c]	92,179	203,910	296,089	407,820	701,955
A [884c]	111,731	203,910	315,641	407,820	701,955
B [996c]	92,179	203,910	296,089	386,314	701,955
H [1088c]	111,731	201,956	294,135	405,866	701,955

3.3.3. Henricus Grammateus

Heinrich Schreyber von Erfurt veröffentlichte 1518 seine Schrift "Arithmetica applicirt oder gezogen auff die edel kunst musica", in der er eine Monochordberechnung für eine Orgelpfeifenmensur durchführt, welche den Wolf auf zwei Quinten aufteilt und dadurch acht recht gute große Terzen erhält.

Tabelle 8: Intervalle der Stimmanweisung der pythagoräisch-chromatischen Stimmung nach

Henricus Grammateus

	<i>kl. 2</i>	<i>gr.2</i>	<i>kl.3</i>	<i>gr.3</i>	<i>r.5</i>
C [0c]	101,955	203,910	305,865	407,820	701,955
C# [102c]	101,955	203,910	305,865	396,090	701,955
D [204c]	101,955	203,910	294,135	396,090	701,955
E ^b [306c]	101,955	192,180	294,135	396,090	690,225
E [408c]	90,225	203,910	294,135	396,090	701,955
F [498c]	101,955	192,180	305,865	407,820	701,955
F# [600c]	101,955	203,910	305,865	407,820	701,955
G [702c]	101,955	203,910	294,135	407,820	701,955
G# [804c]	101,955	192,180	305,865	396,090	701,955
A [906c]	101,955	203,910	294,135	396,090	701,955
B [996c]	113,685	203,910	305,865	407,820	701,955
H [1110c]	90,225	192,180	294,135	396,090	690,225

3.4 Senf³

Im weiteren Verlauf der Geschichte hat sich die pythagoräische Stimmung nicht mehr verändert, sondern ist durch andere Systeme ersetzt worden. Die Hauptcharakteristika der pythagoräischen Stimmung sind also:

Die reinen Quinten,
die zu kleine Wolfsquinte,
die zu großen großen Terzen und
die kleinen diatonischen Halbtöne d.h. die scharfen Leittöne.

Diese Stimmung ist also gut geeignet für Musik, die Quintklänge bevorzugt, Terzen und Sexten als Dissonanzen einstuft und nicht mit chromatischer Transposition rechnet, kurz gesagt für die Musik des Mittelalters.

Abschließend möchte ich bemerken, dass die pythagoräische Stimmung, obwohl sie eher spekulativen Ursprungs ist, und trotz ihrer Nachteile (Ditonus, Wolfsquinte) eine für das praktische Musizieren sehr geeignete und zum Singen offenbar sehr günstige Stimmung ist:

Die Aussage Girolamo Meis aus dem 16. Jahrhundert, dass Sänger ohne Instrumente pythagoräisch intonieren würden, findet eine bemerkenswerte Bestätigung durch die Ergebnisse von Untersuchungen aus dem 20. Jahrhundert. Verschiedene Wissenschaftler stellten fest, dass Sänger und Instrumentalisten - natürlich mit Ausnahme von Tasteninstrumentenspielern - für gewöhnlich im Vergleich zur gleichstufigen Temperatur Leittöne zu scharf, Ganztöne zu groß, kleine Terzen zu klein und große Terzen zu groß intonieren (vgl.: Fricke (1968), Nickerson (1949), Lottermoser/Meyer (1960), bei Ratte S.125f).

Shackford (1961/62) gibt folgendes Ergebnis (in Klammern stehen die pythagoräischen Werte):

Halbton:	93c (90c)
als Leitton:	88c (90c)
Ganzton:	204c (204c)
große Terz:	410c (408c)
Quinte gleichzeitig:	707c (702c)
Quinte hintereinander:	701c (702c)

³ Anmerkung des Herausgebers: Dieser Abschnitt könnte ebenso mit "Zusammenfassung", "Quintessenz" oder "Conclusio" betitelt sein. Der Autor fand die gewählte einsilbige Variante passender.

3.5 Die Stimmpraxis der pythagoräischen Stimmung

Alle bisher beschriebenen Verfahren waren Verfahren zur Monochordstimmung und als solche eher von theoretischem Interesse. Sie waren die theoretische Grundlage für das praktische Stimmen der Instrumente.

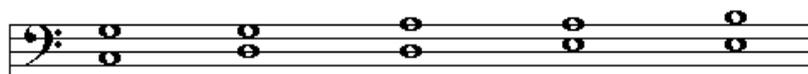
Die überlieferten praktischen Anweisungen beziehen sich alle auf Mensurierung und Stimmung von Orgelpfeifen.

3.5.1 Anonymus 14. Jahrhundert

Als Beispiel für ein Traktat aus dem 14. Jahrhundert, welches eine Stimmung mit der Wolfsquinte zwischen E^b und G^\sharp beschreibt, seien hier die Anweisungen einer anonymen englischen Schrift aus dem Jahre 1373 zusammengefasst:

1. Von C ausgehend ist in reinen Quinten und Quarten bis zum H zu stimmen:

C zu G als Quinte aufwärts
G zu D als Quarte abwärts
D zu A als Quinte aufwärts
A zu E als Quarte abwärts
E zu H als Quinte aufwärts



2. Von C ausgehend sind 2 Quinten abwärts zu B zu stimmen:

C zu F zu B als Quinten abwärts



3. Von H ausgehend sind 2 Quinten aufwärts zu C^\sharp zu stimmen:

H zu F^\sharp zu C^\sharp als Quinten aufwärts



Die fehlenden Töne E^b und G^\sharp können durch Fortsetzung der Quintenreihen unter 2) und 3) um jeweils ein Glied eingestimmt werden (vgl. Ratte S.109).

3.5.2 Anonymus 2 14. Jahrhundert

Eine Stimmung mit der Wolfsquinte zwischen H und F[#] beschreibt ein ebenfalls anonymer Traktat aus dem 14. Jahrhundert:

1. Von C ausgehend ist in reinen Quinten und Quarten bis zum H zu stimmen:

C zu G als Quinte aufwärts
G zu D als Quarte abwärts
D zu A als Quinte aufwärts
A zu E als Quarte abwärts
E zu H als Quinte aufwärts



2. Von C ausgehend sind 2 Quartan aufwärts zu B zu stimmen:

C zu F zu B als Quartan aufwärts



3. Alle weiteren Obertasten sind als fallende Quinten ausgehend von B zu stimmen:

B zu E^b zu A^b zu D^b zu G^b als Quinten abwärts



3.5.3 Ramos de Pareja

Nachdem Ramos de Pareja für seine Monochordteilung keine praktischen Stimmanweisungen gegeben hat, habe ich versucht ein den oben dargestellten ähnliches System für Ramos de Parejas Stimmung zu konstruieren:

1. Von D ausgehend ist in reinen Quinten und Quartan bis zum C[#] zu stimmen

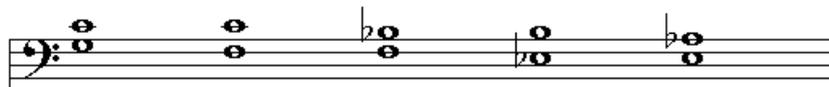
D zu A zu E zu H zu F[#] zu C[#]



- Das G ist als reine Terz unter H zu stimmen



- Von G ausgehend ist in reinen Quinten und Quarten bis zum A^b zu stimmen, wobei die Töne C, F und B^b reine Unterterzen zu E, A und D sein müssen.
G zu C zu F zu B zu E^b zu A^b



3.5.4 Henricus Grammateus

- Die Quinten C - G - D - A - E - H - F[#] werden rein gestimmt.



- Das F[#] muß nun um 1/2-Komma vermindert werden, indem man es mit dem H darüber und dem D darunter vergleicht und es so lange erniedrigt, bis D - F[#] gleich schnell schwebt wie F[#] - H.



- Die Quinten F[#] - C[#] - G[#] - D[#] werden rein gestimmt.



- Die Quinten C - F - B werden rein gestimmt.



4 Theoriefreie Zeit

4.1 Temperierung

In der Zeit zwischen dem Ende des 15. Jahrhunderts und dem Ende des 16. Jahrhunderts gab es eine seltsame Abkoppelung der Stimmpraxis von der Stimmtheorie. Während die Theoretiker, allen voran Gaffurius dem pythagoräischen System verhaftet blieben, entwickelten Musiker und Instrumentenbauer neue Stimmungen und Techniken diese Stimmungen auf Tasteninstrumenten einzustimmen. Die Tatsache dieser Spaltung erklärt sich auch durch die Aufwertung, die sinnliche Erfahrung gegenüber der "geistigen", rationalen Spekulation im 16. Jahrhundert erfuhr, und in deren Folge Musiktheorie nicht mehr nur als rationale Lehre von Zahlenverhältnissen aufgefasst wurde, sondern als Lehre vom guten Zusammenklang, so dass die von Boethius den Sklaven zugedachte Musizierpraxis einen viel höheren Stellenwert bekam.

Musica practica und Musica theoretica sollten von einer Person, dem "musico perfetto" (Zarlino) beherrscht werden.

Ausgelöst wurde diese Entwicklung durch die Veränderung der Rolle, welche die Terz im musikalischen Geschehen zu spielen begann.

Einen wichtigen Einfluß hatten wahrscheinlich auch die, im pythagoräisch-chromatischen System enthaltenen, fast reinen Terzen und die Beschäftigung mit der antiken Theorie der natürlich-harmonischen Stimmung des Ptolemaios.

Das Grundproblem dieser neuen Stimmungen ist, dass es im zwölftönig chromatischen System unmöglich ist reine Terzen und reine Quinten gleichzeitig zu verwenden.

Um dieses Dilemma zu lösen gibt es drei Möglichkeiten:

1. Man verzichtet auf die Reinheit eines der beiden Intervalle (z.B.: pythagoräische Stimmung)
2. Man unterteilt die Oktave in mehr als zwölf Stufen.
3. Man schließt einen Kompromiss und verstimmt bewusst sowohl die Terzen als auch die Quinten, das heißt man verwendet eine temperierte Stimmung.

Viele Musiker und Instrumentenbauer haben sich ab dem 15. Jahrhundert für die dritte Lösungsmöglichkeit entschieden. Gaffurio erwähnt, dass Orgelbauer und Instrumentalisten bestimmte Intervalle temperieren würden, allerdings sei das Maß dieser Verkleinerung bzw. Vergrößerung unsicher (incertus). Das Problem der Temperierung lag für die Theoretiker vor allem darin, dass man, um zu temperieren, Intervalle - das heißt Zahlenverhältnisse - in gleich große Teile teilen können muß.

Eine derartige Teilung ist nur mit irrationalen Zahlen bzw. Logarithmen möglich. Nachdem Musik als rationale Ordnung des Kosmos begriffen wurde, war es für die dem pythagoräischen Denken verhafteten Theoretiker unmöglich zur Konstruktion eines Tonsystems irrationale

Zahlen zu verwenden. Logarithmen wurden erst im 17. Jahrhundert entwickelt, so dass die einzige Möglichkeit eine temperierte Stimmung zu konstruieren die Verwendung von geometrischen Methoden war.

Diese Methoden wurden aber erst entwickelt, nachdem man schon einige Zeit temperierte Stimmungen in der Musikpraxis verwendet hatte.

Das Revolutionärste dieser Stimmungsmethoden war die Tatsache, dass man bewusst Intervalle verstimmt und nicht ausschließlich reine Intervalle zum Stimmen verwendete.

4.1.1 Reine Terzen

Da, wie gesagt, fast alle Musiktheoretiker aus der pythagoräischen Tradition kamen, kann man den historischen Prozess des Zunehmens der Wichtigkeit der reinen Terzen im 15. Jahrhundert nicht aus musiktheoretischen Werken, sondern nur aus Zeugnissen über die Praxis der Musiker und der Instrumentenbauer ablesen.

Indizien, die eine veränderte Rolle der Terz zeigen, sind erstens die Art und Weise, in der Terzen in dieser Zeit komponiert wurden (siehe Punkt a), zweitens die Anwendung bestimmter Techniken im Instrumentenbau (siehe Punkt b) und drittens das Aufkommen des Begriffes "temperieren" in verschiedenen Quellen (siehe Punkt c).

- a) Die Stücke des in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhundert kompilierten „Buxheimer Orgelbuchs“ verlangen, sofern es sich nicht um wesentlich früher komponierte Werke handelt, eine Stimmung, in der einerseits mehr und andere große Terzen rein sind als in der pythagoräischen Stimmung mit dem Wolf H - F[#], und andererseits die Quinte H - F[#] benutzbar ist (vgl. Lindley: In "New Grove...", temperaments, Räte S. 125).
- b) Wichtige Hinweise auf eine Temperierungspraxis gibt auch die Geschichte des Orgelbaues. Man beginnt spätestens im 15. Jahrhundert Terzmixturen zu bauen (die erste Beschreibung einer Terzmixtur stammt aus der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts von Arnaut de Zwolle) und die Orgelpfeifen nicht mehr in diatonischen Reihen sondern in Terzen aufzustellen (die älteste derartig gebaute und noch erhaltene Orgel ist von 1470-75 und steht in Bologna). 1480 findet sich der erste Hinweis auf die nur für eine mitteltönig temperierte Stimmung notwendigen geteilten Obertasten (G[#]/A^b bzw. D[#]/E^b) in einem Orgelbauvertrag aus Lucca (vgl. Meister S. 43ff).
- c) Der Begriff "temperieren" ist erstmals im Orgelbaukontrakt des Maestro Matteo von 1442 nachzuweisen, 1473 wird er in einem Orgelgutachten, 1482 von Ramos de Pareja in seiner Stimmanweisung verwendet (vgl. Lindley: In "New Grove...", temperaments, Räte S. 176). Franchino Gaffurio, einer der entschiedensten Anhänger und Theoretiker der pythagoräischen Stimmung schreibt im Lib III, Cap 2, Reg 3 seines Werkes "Practica Musica" von 1496, dass die Organisten die Quinten temperieren (verkleinern) würden. Im

16. Jahrhundert wird der Begriff "temperieren" oder sein italienisches Synonym "participare" bzw. die entsprechenden Substantive in allen einschlägigen Tractaten verwendet.

4.1.2 Stimmanweisungen

Neben diesen Hinweisen auf andere, möglicherweise temperierte Stimmungen gibt es seit dem Beginn des 16. Jahrhundert praktische Anweisungen zur Stimmung von Tasteninstrumenten, die, wie gesagt, ohne theoretisch-mathematische Grundlagen andere Stimmungen als die pythagoräische lehren. Obwohl diese Stimmungen nicht genau rekonstruierbar sind, kann von ihnen mit Sicherheit gesagt werden, dass sie temperiert waren. Der erste, der in einer theoretischen Schrift eine Anleitung zum Temperieren gibt, ist Ramos de Pareja im Jahre 1482.

4.1.2.1 Ramos de Pareja

Im letzten Kapitel seines im Jahre 1482 erschienenen Werkes "Musica Practica" mit der Kapitelüberschrift "Welche Halbtöne der Cantor singen soll" gibt Ramos de Pareja eine Liste derjenigen Intervalle, die gut verwendbar bzw. unbrauchbar sind.

Unbrauchbar (malus) sind:

Quinte/Quarte : C[#] - A^b

große Terzen: H - E^b, C[#] - F, E - A^b, F[#] - B

kleine Terzen: B - C[#], E^b - F[#], A^b - H



kleine Sekunden: B - H, C - C[#], E^b - E, F - F[#], A^b - A



Die daraus resultierende Stimmung ist unregelmäßig temperiert mit verschiedenen relativ reinen Terzen und einer Wolfsquinte zwischen C[#] und A^b.

4.1.2.2 Arnolt Schlick

Der "Spiegel der Orgelmacher und Organisten" (Speyer 1511) von Arnolt Schlick ist eine Stimmanweisung, die zum Orgelstimmen dient und auf Monochordteilungsanweisungen verzichtet. Wesentlich an der darin beschriebenen Stimmung, die sich nicht genau rekonstruieren läßt, ist, dass während alle Quinten kleiner, alle Terzen größer als rein zu stimmen sind, wobei die Terzen über C, F und G besser als die übrigen gemacht werden sollen.

Weiters fordert Schlick, A^b/G^\sharp so zu stimmen, dass A^b eine zu große Unterterz zu C ergibt und dadurch auch als ebenfalls zu große Terz G^\sharp auf E verwendbar bleibt (vgl. Lindley S. 137f, Meister S. 46f, Ratte S. 244 ff).

4.1.2.3 Pietro Aaron

In seinem 1518 fertiggestellten und 1523 gedruckten "Toscanello in musica" bringt Pietro Aaron, der ansonsten streng pythagoräisch denkt, eine Stimmanweisung für Cembalo mit dem Titel "De la Participatione et Modo da Cordare L'Instrumento", die eine nicht exakt nachvollziehbare temperierte Stimmung enthält. Diese Stimmung verwendet möglichst reine Terzen und verkleinerte Quinten, ist aber nicht, wie oft zu lesen ist, die erste Darstellung der 1/4-Komma mitteltönigen Stimmung, sondern die einer nicht genau faßbaren unregelmäßigen Temperierung (vgl. Lindley S. 138f, Meister S. 46f, Ratte S. 186f).

4.1.2.4 Giovanni Maria Lanfranco

1533 erscheint in Brescia Giovanni Maria Lanfrancos "Scintille di musica". In diesem Werk ist eine praktische Stimmanweisung enthalten, die eine Temperierung mit ein wenig vergrößerten großen Terzen und ein wenig verkleinerten Quinten enthält. Aufgrund der in dieser Stimmung enthaltenen Wolfsquinte, kann Lanfrancos Stimmung nicht als Vorläuferin einer gleichstufig temperierten Stimmung gesehen werden (vgl. Lindley S. 138f, Meister S. 46f, Ratte S. 191ff).

4.2 Stimmpraxis temperierter Stimmungen in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts

4.2.1 Arnolt Schlicks Anweisung aus dem "Spiegel der Orgelmacher und Organisten" (1511)

1. Die Quinten F - c, c - g, g - d^1 sollen minimal zu klein gestimmt werden.
2. d^1 - d soll eine reine Oktave werden.



3. Die Quinten d - a und a - e^1 sollen minimal zu klein gestimmt werden.
4. e^1 - e soll eine reine Oktave werden.

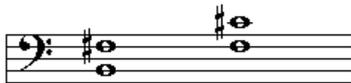
5. Die Quinte e - h soll minimal zu klein gestimmt werden.



6. Ober- und Unteroktaven sollen rein dazu gestimmt werden.
Schlick fügt hinzu, dass zwar alle Terzen zu hoch werden, dass aber beim Stimmen darauf geachtet werden soll, die Terzen C - E, F - A und G - H besser zu machen als die übrigen Terzen, doch nicht zu gut, weil das Maß der Verbesserung dieser Terzen, dem Maß der Verschlechterung des G[#] im Vergleich zu A und H entspricht.
7. Die Quinten f¹ - b und b - e^b sollen minimal zu klein gestimmt werden, wobei das b so hoch gestimmt werden soll, dass es mit dem d¹ eine möglichst gute Terz ergibt.
Das B muß auch deshalb sehr hoch gestimmt werden, damit die Töne E^b und A^b, die ja Unterquinten von B sind, möglichst kleine, dh. reine Unterterzen der schon eingestimmten Töne G und C werden.



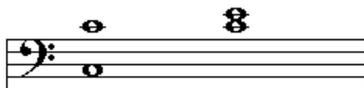
8. e^b - e^{b1} soll eine reine Oktave werden.
9. Die Quinte e^{b1} - a^b soll nicht zu klein, sondern zu groß gestimmt werden, um das A^b auch als G[#] verwenden zu können, wobei die Terz E - G[#] trotzdem zu groß ist und, wenn möglich nicht lange ausgehalten, sondern umspielt werden soll.
10. Die Quinten H - f[#] und F[#] - c^{#1} sollen minimal zu klein gestimmt werden, damit D - F[#] und A - C[#] möglichst gute Terz ergeben.



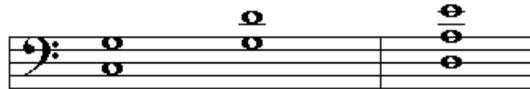
11. Die restlichen Töne sind als Oktaven einzustimmen (vgl. Ratte S. 244f).

4.2.2 Temperierung aus Pietro Aarons "Toscanello in musica"(1518/1523)

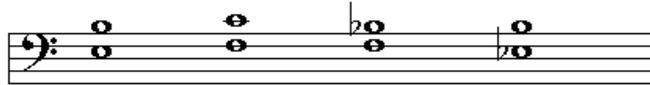
1. c - c¹ soll rein gestimmt werden.
2. Die Terz c¹ - e¹ muß ebenfalls rein gestimmt werden.



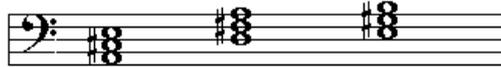
3. Die Quinten c - g, g - d¹ sollen minimal zu klein gestimmt werden.
4. a soll so eingestimmt werden, dass der Abstand zu e¹ gleich groß wie der Abstand zu d wird, wodurch die Quinten d - a und a - e¹ also ebenfalls zu klein werden.



5. Die Quinten e - h, c¹ - f, f - b und b - e^b sollen minimal zu klein gestimmt werden.



6. c[#] soll als nicht näher definierte kleine bzw. große Terz zu e bzw. A gestimmt werden, genauso wie f[#] zu d und a, und g[#] zu e und h.



4.2.3 Stimmregeln von Giovanni Maria Lanfranco ("Scintille di musica", 1533)

Lanfranco stellt seiner eigentlichen Stimmanweisung eine Reihe von allgemeinen Stimmregeln voran, deren Inhalt zusammengefasst besagt, dass Oktaven immer rein, Quinten immer etwas zu klein, große Terzen immer etwas zu groß zu stimmen sind und dass die Obertasten in einer #- und einer b-Quintenreihe eingestimmt werden sollen, wobei erstere aus F[#], C[#] und G[#], letztere aus B^b und E^b besteht.

Es folgt Lanfrancos Stimmsystem, wobei ich das teilweise notwendige Einstimmen von Oktaven nicht erwähnt habe (Quintenreihen sind z.B. immer als Folge von Quinte - Oktave - Quinte - Oktave..... zu stimmen).

1. Von f ausgehend ist eine Reihe von vier etwas zu kleinen Oberquinten bis zum a zu stimmen. Dieses resultierende a muß als Terz des Dreiklages f - a - c¹ gut brauchbar sein.

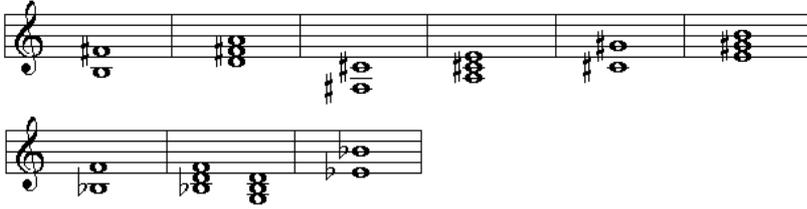


2. Von a ausgehend ist eine Reihe von zwei etwas zu kleinen Oberquinten bis zum h zu stimmen. Dieses resultierende h muß als Terz des Dreiklages g - h - d¹ gut brauchbar sein.



3. f^{#1} ist als zu kleine Quinte zu h zu stimmen. Das f[#] muß gleichzeitig als Terz des Dreiklages d¹ - f^{#1} - a¹ gut brauchbar sein.
4. c^{#1} ist als zu kleine Quinte zu f[#] zu stimmen. Das c^{#1} muß gleichzeitig als Terz des Dreiklages a - c^{#1} - e¹ gut brauchbar sein.

5. $g^{\#1}$ ist als zu kleine Quinte zu $c^{\#}$ zu stimmen. Das $g^{\#}$ muß gleichzeitig als Terz des Dreiklangles $e^1 - g^{\#1} - h^1$ gut brauchbar sein.
6. b ist als zu kleine Quinte zu f^1 zu stimmen. Das b muß sowohl als Grundton des Dreiklangles $b - d^1 - f^1$, als auch als Terz des Dreiklangles $g - b - d^1$ gut brauchbar sein.
7. e^{b1} ist als zu kleine Quinte zu b^1 zu stimmen (Nicht zu $G^{\#}$ mit dem es eine Wolfsquinte bildet).



KARTOFFELTASCHEN KAKIFRUECHTE UND C 5 VON GESANDTEN TASCHEN (VORWORT)

BESTIMMUNGSORT DIESER ARBEIT IST GEGEBEN ES EIN BLICK DER ENTWICKLUNG GENAU SO UMFASSENDEN WIE MÖGLICH GENAU TROTZDEM UND AUCH FAST BRAUCHBAR VON ATMOSPHÄRENSYSTEMEN IN DER KLASSISCHEN MUSIKTRADITION VON EUROPA.

DESWEGEN ES IST FRAGE DER DISKUSSION DETAILLIERTER PROBLEME ABER WIE GESAGT UM DIE AUSSICHT MITTELS DER GANZEN ENTWICKLUNG. ARBEIT IST FÜR DEN SPEZIALISTEN FÜR EIN BESTIMMTES ATMOSPHÄRENSYSTEM NICHT BESTIMMT, ABER EINE EINFÜHRUNG IN PROBLEME IST SIE, DIE BRAUCHBAR IST, SOWOHL FÜR DEN MUSIKER, DER SICH ZU DEN ATMOSPHÄREN INTERESSIERT, ALS AUCH FÜR DEN WISSENSCHAFTLER UND AUCH SOLLTE SICH AUF AN-THEMA-ATMOSPHÄREN ALS QUASI BEZIEHEN, DIE BRAUCHBAR SIND, SOWOHL FÜR DEN MUSIKER, DER SICH ZU DEN ATMOSPHÄREN INTERESSIERT, ALS AUCH FÜR DEN WISSENSCHAFTLER.

ALLGEMEINVERSTÄNDLICHER UM ARBEITSFABRIKAT PRÄFIGIERTE BIS ZU ZWEI SEHR GROBEN, NUR DIE VÖLLIG NOTWENDIGEN KAPITEL DARSTELLEN GRUNDBEGRIFFE KURZ. KAPITEL 1 ERKLÄRT ALLE MATHEMATISCHEN GRUNDLAGEN HÖRBAR FÜR SINN DES FOLGENDEN NOTWENDIGEN UND KAPITEL 2 KEIN ZWEIFEL GIBT DAS VERKÜRZT MÖGLICHE AUSSICHT MITTELS MODIFIKATION AN DER STIMMTONHÖHE.

ARBEIT IST ORGANISIERT AUS PRINZIP HISTORISCH, ZUDEM, ES IST IN KAPITEL DIE DARSTELLEN DIE THEORIE DER JEWEILIGEN ÄRA UND ERKLÄREN ES UND IN SOLCHES EINES DIE BESCHREIBEN DIE STIMMPRAXIS DESWEGEN HISTORISCHE STIMMAUSSAGEN DARSTELLEN GETEILTE.

DAS HINZUGEFÜGT BEISPIEL CD SOLLTE ERLEICHTERN DEN EINTRITT IN ANDERE GESUNDE RÄUME UND AUCH DIENEN ALS EIN HINWEIS FÜR BESITZEN STIMMVERSUCHE. WEITERE DETAILS DAZU FINDEN SICH IM ANHANG.

DER JOHN-KÄFIG FORMULIERTE DEN EIGENTLICHEN BESTIMMUNGSORT VON ARBEIT SEHR SCHÖN: GLÜCKLICHE NEUE OHREN.

(HALSLANG)

5 Zarlino und die Theorie der Temperierung

5.1 Voraussetzungen zur Entwicklung einer Theorie der Temperatur

5.1.1 Die geometrische Methode

Aufbauend auf den Erkenntnissen von Lodovico Fogliano entwickelte Gioseffo Zarlino verschiedene temperierte Stimmungen für Tasteninstrumente, von denen die wichtigste die 1/4-Komma mitteltönige Stimmung ist.

Es gelang ihm als erstem eine Temperierung am Monochord zu berechnen.

Das größte technische Hindernis eine nicht auf ganzzahligen Verhältnissen beruhende Stimmung zu berechnen war die Tatsache, dass es mit den damaligen mathematischen Kenntnissen nicht möglich war Intervalle arithmetisch in zwei gleich große Teile zu teilen.

Nachdem jede Temperierung darauf beruht, dass Intervalle in gleich große Teile geteilt werden, mußte eine andere mathematische Methode gefunden werden.

Im Jahre 1482 erschien in Venedig das "Praeclarissimus liber elementorum Euclidis", mit dessen Hilfe man sehr leicht eine Methode entwickeln konnte zu zwei gegebenen Saitenlängen auf geometrischem Wege eine dritte Saitenlänge zu finden, die die genaue musikalische Mitte der zwei gegebenen Saiten ist. Faber Stabulensis (*Elementa musicalia*, 1496), Erasmus von Höritz (*Musica speculativa*, 1498), Henricus Grammateus (*Ayn new kunstlich Buech*, 1518) und Lodovico Fogliano (*Musica theoretica*, 1529) benutzten zur Teilung des pythagoräischen Ganztones die gleiche geometrische Methode wie Zarlino, verwendeten selbige aber nicht zur Konstruktion eines temperierten Systems (vgl. Lindley S. 140f).

Die durch die Neuauflage von Euklids Elementen ermöglichte geometrische Methode zur Teilung eines Zahlenverhältnisses war das Bilden einer mittleren Proportionalen. Eine mittlere Proportionale BC zweier Strecken AB und BD wird gefunden, indem man die Gesamtstrecke AD halbiert und um den Teilungspunkt als Mittelpunkt einen Halbkreis mit dem Durchmesser AD konstruiert. Von Punkt B aus wird nun eine Strecke im rechten Winkel aufgetragen, bis sie den Halbkreis schneidet. Die mittlere Proportionale ist nun die Strecke von B zu diesem Schnittpunkt C (Zarlino II Cap. 24, S. 278f; siehe Abbildung 10).

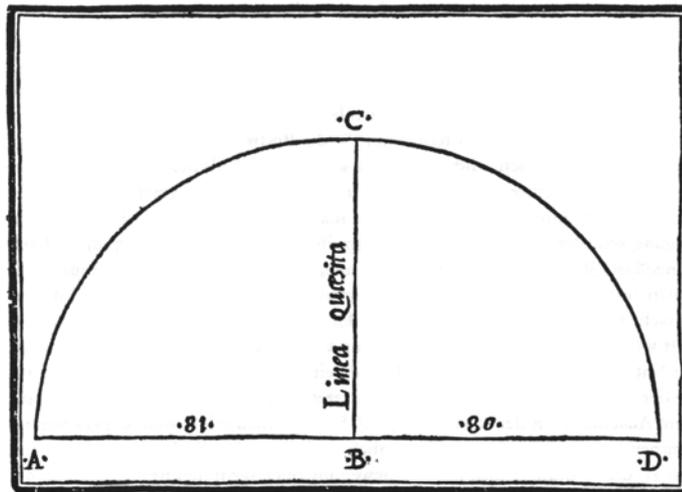


Abbildung 10 zeigt die geometrische Methode zur Berechnung einer mittleren Proportionalen
(aus: Fogliano, *Musica theorica* (1529), S. XXXVI)

Eine andere Methode war das von Zarlino verwendete und beschriebene, angeblich von Erathostenes erfundene "Mesolabium", welches Zarlino aus dem vierten Buch der "Geometrie" (1501) von Georgius Valla übernahm.

Mit Hilfe des "Mesolabiums" läßt sich jede Strecke in beliebig viele gleich große Teile teilen. Eine genaue Erklärung dieser von Zarlino als erstem zur Intervallberechnung benutzten Methode findet sich in den "Institutioni harmoniche" im Buch II Cap. 25 (S. 280f).

Exkurs 3

Zarlinos Welt

Gioseffo Zarlino (1517-1590) wurde in Chioggia geboren und von Franziskanern, deren Orden er selbst später beirat, erzogen. Er war Kanonikus in Chioggia und wurde fast Bischof daselbst, bevor er den außerordentlich gut dotierten Posten des Kapellmeisters von San Marco erhielt. Er pflegte stets die besten Beziehungen zu den Mächtigen seiner Zeit, und war als Mitglied der Platonischen Akademie von Venedig sehr vielseitig gebildet.

Zarlino war nicht nur Kompositionsschüler von Adrian Willaert, sondern studierte Theologie, Musik, Philosophie, Logik, Mathematik, Alchemie, Astronomie, Griechisch, Hebräisch und schrieb außer seinen berühmten musiktheoretischen Werken Abhandlungen zu verschiedensten Fragen. Obwohl anfangs als Komponist ausgebildet betätigte er sich später fast ausschließlich als Theoretiker. Zarlino sah in seinem Lehrer den Höhepunkt der Kompositionskunst und wandte sich konservativ gegen Neuerungen, vor allem gegen die der "chromatisti". Seine

Vorgänger in der Musiktheorie beurteilte er in den "Institutioni harmoniche" folgendermaßen:
"Außer den lateinischen Ausführungen des Boethius über diese Wissenschaft (die auch unvollkommen sind), gab es niemanden (wenn wir Gaffurius und Faber Stapulensis beiseite lassen, die eigentlich eher Kommentatoren von Boethius waren), der in der Musiktheorie vorangeschritten wäre, um die wahren musikalischen Intervallproportionen zu finden, mit Ausnahme von Fogliano. Er dürfte Ptolemaios' Beschreibung des diatonisch-syntonischen Systems gekannt haben und lud die Mühe auf sich, darüber einen Band in lateinischer Sprache zu verfassen, um in voller Wahrheit die richtigen Proportionen der genannten Intervalle darzulegen." (a.a.O. III, 71).

Zarlino stellte in den "Institutioni harmoniche" ein der Praxis seiner Zeit gerecht werdendes theoretisches System dar, welches, obwohl durch Foglianos Aristotelismus maßgeblich beeinflusst, sich doch von Fogliano unterschied, indem nicht reine Empirie seine Basis war, sondern axiomatisch logisches Vorgehen, Deduktion nicht Induktion.

Die "Institutioni harmoniche" waren als Lehrwerk konzipiert, das, von den zahlentheoretischen Grundlagen des Tonsystems ausgehend, bis zur Kompositionslehre führt, und damit eigentlich den Anspruch einer mittelalterlichen Summa stellt.

Die "Institutioni harmoniche"

Zarlinos Ausgangsposition in diesem Werk ist der aristotelische Dualismus zwischen Form einerseits und Materie andererseits. Für Zarlino entspricht in der Musiktheorie der Form die Zahl und der Materie der Klang (Institutioni harmoniche, Vorwort S.3). Diese Dichotomie und die Einteilung in Natürliches und Künstliches bestimmen die Gliederung und den Aufbau des gesamten, insgesamt vierteiligen Werkes. Die erste Hälfte (I und II) handelt von den natürlichen Voraussetzungen, die betrachtet werden, ist also der "musica theoretica" gewidmet.

Das erste Buch (I) trägt die Überschrift:

"Außer vielen Dingen, die zur vollkommenen Erkenntnis der Musik gehören, werden die Zahlen und Proportionen erörtert, die die Formen der Konsonanzen bilden. Dies ist der erste theoretische Teil"

Der oben erwähnten Einteilung in Form und Materie folgend, wird also in Buch I von der Form der Musik, also den Zahlen gehandelt.

In Kapitel I.12 gibt Zarlino folgende Definition der Musik:

"Da weiter oben gesagt wurde, daß Musik eine Wissenschaft ist, die Zahlen und Proportionen untersucht, scheint mir nun der Zeitpunkt gekommen, diese Dinge zu erörtern, zumal vom Ursprung der Welt an (...) alle Dinge, die Gott geschaffen hat, von ihm nach der Zahl geordnet wurden. Die Zahl war sogar das wesentliche Muster im Geist des Schöpfers."

Es folgt eine Darstellung seines Musik-Weltbildes, die ganz in der neuplatonisch-mittelalterlichen Tradition steht und die selben Einteilungen in *musica speculativa* und *musica practica* bzw. in *musica humana*, *musica mundana* und *musica instrumentalis* überliefert. Weil mathematische Erkenntnisse als absolut und ewig wahr und nicht widerlegbar galten, diente die Mathematik weiterhin als Basiswissenschaft, sodass der Darstellung der Zahlen- und Proportionslehre ein breiter Raum gewidmet wird (I, Kapitel 12-44).

Der wesentlichste Unterschied zu Zarlinos mittelalterlichen Vorgängern findet sich in den Kapiteln 13-16 des ersten Buches. Zarlino führt ein neues metaphysisches Prinzip, welches die pythagoräisch-platonische Tetraktys ersetzen soll ein, nämlich den Senario. Der Senario, die Zahlen von 1 - 6, wird eingeführt, um ein spekulatives System zu errichten, welches die Verwendung der reinen großen und kleinen Terz als Konsonanzen rechtfertigt (gr.Terz: 5 : 4, kl. Terz: 6 : 5).

In den angegebenen Kapiteln werden mit Hilfe von Bibelstellen, astronomischen, geographischen, mathematischen, philosophischen, etc. Argumenten die Vorzüge der Zahl 6 gepriesen, um die Vorrangstellung des Senario gegenüber der alten Tetraktys zu "beweisen".

Im zweiten Buch der *Institutioni harmoniche* entwickelt Zarlino, seiner Einteilung gemäß, die Materie der Musik, also die klingenden Töne behandelnd, mit Hilfe des Senario und der Theorie des Ptolemaios sein Ton- bzw. Stimmungssystem (- 5., 6.2, 7.1).

Seine Grundthese war, dass Musik für natürliche Instrumente, also Vokalmusik *a capella* in den durch den Senario definierten Intervallproportionen, das heißt rein intoniert werden würde, wohingegen künstliche Instrumente temperierte Stimmungen verwenden müßten.

Die zweite Hälfte der *"Institutioni harmoniche"* ist der künstlichen Musik, der *"musica practica"*, speziell der Kompositionslehre gewidmet, wobei Buch I sich der Materie der Komposition, also der Lehre von Intervallbehandlung, Buch II aber der Form der Komposition, den *Modi* widmet.

Sowohl die Kontrapunktlehre, als auch die Moduslehre bauen auf den Grundsätzen der *"musica theoretica"* auf. Nachdem Vokalmusik in reiner Stimmung ausgeführt wird, gelten für sie die Senarioproportionen, die nur Konsonanzen zulassen und Dissonanzen und Chromatik, die zu komplexe bzw. irrationale Proportionen erfordern, als zu außerhalb des Senario liegenden Ausnahmesituationen machen, die spezieller Dissonanzbehandlungsregeln bedürfen.

Die Gliederung von den *"Institutioni harmoniche"* läßt sich folgendermaßen schematisieren:

- Natürliches: *musica theoretica* = I Form (Zahlen) + II Materie (Töne)
- Künstliches: *musica practica* = III Materie der Komposition (Konsonanzen und Intervalle)
+ IV Form (*Modi*)

Widersprüche zwischen der neuplatonischen Konzeption der musica speculativa und der von Fogliano beeinflussten aristotelischen Darstellung gewisser Aspekte der musica practica finden ihre Lösung in folgendem Zitat aus den "Institutioni harmoniche":

"Weil aber der Musiker von der Physik die Lehre über die Materie der Konsonanz, welche die instrumentalen und vokalen Töne sind, und von der Mathematik die Lehre über die Form der Konsonanz, das heißt ihrer Proportion, bezieht, wir jedoch alle Dinge nach dem edelsten von ihnen bezeichnen sollen, wird es vernünftiger sein, die Musik als eine mathematische Wissenschaft zu bezeichnen, statt sie eine Physik zu nennen; denn die Form ist edler als die Materie." (a.a.O. S.105).

5.1.2 Dreiklänge

Neben der theoretischen Anerkennung der Notwendigkeit der Temperierung war Zarlinos in unserem Zusammenhang wichtigste Leistung die theoretische Rechtfertigung der Verwendung des Dreiklanges, aufgebaut aus den seinem System, dem so genannten "senario", entnommenen Proportionen der Zahlen von 1 bis 6, woraus sich das Verhältnis 4 : 5 für die große Terz und 5 : 6 für die kleine Terz ergibt.

Ein Problem diese Systems waren die zwei verschieden großen Ganztöne (8 : 9 und 9 : 10), die bei der arithmetischen Teilung einer Terz im Verhältnis 4 : 5 zwangsläufig entstehen:

$$8 : 9 : 10$$

$$4 : 5$$

Durch Temperierung wurde der große Ganzton verkleinert und der kleine Ganzton vergrößert, sodass man einen Ganzton erhielt, dessen Größe genau in der Mitte zwischen dem Ausmaß des großen und dem des kleinen Ganztones lag. Nach diesem "Mittelton" ist diese Art des Temperierens "mitteltönige Stimmung" benannt.

Als Anhänger der ptolemeisch reinen Stimmung fasste Zarlino Temperierungen nur als auf Tasteninstrumenten notwendigen Kompromiss auf, und meinte, dass Sänger ohne Instrumente rein intonieren würden.

5.2 Temperaturen

Allen mitteltönigen Temperaturen ist das Streben nach möglichst reinen Terzen und die, im Unterschied zur zu kleinen pythagoräischen Wolfsquinte, zu große Wolfsquinte zwischen $G^\#$ und E^b gemeinsam.

5.2.1 2/7-Komma Temperatur

Die erste Monochordberechnung einer temperierten Stimmung findet sich in dem erstmals 1558 in Venedig erschienenen Werk "L'institutioni harmoniche" und zeigt eine 2/7-Komma mitteltönige Stimmung (siehe 5.3.1). Bei dieser Temperierung werden alle Intervalle mit Ausnahme der Oktave temperiert:

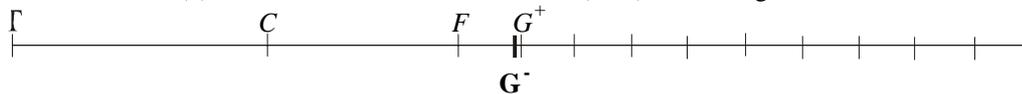
Die Quinte ist um 2/7-(syntonisches) Komma kleiner,
die große Terz um 1/7-(syntonisches) Komma kleiner,
die kleine Terz 1/7-(syntonisches) Komma kleiner,
der große Ganzton 4/7-(syntonisches) Komma kleiner,
der kleine Ganzton 3/7-(syntonisches) Komma größer.
(Zarlino II Cap. 42, S. 345f)

Zarlino zeigt für diese Stimmung zwei Monochordteilungsmethoden, von denen hier der Anfang der ersten wiedergegeben sei.

1. C (1), F (3/4) und G^+ (3/2) werden markiert.



2. Das Teilstück der Saite über F wird in zehn Teile geteilt, der erste Teilungspunkt über F (10) wird als G^- (9), das somit einen kleinen Ganzton (10/9) über F liegt, markiert.



3. Die Differenz zwischen G^+ und G^- , das syntonische Komma (81 : 80) wird mit dem Mesolabium in sieben Teile geteilt.



4. Mit dem Zirkel wird unter G^+ der Abstand von 2/7-Komma aufgetragen. Der so gefundene Punkt ist das temperierte G.

5. Die Quinte G - d⁺ ist dadurch um 2/7-Komma größer als rein. Es wird nun, wie oben der Ton, der um ein syntonisches Komma tiefer als d⁺ ist gefunden und in sieben Teile geteilt. Nachdem die Quinte G - d⁺ um 2/7-Komma größer als rein ist, werden von d⁺ 4/7-Komma abgeschlagen um das temperierte d zu erhalten.
(Zarlino II Cap. 43f, S.350ff)

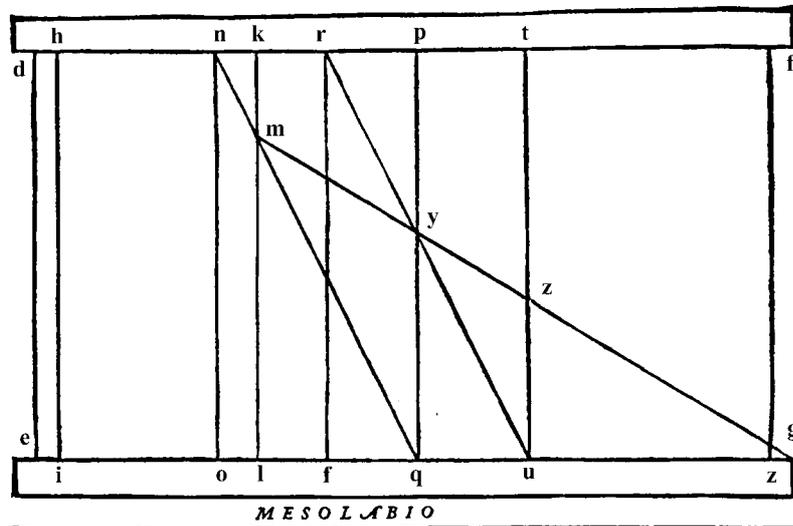


Abbildung 11: Giuseffo Zarlino, *Institutioni Harmoniche*, S. 281

Auf diese Weise errichtet Zarlino sein ganzes Stimmungsgebäude.

Diese Temperatur war sicher eine der wichtigsten Temperaturen im 16. und 17. Jahrhundert, das beweist ihre häufige Beschreibung in anderen theoretischen Werken; z.B. bei Francisco Salinas (*De musica* 1577), Vincenzo Galilei (*Discorso* 1589), Pietro Domenico Cerone (*El Mellopeo y maestro* 1613), Jan van der Elst (*Den ouden ende nieuwen groundt vande musiicke* 1662) und Lemme Rossi (*Sistema musico ouero Musica speculativa* 1666, vgl. Ratte S.200ff; siehe 5.3).

Tabelle 9: 2/7-Komma mitteltönige Stimmung und Intervalle nach Zarlino

	<i>kl. 2</i>	<i>gr.2</i>	<i>kl.3</i>	<i>gr.3</i>	<i>r.5</i>
C [0c]	70,672	191,621	312,569	383,241	695,810
C [#] [71c]	120,948	241,897	312,569	433,517	695,810
D [192c]	120,948	191,621	312,569	383,241	695,810
E ^b [313c]	70,672	191,621	262,293	383,241	695,810
E [384c]	120,948	191,621	312,569	383,241	695,810
F [505c]	70,672	191,621	262,293	383,241	695,810
F [#] [576c]	120,948	191,621	312,569	433,517	695,810
G [697c]	70,672	191,621	312,569	383,241	695,810
G [#] [768c]	120,948	241,897	312,569	433,517	746,086
A [889c]	120,948	191,621	312,569	383,241	695,810
B [1008c]	70,672	191,621	262,293	383,241	695,810
H [1079c]	120,948	191,621	312,569	433,517	695,810

5.2.2 1/3- und 1/4-Komma Temperatur

In den "Dimostrazioni harmoniche" von 1571 stellt Zarlino drei verschiedene Temperaturen vor:

1. Die 1/3-(syntonisches) Komma Temperatur

In dieser Stimmung sind die Quinten und großen Terzen um 1/3-(syntonisches) Komma verkleinert, während die großen Sexten rein bleiben.

Zarlino meint selbst, dass diese Methode nicht so gut klinge wie die beiden anderen Methoden.

Eine interessante Eigenschaft dieser Temperierungsmethode ist aber, dass sich, wenn man eines, der im 16. Jahrhundert relativ weit verbreiteten Instrumente mit 19 Stufen pro Oktave mit ihrer Hilfe einstimmt, der Quintenzirkel schließen lässt, also die Wolfsquinte beseitigt wird (siehe: 7.2, 7.4.2, CD1 Tracks [9], [10], [11], [12]).

Tabelle 10: 1/3-Komma mitteltönige Stimmung und Intervalle nach Zarlino

	kl. 2	gr.2	kl.3	gr.3	r.5
C [0c]	63,504	189,572	315,641	379,145	694,786
C [#] [63,5c]	126,069	252,183	315,641	441,710	694,786
D [189,5c]	126,069	189,572	315,641	379,145	694,786
E ^b [315,5c]	63,504	189,572	253,076	379,145	694,786
E [379c]	126,069	189,572	315,641	379,145	694,786
F [505c]	63,504	189,572	253,076	379,145	694,786
F [#] [568,5c]	126,069	189,572	315,641	441,710	694,786
G [694,5c]	63,504	189,572	315,641	379,145	694,786
G [#] [758c]	126,069	252,183	315,641	441,710	757,351
A [884c]	126,069	189,572	315,641	379,145	694,786
B [1010c]	63,504	189,572	253,076	379,145	694,786
H [1074c]	126,069	189,572	315,641	441,710	694,786

2. Die 2/7-Komma Temperatur

Zarlino weist auf die Beschreibung in den "Institutioni harmoniche" hin (siehe oben).

3. Die 1/4-Komma Temperatur

Nach Zarlino ist diese Temperatur sehr wohlklingend und leicht zu machen.

Diesen Charakteristika verdankt diese Stimmung, die manchmal als die mitteltönige Stimmung schlechthin bezeichnet wird, wohl ihre große Beliebtheit und Verbreitung im 16. und 17. Jahrhundert. Alle Quinten und kleinen Terzen werden um 1/4-Komma verkleinert, wodurch die acht wichtigsten großen Terzen rein bleiben, die übrigen vier allerdings viel zu groß werden (427c).

Im weiteren Verlauf der "Dimostrazioni harmoniche" widmet sich Zarlino ausschließlich der 1/4-Komma Temperatur, gibt Erläuterungen zu jedem einzelnen Intervall derselben und zeigt zum Schluß eine Monochordteilung, die nach dem gleichen Prinzip funktioniert wie die oben gebrachte Teilung für die 2/7-Komma Temperierung (siehe: 5.3.2, CD1 Tracks [13], [14], [15], [16], [17], [18]).

Tabelle 11: 1/4-Komma mitteltönige Stimmung und Intervalle nach Zarlino

	kl. 2	gr.2	kl.3	gr.3	r.5
C [0c]	76,049	193,157	310,265	386,314	696,578
C [#] [76c]	117,108	234,216	310,265	427,373	696,578
D [193c]	117,108	193,157	310,265	386,314	696,578
E ^b [310c]	76,049	193,157	296,206	386,314	696,578
E [386c]	117,108	193,157	310,265	386,314	696,578
F [503c]	76,049	193,157	296,206	386,314	696,578
F [#] [579c]	117,108	193,157	310,265	427,373	696,578
G [697c]	76,049	193,157	310,265	386,314	696,578
G [#] [773c]	117,108	234,216	310,265	427,373	737,637
A [890c]	117,108	193,157	310,265	386,314	696,578
B [1007c]	76,049	193,157	296,206	386,314	696,578
H [1083c]	117,108	193,157	310,265	427,373	696,578

Aus dem Prinzip der 1/4-Komma mitteltönigen Stimmung folgt, dass man sich beim Stimmen eines mit 12 Tasten pro Oktave versehenen Instrumentes entscheiden muss, ob man alterierte Töne als # oder als b einstimmen will. Man muß sich zum Beispiel entscheiden, ob man die Obertaste zwischen G und A als G[#], also als reine Terz zu E, oder als A^b als reine Unterterz zu C einstimmen will. Es ist interessant zu sehen, dass in den meisten chromatischen Werken für Tasteninstrumente (z.B. in Orgelwerken von Frescobaldi) in ein und demselben Stück immer nur G[#] oder A^b bzw. D[#] oder E^b vorkommen. Andererseits macht sich Frescobaldi die Tatsache, dass die als C[#] eingestimmte Taste, als D^b verwendet eine fast reine Septime zu E^b bildet (das gleiche gilt auch für G[#]/A^b und B) in einer seiner Passacaglie zunutze (siehe CD1 Tracks [17], [18] und Notenbeispiel S. 121).

Um in ein und demselben Stück sowohl G[#] als auch A^b bzw. D[#] und E^b verwenden zu können, ist man auf die Idee gekommen die Obertasten zwischen G und A und zwischen D und E zweizuteilen. Solche geteilten Obertasten sind auf Instrumenten aus dem 17. Jahrhundert häufig anzutreffen. Dieses Prinzip für enharmonisch umdeutbare Töne zwei Tasten zu verwenden, wurde dann auch auf alle anderen Tasten übertragen, sodass es dann Instrumente mit folgender 19-Teilung der Oktave gab (siehe 6.3).



5.2.3 Die Zarlino-Nachfolge

In der Zarlino-Nachfolge gab es eine Vielzahl weiterer wichtiger Theoretiker, die diese Stimmung theoretisch und praktisch erklärten und meistens gegenüber anderen Stimmverfahren bevorzugten.

Zum Beispiel: Francisco Salinas (De musica 1577), Cyriacus Schneegass (Nova et exquisita monochordi dimensio 1590), Michael Praetorius (Syntagma Musicum, De Organographia 1619), Marin Mersenne (Harmonicorum libri 1635 und in anderen Werken), Jean Denis (Traité de l'accord de l'espionette 1643), Jan van der Elst (Den ouden ende nieuwen groundt vande musiicke 1662), Otto Gibelius (Praepositiones mathematico-musicae 1666), Lemme Rossi (Sistema musico ouero Musica speculativa 1666; vgl. Ratte S.200ff, Lindley S.192ff).

Vor allem im Orgelbau hielten sich mitteltönige Stimmungen bis weit in das 18. Jahrhundert, so zum Beispiel auch bei so berühmten Meistern wie Gottfried Silbermann oder Piero Nacchini.

Neben diesen theoretisch fundierten Temperierungen gibt es auch aus dem 16. und 17. Jahrhundert eine Reihe von praktischen Stimmweisungen, aus welchen Stimmungen resultieren, die sich aufgrund der Beschreibung nicht eindeutig definieren lassen.

Solche Anweisungen gibt es unter anderem von Adriano Banchieri, Elias Nicolaus Ammerbach.

5.3 Stimmpraxis der mitteltönigen Stimmungen im 16. und 17. Jahrhundert

5.3.1 2/7-Komma-Temperatur

Die Schwebungsrelation beträgt:

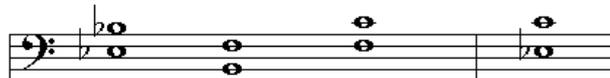
Dur: $3T = 2t$; $5Q = 4t$

Moll: $Q = T = t$

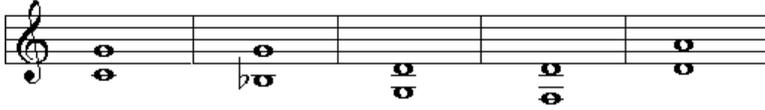
5.3.1.1 Giovanni Battista Benedetti

Giovanni Battista Benedetti gab in einem Brief an Cipriano de Rore um ca. 1560 zuerst eine theoretische Darstellung der 2/7-Komma Temperierung und dann eine Stimmweisung, um nach dem Gehör zu stimmen.

1. Von E^b ausgehend sind drei "unvollkommene" (zu kleine) Quinten bis zu C zu stimmen. Zur Kontrolle wird nun die große Sexte $E^b - C$ angeschlagen. Diese Sexte muß "erträglich", das heißt in unserem Fall etwas zu groß sein.



2. Von C ausgehend ist die "unvollkommene" (zu kleine) Quinte G zu stimmen. Zur Kontrolle wird nun die große Sexte B - G angeschlagen. Diese Sexte muß "erträglich", das heißt etwas zu groß sein.
3. Von G ausgehend ist die "unvollkommene" (zu kleine) Quinte D zu stimmen. Zur Kontrolle wird nun die große Sexte F - D angeschlagen. Diese Sexte muß "erträglich", das heißt etwas zu groß sein.
5. Von D ausgehend ist die "unvollkommene" (zu kleine) Quinte A zu stimmen. Zur Kontrolle wird nun.....

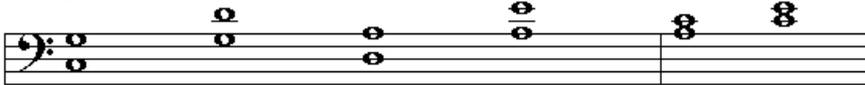


Dieses System wird bis zum Erreichen von G[#] fortgesetzt (vgl. Lindley S.160f).

5.3.1.2 Jan van der Elst

Eine praktische Stimmanweisung für die 2/7-Komma Temperatur findet sich bei Jan van der Elst (Den ouden ende nieuwen grondt vande musiecke, 1662).

1. Von c ausgehend sollen vier um 2/7-Komma zu kleine Quinten zu e¹ gestimmt werden. Zur Kontrolle wird der a-Moll Dreiklang verwendet: Die Terz a - c¹ muß, wenn die Quinten die richtige Größe haben ungefähr gleich schnell schweben wie die Terz c¹ - e¹.



2. Die übrigen Töne sind auf die gleiche Weise, mit Hilfe der Schwebungsrelation zwischen kleiner und großer Terz zu stimmen (vgl. Ratte S.295).

5.3.2 1/4-Komma Temperatur

Die Schwebungsrelation beträgt:

Dur: 5Q = 2t

Moll: 2Q = t = q

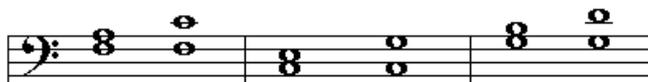
Vom Briten Goodfellow wurde zur Probe einer 1/4-Komma Temperatur vorgeschlagen, die Septakkorde auf E^b und B anzuschlagen, deren Septimen nur um 3c von der reinen Septime 7/4 abweichen dürfen (vgl. Lindley S.216; siehe: CD1 Tracks [17], [18]).

5.3.2.1 Costanzo Antegnati

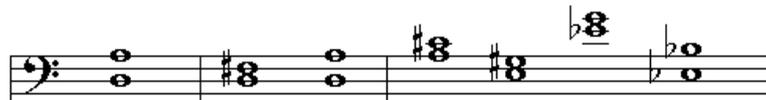
Im berühmten Orgelbauraktat "L'Arte Organica" (Brescia 1608) gibt Costanzo Antegnati folgende Anweisung zum Orgelstimmen, in der er etwas verkleinerte Quinten und reine große Terzen verlangt. Antegnati spricht zwar nicht explizit von 1/4-Komma mitteltöniger Stimmung, aber seine Anweisung legt den Schluß sehr nahe, dass es sich um diese Stimmung handelt.

In der folgenden Zusammenfassung fehlen die Hinweise etwaige nötige Oktaven einzustimmen.

1. Von f ausgehend ist das a als reine Terz und das c¹ als zu kleine Quinte einzustimmen.
2. Von c ausgehend ist das e als reine Terz und das g als zu kleine Quinte einzustimmen.
3. Von g ausgehend ist das h als reine Terz und das d¹ als zu kleine Quinte einzustimmen.
Zur Kontrolle soll das d mit dem a aus Schritt (1) zusammen angeschlagen werden.
4. Von d ausgehend ist das f[#] als reine Terz einzustimmen.



5. Von a ausgehend ist das c^{#1} als reine Terz einzustimmen.
6. Von e ausgehend ist das g[#] als reine Terz einzustimmen.
7. Von g¹ ausgehend ist das e^{b1} als reine Unterterz einzustimmen.
8. Von e^{b1} ausgehend ist das b¹ als zu kleine Quinte einzustimmen.



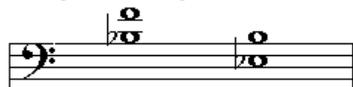
5.3.2.2 Marin Mersenne

Marin Mersenne gibt im dritten Buch seiner "Harmonie Universelle" (Paris 1636) eine auf drei Quintenreihen basierende Stimmungsmethode für die 1/4-Komma mitteltönige Stimmung.

1. Eine Reihe gleichmäßig verkleinerter steigender Quinten ist von F bis H zu stimmen.



2. Zwei gleichmäßig verkleinerte fallende Quinten sind von F bis E^b zu stimmen.



3. Eine Reihe gleichmäßig verkleinerter steigender Quinten ist von H bis G[#] zu stimmen (Mersenne Prop. II, S. 108).



5.3.2.3 Michael Praetorius

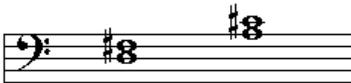
Die für den deutschen Sprachraum wichtigste und maßgebende Stimmanweisung stammt von Michael Praetorius. Im zweiten Band seines Werkes "Syntagma musicum" mit dem Titel "De Organographia" finden sich drei verschiedene Arten die 1/4-Komma mitteltönige Stimmung praktisch einzustimmen (a.a.O.153ff).

Die erste Art:

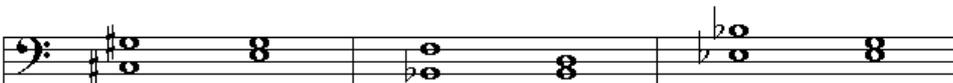
1. Von f werden die zu kleine Quinte c¹ und die reine Terz a eingestimmt.
2. Von c werden die zu kleine Quinte g und die reine Terz e eingestimmt.
3. Von g werden die zu kleine Quinte d¹ und die reine Terz h eingestimmt.
4. Die aus dem bisherigen Stimmverlauf resultierende Quinte d - a soll zur Kontrolle herangezogen werden.



5. Von d wird die reine Terz f[#] eingestimmt.
6. Von a wird die reine Terz c[#] eingestimmt.

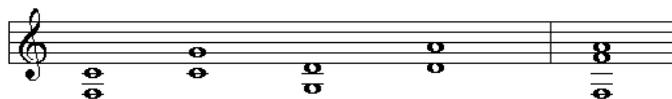


7. Von c[#] wird die zu kleine Quinte g[#] eingestimmt.
Die aus dem bisherigen Stimmverlauf resultierende Terz e - g[#] soll zur Kontrolle herangezogen werden.
Von f wird die zu kleine Quinte b eingestimmt. Die aus dem bisherigen Stimmverlauf resultierende Terz b - d¹ soll zur Kontrolle herangezogen werden.
8. Von b wird die zu kleine Quinte e^b eingestimmt.
Die aus dem bisherigen Stimmverlauf resultierende Terz e^b - g soll zur Kontrolle herangezogen werden.



Die zweite Art:

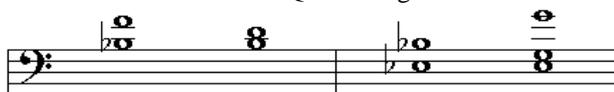
1. Von f werden vier zu kleine steigende Quinten zu a¹ gestimmt.
Die aus dem bisherigen Stimmverlauf resultierende reine Terz f¹ (f) - a¹ soll zur Kontrolle herangezogen werden.



2. Von a werden zwei zu kleine steigende Quinten zu h gestimmt.
Die aus dem bisherigen Stimmverlauf resultierenden reinen Terzen c¹ - e¹ und g¹ (g) - h¹ sollen zur Kontrolle herangezogen werden.



3. Von f¹ wird b als zu kleine Quinte eingestimmt und mit der reinen Terz d¹ kontrolliert.
4. Von b wird e^b als zu kleine Quinte eingestimmt und mit der reinen Terz g (g¹) kontrolliert.

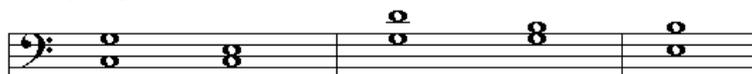


5. c^{#1}, f^{#1} und g^{#1} werden als reine Terzen (oder Dezimen) zu a (A), d¹ (d) und e¹ (e) gestimmt.



Die dritte Art:

1. Von c werden die zu kleine Quinte g und die reine Terz e eingestimmt.
2. Von g werden die zu kleine Quinte d¹ und die reine Terz h eingestimmt.
3. Die aus dem bisherigen Stimmverlauf resultierende Quinte e - h soll zur Kontrolle herangezogen werden.



4. Von d wird die zu kleine Quinte a eingestimmt und mit der Quinte a - e¹ kontrolliert.
5. Von d¹ wird die reine Terz f^{#1} eingestimmt und mit der Quinte h - f^{#1} kontrolliert.
6. Von f[#] wird die zu kleine Quinte c^{#1} eingestimmt und mit der reinen Terz a - c^{#1} kontrolliert.
7. Von c[#] wird die zu kleine Quinte g[#] eingestimmt und mit der reinen Terz e - g[#] kontrolliert.



8. Von c^1 wird die zu kleine Quinte f eingestimmt und mit der reinen Terz $f - a$ kontrolliert.
9. Von f^1 wird die zu kleine Quinte b eingestimmt und mit der reinen Terz $b - d^1$ kontrolliert.
10. Von b wird die zu kleine Quinte e^b eingestimmt und mit reinen Terz $e^b - g$ kontrolliert.



5.3.2.4 Jean Denis

Jean Denis: Traitè de l'accord de l'espinette (Paris 1643)

1. Eine Reihe gleichmäßig verkleinerter steigender Quinten ist von F bis D zu stimmen.



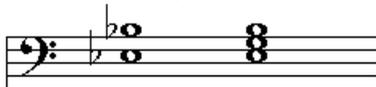
2. Die Quinte $F - B$ ist etwas verkleinert zu stimmen und mit dem B-Dur-Akkord zu kontrollieren.



3. Eine Reihe gleichmäßig verkleinerter steigender Quinten ist von D bis G^\sharp zu stimmen, wobei jeder neue Ton als große Terz eines Durdreiklages zu kontrollieren ist.



4. Die Quinte $B - E^b$ ist etwas verkleinert zu stimmen und mit dem E^b -Dur-Akkord zu kontrollieren. (vgl. Ratte S.238)



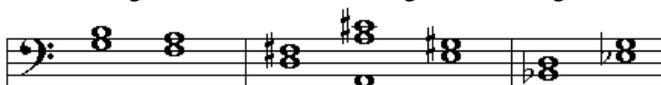
5.3.2.5 Jan van der Elst

Jan van der Elst: Den ouden ende nieuwen groundt vande musiicke, 1662

1. $c^1 - e^1$ ist als reine Terz zu stimmen.
2. Die vier Quinten zwischen C und E sind regelmäßig verkleinert zu stimmen.



3. Alle übrigen Töne sollen als reine große Terzen gestimmt werden.



Das gleiche System findet sich auch bei Otto Gibelius (Praepositiones mathematico-musicae, 1666; vgl. Ratte S. 294ff).

5.3.3 1/3-Komma Temperatur

Die Schwebungsrelation beträgt:

Dur: $3T = 5Q$

Moll: $2Q = T = q$

5.3.3.1 Jan van der Elst

Jan van der Elst: Den ouden ende nieuwen groundt vande musiicke, 1662

1. C - c ist als Oktave zu stimmen.
2. Die drei Quinten zwischen C und a sind regelmäßig um $2/6$ -Komma verkleinert zu stimmen.
a muß eine reine kleine Terz zu c^1 ergeben.
3. Alle übrigen Töne sollen als reine kleine Terzen gestimmt werden (vgl. Ratte S.294ff).

5.3.4 Temperierungen ohne theoretisches System aus dem 16. Jahrhundert

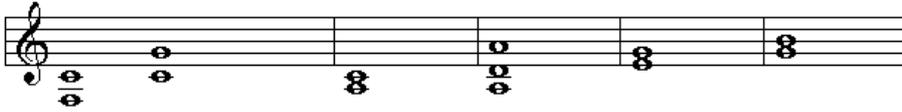
Die in Elias Nicolaus Ammerbachs "Orgel oder Instrument Tabulaturbuch" (Nürnberg 1583) enthaltenen Anweisungen sind so spärlich und unzureichend, dass sie nur als ungefähre Wegweiser für eine nach dem Gehör angelegte Stimmung dienen können.

Die Qualität der einzustimmenden Intervalle wird mit Ausnahme der folgenden Intervalle offen gelassen:

Die Quinten D - A und G - D sind zu verkleinern, die Terzen G - H und A - C[#] sind zu vergrößern.

Zuerst werden die weißen Tasten folgendermaßen gestimmt:

1. f - c¹ - g¹
2. c¹ - a
3. a - a¹ - d¹ (Offenbar zur Kontrolle: g)
4. g¹ - e¹
5. g - h¹



Dann die schwarzen Tasten:

6. a - c^{#1}
7. c¹ - e^b
8. d¹ - f[#]
9. e¹ - g^{#1}
10. g¹ - b¹ (vgl. Ratte S.258f).



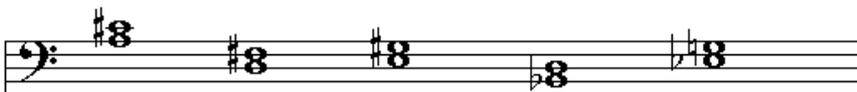
Adriano Banchieris "Conclusioni nel suono dell' Organo" (Bologna 1609) enthält eine sehr ungenaue Anweisung, die etwas verkleinerte Quinten und nicht näher spezifizierte große Terzen fordert.

1. Folgende Reihe zu kleiner Quinten ist zu stimmen:

F, C, G, D, A, E, H



2. A - C[#], D - F[#], E - G[#], D - B, G - E^b sind als Terzen zu stimmen.



6 Reine Stimmung

Unter reinen Stimmungen versteht man Stimmungssysteme in denen alle simultan erklingenden Intervalle schwebungsfrei rein sind. Im Laufe der Geschichte von Fogliano bis LaMonte Young hat es verschiedenste Versuche gegeben solche Systeme zu entwickeln.

"Just intonation is not a particular scale, nor is it tied to any particular musical style. It is rather, a set of principles which can be applied to a limited number of musically significant intervals to generate an enormous variety of scales and chords (...)" (Doty S.1).

Nachdem es unmöglich ist ein auch nur einigermaßen geschlossenes, oder wenigstens musikalisch beschränkt verwendbares zwölfstufiges chromatisches System mit reinen Terzen und reinen Quinten zu konstruieren, mußte man die Anzahl der Stufen, in die eine Oktave unterteilt wird, erhöhen. Auf diese Weise fügte man zumeist einer diatonischen Skala eine Anzahl von chromatischen reinen Terzen und Quinten hinzu. Nachdem es aber möglich ist, zu jeder hinzugefügten Tonhöhe wieder reine Terzen und Quinten zu bilden, ist ein derartiges System ad infinitum erweiterbar. Systeme reiner Stimmung sind also notwendigerweise offene Systeme, deren Größe je nach den Intentionen des Konstrukteurs variieren kann. Die im folgenden dargestellten Systeme basieren alle auf diesem Auswahlprinzip.

6.1 Fogliano

Im Jahre 1529 erschien das erste musiktheoretische Werk, das sich radikal gegen das traditionelle pythagoräische System, sowohl in Hinsicht auf die "musica practica" als auch auf die "musica speculativa" wandte: Die "musica theoretica" von Lodovico Fogliano. Fogliano argumentiert aristotelisch gegen das pythagoräisch-platonische System und kommt auf diese Weise zum Schluss, dass nicht die Vernunft, sondern der Gehörsinn entscheidet, ob ein Intervall eine Konsonanz oder eine Dissonanz sei (vgl. Palisca S.227).

Fogliano sagt, er habe die Konsonanzen nicht durch Zahlenverhältnisse bestimmt, sondern rein empirisch, indem er mit der Hand einer Saite entlangfuhr (vgl. Fend S.428).

Sein "secundum sensum" entwickeltes Stimmungssystem ist das erste, das sich von der pythagoräischen Skala löst und auf dem Einstimmen von reinen Quinten und reinen Terzen im Verhältnis 4 : 5 beruht.

Allerdings entstehen auch innerhalb dieses Systems Probleme mit vom Reinheitsideal abweichenden Terzen und Quinten. Stimmt man zum Beispiel die Terz B - D rein ein, wird die Terz D - F[#] um das syntonische Komma zu groß. Fogliano löste dieses Problem durch die Einführung von Doppelstufen für die Töne D und B.

Da Tasteninstrumente in der Praxis über solche Doppeltasten nicht verfügten, meinte er, dass die Spieler das Komma mit Hilfe des Gehörs teilen würden, zeigte aber auch eine geometrische Methode, um ein Intervall in zwei gleiche Teile zu teilen, nämlich die Konstruktion einer

mittleren Proportionalen (siehe 5.1.1).

Foglianos Monochordberechnung für das chromatisches System kann der Tabelle 12 entnommen werden (vgl. Ratte S.145).

Tabelle 12: Reine Stimmung nach Fogliano (Intervalle in cent)

	71	111.5	21.5	111.5	71	111.5	71	133	71	111.5	111.5	21.5	71	111.5
C	C#	D-	D+	E^b	E	F	F#	G	G#	A	B-	B+	H	c
0c	71c	182.5c	204c	315.5c	386.5c	498c	569c	702c	773c	884.5c	996c	1017.5c	1088.5c	1200c

Aus dieser Monochordberechnung ist ersichtlich, dass es in Foglianos System zwei verschieden große Ganztöne, nämlich 9/8 (204c) und 10/9 (182c), und vier verschieden große Halbtöne (25/24 (71c); 135/128 (92c); 16/15 (112c); 27/25 (133c)) gibt. Wesentlich ist auch, dass enharmonische Umdeutungen nicht möglich waren, sodass die chromatischen Halbtöne entweder # oder b waren. Foglianos chromatische Skala besteht aus folgenden Tönen (Tabelle 13):



Tabelle 13: Monochordverhältnisse der reinen Stimmung nach Fogliano

$\frac{25}{24}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{81}{80}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{27}{25}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{81}{80}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{16}{15}$	
C	C#	D-	D+	E^b	E	F	F#	G	G#	A	B-	B+	H	c

Foglianos System:

F#	C#	G#		
D	A	E	H	
B	F	C	G	D
			E ^b	B

6.2 Zarlino

Der wichtigste Theoretiker der reinen Stimmung war wohl Zarlino, der in den "Institutioni harmoniche" über die Vorläufer seiner eigenen Theorie schrieb:

"Außer den lateinischen Ausführungen des Boethius über diese Wissenschaft (die auch unvollkommen sind), gab es niemanden (wenn wir Gaffurius und Faber Stapulensis beiseite lassen, die eigentlich eher Kommentatoren von Boethius waren), der in der Musiktheorie vorangeschritten wäre, um die wahren musikalischen Intervallproportionen zu finden, mit

Ausnahme von Fogliano. Er dürfte Ptolemaios' Beschreibung des diatonisch-syntonischen Systems gekannt haben und lud die Mühe auf sich, darüber einen Band in lateinischer Sprache zu verfassen, um in voller Wahrheit die richtigen Proportionen der genannten Intervalle darzulegen." (a.a.O. III, 71).

Anders als Fogliano berief sich Zarlino nicht auf nur empirisch Gefundenes, sondern versuchte ein in sich geschlossenes Theoriesystem, basierend auf dem "Senario", für die reine Stimmung zu schaffen.

Obwohl Zarlino eigentlich der Ansicht war, dass die "natürliche" reine Stimmung nur von natürlichen Instrumenten, also den menschlichen Stimmen ausführbar sei, weil diese in der Lage sind die Mängel der ptolemaischen Stimmung durch flexible Intonation auszugleichen, und dass Tasteninstrumente dagegen in mitteltönig temperierter Stimmung gestimmt werden sollten, machte er Vorschläge zur Konstruktion rein gestimmter Tasteninstrumente.

In den "Sopplimenti musicali" von 1588 beschrieb er folgende Stimmung für ein Tasteninstrument mit 16 Stufen pro Oktave.

	F [#]	C [#]	G [#]		
	D	A	E	H	F [#]
E ^b	B	F	C	G	D
				E ^b	B

Schon in den "Institutioni harmoniche" von 1558/1573 findet sich die Abbildung des "Gravicembalos", eines Tasteninstrumentes mit Neunzehnteilung der Oktave, dessen Vorteil nach Zarlino darin liegt, dass alle drei griechischen Tongeschlechter - das diatonische, das chromatische und das enharmonische - auf ihm realisierbar sind (a.a.O. S. 377ff). Leider sind von diesem Instrument keine genauen Stimmanweisungen erhalten.

6.2.1 Probleme der reinen Intonation in der Vokalmusik

Zarlinos theoretisches System hat einen gravierenden Mangel, den auch schon Theoretiker seiner Zeit erkannten (vgl. Giovanni Battista Benedetti, *Diversarum speculationum mathematicarum, & physicarum liber*, Turin 1585, S.288). Das reine Intonieren von allen Quinten und Terzen hat zur Folge, dass die Gesamtstimmung eines Stückes ständigen Schwankungen um das syntonische Komma oder dessen Vielfachen unterworfen ist.

Singt man zum Beispiel die einfache Wendung d-moll, F-Dur, C-Dur, g-moll, d-moll in reiner Stimmung, so wird der letzte Akkord um 21.5 cents, also das syntonische Komma höher sein als der erste.

Wird diese Stelle wiederholt, ist das resultierende d-moll um stolze 43 cents höher als der Ausgangsakkord. Folgt eine dritte Wiederholung,... . Singt man die Akkordfolge im Krebs, so fällt die Stimmung entsprechend.

Dieses Problem tritt immer dann auf, wenn eine reine große Terz von vier Quint- oder Quartschritten in die Gegenrichtung gefolgt wird.

Der Grund dafür liegt darin, dass, wie es die Definition des syntonischen Kommas besagt, vier Quinten um 21.5c größer sind als eine reine Terz. Das folgende Beispiel zeigt die Berechnung für oben gegebene Akkordfolge in cent-Werten (**fette** bzw. *kursive* Buchstaben bezeichnen die zwischen zwei Akkorden gemeinsamen Töne).

d-moll: $d = 0c$, $a = 702c$;

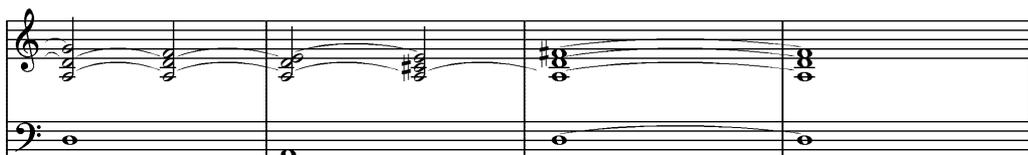
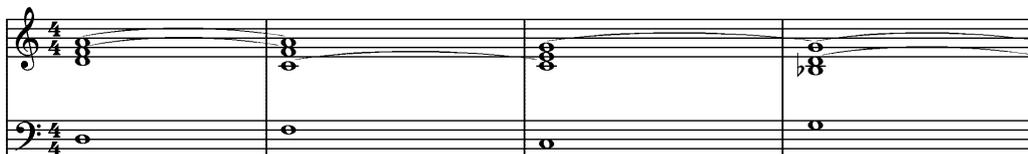
F-Dur: $f = 702c$ (**a**) - 386c (gr.Terz) = 316c;

C-Dur: $c^1 = 316c$ (*f*) + 702c (reine Quinte) = 1018c;

g-moll: $g = 1018c$ (**c¹**) + 702c (reine Quinte) = 1720c;

d-moll: $d^1 = 1720c$ (*g¹*) + 702c (reine Quinte) = 2422c.

$d^2 - 2400c$ (2 Oktaven von d) = 22c (syntonisches Komma)



6.3 Francisco Salinas

beschreibt in "De musica" (Salamanca 1577/1592) den Aufbau seines Tonsystems bestehend aus **diatonischen**, *chromatischen* und enharmonischen Skalen, die zusammen das 24-tönige Tonsystem der Vokalmusik ergeben (instrumentum perfectum).

Für Tasteninstrumente konstruiert er eine 19-stufige Temperatur, das sogenannte "instrumentum imperfectum". Salinas eigenes Instrument, das "instrumentum omnium perfectissimum" verfügte

POTATO POCKETS KAKIFRUECHTE AND C 5 OF SENT POCKETS (PREFACE)

DESTINATION OF THIS WORK IT IS CRYPTO TEXT INPUT/DC JUST NOW IT A LOOK OF THE EVOLUTION JUST AS COMPREHENSIVE AS POSSIBLE PRECISELY NEVERTHELESS ALMOST USEFUL FROM ATMOSPHERE SYSTEMS IN THE CLASSICAL MUSIC TRADITION OF EUROPE.

THEREFORE IT HOWEVER, HOW IS SAID IN MORE DETAIL QUESTION OF THE DISCUSSION PROBLEMS AROUND THE OUTLOOK BY MEANS OF THE WHOLE EVOLUTION. WORK IS CERTAIN FOR THE SPECIALIST FOR A SPECIFIC ATMOSPHERE SYSTEM NOT BUT AN INTRODUCTION TO PROBLEMS IS IT THAT IS USEFUL BOTH FOR THE MUSICIAN THAT IS INTERESTED ITSELF FOR THE ATMOSPHERES AND FOR THE SCIENTIST AND ALSO OUGHT ITSELF TO 'ON'-TOPIC ATMOSPHERES THOSE ARE USEFUL AS QUASI COVER, BOTH FOR THE MUSICIAN THAT IS INTERESTED ITSELF FOR THE ATMOSPHERES AND FOR THE SCIENTIST.

UP TO TWO VERY COARSE AND PREFIXED MORE INTELLIGIBLE TO ALL AROUND WORK MAKE, ONLY THE COMPLETELY NECESSARY CHAPTERS REPRESENT BASIC TERMS SHORT. CHAPTER 1 EXPLAINS AUDIBLY ALL MATHEMATICAL BASICS FOR SENSE OF THE FOLLOWING NECESSARY AND CHAPTER 2 NO DOUBT GIVES IN A ABRIDGED MANNER THAT POSSIBLE OUTLOOK BY MEANS OF MODIFICATION OF THE BEING PITCH.

WORK IS SCHEDULED FROM PRINCIPLE HISTORICAL MOREOVER, IT IS INTO CHAPTERS THAT REPRESENT THE THEORY OF THE RESPECTIVE ERA AND MAY EXPLAIN IT AND INTO SUCH ONE THAT DESCRIBE THE VOICE PRACTICE REPRESENTING VOICE STATEMENTS HISTORICAL THEREFORE DIVIDED.

THE ADDED EXAMPLE COMPACT DISC SHOULD FACILITATE THE ENTRY HEALTHY INTO OTHERS ROOMS AND ALSO SERVE AS A REFERENCE FOR HAVE VOICE EXPERIMENTS. FURTHER DETAILS TO THIS FIND THEMSELVES IN THE APPENDIX.

(NECKING LONG).

nach seinen Angaben sowohl über das "instrumentum perfectum", als auch über das "instrumentum imperfectum" (vgl. Ratte S. 201f, Lindley S. 169ff).

Salinas "instrumentum perfectum":

<i>A[#]</i>	<i>E[#]</i>	<i>H[#]</i>		
<i>F[#]</i>	<i>C[#]</i>	<i>G[#]</i>	<i>D[#]</i>	<i>A[#]</i>
D	A	E	H	<i>F[#]</i>
B	F	C	G	D
<i>G^b</i>	<i>D^b</i>	<i>A^b</i>	<i>E^b</i>	<i>B</i>
				<i>G^b</i>

Abbildung 12 zeigt Salinas' Darstellung dieses Tonsystems, wobei den fett gedruckten Tonhöhen die "litera sola", den kursiv gedruckten die "litera signata" und den normal gedruckten die "litera punctata" entsprechen.

6.4 Auswahlssysteme

Eine Reihe von Auswahlssystemen, die alle nach oben erwähnten Prinzipien funktionieren und auf die nicht näher eingegangen werden soll, stellten unter anderen Niccola Vicentino, Giovanni Battista Doni, Marin Mersenne, Ioan Albert Ban, Galeazzo Sabbatini und Lemme Rossi vor.

7 Enharmonik

Bei dem Versuch die altgriechische Musik wiederzuerwecken stießen die Theoretiker der Renaissance auch auf das enharmonische Tongeschlecht. In der altgriechischen Theorie war ein enharmonisches Tetrachord eine in zwei "Diësen" und eine große Terz geteilte Quarte. Über die genaue Größe der beiden "Diësen" gibt es bei den antiken Theoretikern unterschiedliche Angaben, sie muß aber im Bereich der heutigen Vierteltöne gelegen haben.

Neben dem Codex Montpellier aus dem 11. Jahrhundert gibt auch Guido von Arezzo Hinweise auf die Verwendung von Vierteltönen im Mittelalter. Er kritisiert die zu häufige Verwendung von "Diësen" in der gregorianischen Gesangspraxis und schränkt deren Gebrauch auf bestimmte Fälle ein, gibt aber eine Monochordteilungsanweisung zur Einstimmung einiger "Diësen" mit dem Verhältnis $28/27$ (63c) an (vgl. Ratte S.128).

7.1 Zarlino

Die erste Darstellung eines Tasteninstrumentes, das zur Realisation des enharmonischen Tongeschlechtes dienen sollte, stammt wieder von Zarlino ("Institutioni harmoniche"). Leider ist für dieses neunzehnstufige Instrument keine Stimmanweisung erhalten.

7.2 Salinas

Salinas, der ebenfalls im Besitz eines 19-stufigen Instrumentes war, demonstrierte die $2/7$ -Komma, $1/3$ -Komma und $1/4$ -Komma Temperaturen auf diesem Instrument, wobei das bemerkenswerteste dabei die $1/3$ -Komma Temperatur im 19-stufigen System ist. Stimmt man eine 19-stufige Oktave in dieser Stimmung, erhält man einerseits einen geschlossenen Quintenzirkel und andererseits eine gleichstufige, dritteltönige Skala. Das überlieferte enharmonische Chanson "Seigneur Dieu, ta pitie" von Costeley ist möglicherweise für ein derartiges System komponiert (vgl. Lindley S.169f).

7.3 Vicentino

Der wichtigste Komponist und Theoretiker der Enharmonik im 16. Jahrhundert ist Nicola Vicentino (1511 - 1576), der wie Zarlino Schüler von Willaert war und dessen wichtigstes Anliegen, die Wiederbelebung der antiken Musik, in seinen Kompositionen und in seinem berühmten theoretischen Werk "L'antica musica ridotta alla moderne prattica" (1555) seinen Ausdruck fand. In ebendiesem Werk findet sich eine Anweisung zum Bau und zur Stimmung eines Cembalos mit sechs Tastenreihen auf zwei Manualen, des sogenannten "Archicembalos" mit einer Unterteilung der Oktave in 36 Tasten.

Vicentino teilt die Oktave in 31 gleich große Teile, die sogenannten "Diësen" (~39c), wobei er dem Ganzton fünf, dem großen (diatonischen) Halbton drei und dem kleinen Halbton zwei "Diësen" zuordnet.

Das Ziel dieser Unterteilung der Oktave in Kleinstintervalle ist weniger die Möglichkeit der Realisation von bestimmten Skalen zu schaffen, als vielmehr eine große Bandbreite an klanglichen Möglichkeiten zur Verfügung zu haben. Mikrointervalle werden somit als Farbschattierung, nicht als Teil einer Konstruktion eingesetzt.

Stimmung 1:

31 gleich große, temperierte Quinten, die ungefähr gleich groß wie die Quinten der 1/4-Komma Temperatur sind, bilden einen geschlossenen Quintenzirkel, genauso wie 19 Quinten, die ungefähr gleich groß wie die Quinten der 1/3-Komma Temperatur sind, auf 19-stufigen Instrumenten einen geschlossenen Quintenkreis bilden.

Zusätzlich gibt es noch eine Tastenreihe mit reinen Quinten auf C, D, E, G, A.

Stimmung 2:

Die zweite Stimmung ist ein Auswahlssystem einer reinen Stimmung (vgl. Lindley S. 151f, Ratte S. 385ff).

Neben den hier erwähnten gibt es noch weitere Theoretiker, die im 16. Jahrhundert über enharmonische Instrumente schrieben, sodass angenommen werden kann, dass derartige Instrumente eine relativ große Verbreitung hatten.

7.4 Stimmanweisungen für reine und für enharmonische Stimmungen

Nachdem alle Theoretiker der reinen bzw. enharmonischen Stimmungen von Instrumenten mit mehr als zwölf Tasten in der Oktave ausgehen, ist eine Stimmung dieser Systeme auf den heute üblichen Instrumenten nur in sehr eingeschränktem Maße möglich.

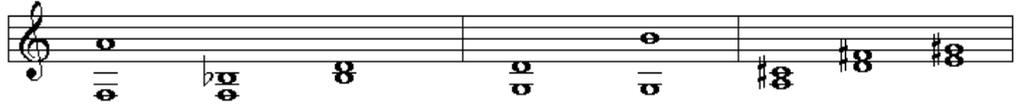
7.4.1 Zwölfstufigkeit

Eine sehr einfache Möglichkeit eine reine Stimmung auf einem Instrument mit zwölf Tasten pro Oktave zu stimmen besteht darin auf das e^b zu verzichten und diese Taste für das höhere der beiden notwendigen d's zu verwenden.

1. Von c ist zuerst die reine Quinte g und die reine Dezime e¹ zu stimmen, dann die reine Quarte f.



2. Von f ist zuerst die reine Dezime a¹ zu stimmen, dann die reine Quarte b und von b das tiefere d¹ als reine große Terz auf der für D vorgesehenen Taste.
3. Von g ist zuerst die reine Quinte d¹ (=Taste für e^{b1}) und die reine Dezime h¹ zu stimmen.
4. Die Obertasten C[#], F[#] und G[#] sind als reine große Terzen zu stimmen.



7.4.2 Neunzehnstufige Stimmung

Auf einem zweimanualigem Instrument mit der üblichen Zwölfteilung der Oktave. (Diese Methode stammt von Mark Lindley, S.170)

1. Das erste Manual wird in 1/3-Komma Temperatur mit dem Wolf zwischen E^b - G[#] gestimmt (siehe 5.3.3).

Auf eine Neunzehnteilung fehlen noch die Tasten für D^b, D[#], E[#], G^b, A^b, A[#] und H[#].



Dazu verwendet man das zweite Manual:

2. Der Stimmtton des zweiten Manuale ist das C des ersten Manuale.

Dieses C ist gleich hoch wie das C[#] des zweiten Manuale.

Von diesem C[#] ausgehend ist auf dem zweiten Manual ebenfalls eine 1/3-Komma Temperatur mit dem Wolf zwischen E^b - G[#] zu legen.

Die im ersten Manual fehlenden Töne D^b, D[#], E[#], G^b, A^b, A[#] und H[#] werden durch folgende Tasten des zweiten Manuale repräsentiert d = [d^b], e^b = [d[#]], f = [e[#]], g = [g^b], a = [a^b], b = [a[#]], c = [h[#]].

II	d	e ^b	f	g	a	b	c
I	c [#]	[d ^b]	d	e ^b	[d [#]]	e	[e [#]]
			f	f [#]	[g ^b]	g	g [#]
					[a ^b]	a	[a [#]]
						b	h
							[h [#]]

8 Gleichstufig temperierte Stimmung im 16. und 17. Jahrhundert

8.1 Entstehung der gleichstufig temperierten Stimmung

Aufgrund der Tatsache, dass die Saiten bei gebundenen Saiteninstrumenten verschieden gestimmt sind, ist es unmöglich die Bünde bei diesen Instrumenten so zu setzen, dass die, in mitteltönigen Stimmungen notwendigen, verschieden großen chromatischen und diatonischen Halbtöne realisierbar sind.

Alle Ganztöne mußten in zwei gleich große Hälften geteilt werden, woraus zwangsläufig eine gleichstufig temperierte Stimmung resultierte. Die Theoretiker des 16. und 17. Jahrhunderts gingen im allgemeinen davon aus, dass Bündinstrumente gleichstufig temperiert gestimmt seien (u.a.: Vicentino, 1555, fol.103r, fol.146v; Zarlino, 1571, S.221; Zarlino, 1588, S.197; Salinas, 1577, S.143-175; V.Galilei, 1581 S.47, Artusi, 1600, fol.35v; Praetorius, 1619, S65f und S.150-158; Mersenne 1636/37, III, S.48ff; vgl. Lindley, 1990, S.31 und Ratte S.333) und beklagten die daraus resultierenden Probleme im Zusammenspiel mit Tasteninstrumenten.

Ein musikalischer Nachweis für die gleichstufige Temperatur auf Bündinstrumenten sind von Enriquez de Valderrabano 1547 komponierte Stücke, die zwei im Abstand einer kleinen Terz gestimmte Vihuelas verlangen und deshalb nur auf gleichstufig temperierten Instrumenten ausführbar waren.

So, wie es für die pythagoräische Stimmung Pythagoras, für die reine Stimmung Ptolemaios als antike Autoritäten gab, diente Aristoxenos von Tarent (3. Jahrhundert v. Chr.), der sozusagen zufällig entstandenen Gleichstufigkeit als Schutzherr und Berufungsinstanz für die Theoretiker der gleichstufigen Temperatur. Aristoxenos maß einerseits dem Gehör bei der Bestimmung von Intervallen größeren Wert bei als dem Intellekt und forderte andererseits, dass eine Quarte in fünf gleiche Teile zu teilen sei (vgl. Lindley 1990, S.44f).

8.1.1 Charakteristika der Gleichstufigkeit

Das Grundprinzip der gleichstufigen Temperatur ist denkbar einfach:

Das pythagoräische Komma wird gleichmäßig auf alle zwölf Quinten verteilt, was zur Folge hat, dass zwar ein geschlossenes chromatisches System entsteht, dadurch aber alle Intervalle mit Ausnahme der Oktave temperiert werden müssen.

(Der chinesische Kaiser Lü Pu Wei entwickelte bereits ca. 250 v. Chr. eine mathematische Theorie der gleichstufigen Temperatur; Dupont S.68).

Die hervorstechendste Eigenschaft des gleichstufig temperierten Systems ist die Tatsache, dass alle Intervalle auf allen Stufen immer gleich groß bleiben und dadurch Transpositionen auf allen

chromatischen Stufen gleich klingen. Der Preis dafür sind die ziemlich stark verschärften großen Terzen, die auch der Hauptgrund für die Ablehnung dieser Temperatur im 16. und 17. Jahrhundert waren.

Obwohl die Tatsache, dass Bündinstrumente schon seit dem 16. Jahrhundert gleichstufig temperiert gestimmt waren, wahrscheinlich die Entwicklung des Dur/Moll-Systems mit seinen Transpositionsmöglichkeiten beeinflusste - man denke etwa an den "Lautenstil" in der Cembalomusik von Louis Couperin und Johann Jakob Froberger, der nach Werckmeister eine Canzona komponiert haben soll, in der das Sogetto auf allen chromatischen Stufen erscheint (vgl. Dupont S.72), wandten sich auch Theoretiker des 18. Jahrhunderts mit dem zusätzlichen Argument, dass durch Gleichstufigkeit keine Tonartencharakteristik möglich sei, gegen gleichstufige Temperatur.

Nachdem Froberger aber, genauso wie sein Lehrer Frescobaldi, mit Sicherheit mit enharmonischen Instrumenten in Berührung gekommen ist, bleibt es fraglich, ob deren Kompositionen, wenn sie enharmonische Töne vorschreiben, nicht mit den im späten 16. und im 17. Jahrhundert üblichen geteilten Obertasten für D[#]/E^b bzw. G[#]/A^b rechneten oder überhaupt für "Archicembali" bestimmt waren.

Wesentliche Charakteristika sind weiters die fast reinen zu kleinen Quinten und die einheitlichen Halbtöne (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14: Gleichstufig temperierte Stimmung und Intervalle

	<i>kl. 2</i>	<i>gr.2</i>	<i>kl.3</i>	<i>gr.3</i>	<i>r.5</i>
C [0c]	100	200	300	400	700
C [#] [100c]	100	200	300	400	700
D [200c]	100	200	300	400	700
E ^b [300c]	100	200	300	400	700
E [400c]	100	200	300	400	700
F [500c]	100	200	300	400	700
F [#] [600c]	100	200	300	400	700
G [700c]	100	200	300	400	700
G [#] [800c]	100	200	300	400	700
A [900c]	100	200	300	400	700
B [1000]	100	200	300	400	700
H [1100c]	100	200	300	400	700

8.2 Bewertung der gleichstufig temperierten Stimmung

Im allgemeinen wurde die gleichstufige Temperatur im 16. und 17. Jahrhundert als Mangel und Nachteil der Bundinstrumente aufgefaßt, und man lehnte den Gedanken diese Temperatur auch auf Tasteninstrumente anzuwenden mehrheitlich ab.

8.2.1 Nicola Vicentino (1511-1576)

schreibt in seinem 1555 erschienen Werk "L`antica musica ridotta alla moderna prattica" im den **Mängeln** der Lauten und Gamben gewidmeten 65. Kapitel:

"Von ihrer Erfindung bis heute wurden Gamben und Lauten immer mit einer Skaleneinteilung in gleiche Halbtöne gespielt".

8.2.2 Zarlino

schreibt in seinen "Sopplimenti musicali" Girolamo Roselli, Abt von S.Martino in Sizilien, habe für eine Sphärenmusik, in der alle 12 chromatischen Stufen vorkommen könnten, eine gleichstufige Temperatur für alle Instrumente gefordert.

8.2.3 Giovanni Battista Doni (1594-1649),

der die gleichstufige Temperatur als eine "*dissonante Art der Temperatur*" bezeichnete, meinte, der seiner Ansicht nach völlig ungebildete Frescobaldi habe sich von "*einem gewissen zerlumften alten Herren*" aus Sizilien "*durch viele kostenlose Trinkereien gegen das Urteil seines eigenen Gehörs*" zur Befürwortung der gleichstufigen Temperatur der Basilica S. Lorenzo in Damaso bewegen lassen (vgl. Lindley S.199).

8.2.4 Simon Stevin

Der Mathematiker Simon Stevin berechnete um 1600 eine gleichstufige Temperatur und wollte diese auch auf Tasteninstrumente anwenden. Sein Ansinnen wurde aber vom Adressaten des Briefes, in welchem dieser Vorschlag geäußert wurde, vom Organisten Abraham Verheijen mit Hinweis auf die schlechten Terzen dieser Stimmung zurückgewiesen (vgl. Ratte S.271).

Ein anderer Mathematiker des 17. Jahrhunderts, der Franzose Jean Gallè entwickelte ebenfalls eine Methode zur gleichstufigen Temperatur, war aber nach Mersennes Angaben der einzige, der dieselbe auf Tasteninstrumente anwenden wollte (vgl. Ratte S.331).

8.2.5 Jean Denis

wendet sich in seinem "Traité de l'accord de l'espinette" (1643/1650) scharf gegen die für das Ohr "*sehr schlechte und rauhe*" gleichstufige Temperatur, an welche man sich genauso wenig gewöhnen könnte wie an den "*Verzehr von faulem Fleisch und Essig*", und schreibt über jemanden, der ein Spinett gleichstufig gestimmt hat:

"Er war schlecht beraten gewesen, die gute und vollkommene Stimmung verderben zu wollen, nur um sie unvollkommenen Instrumenten anzupassen, und dass es vielmehr die Aufgabe sei, die Vollkommenheit von Laute und Viola anzustreben und Mittel zu finden, deren Halbtöne groß und klein zu machen".

(Traité de l'accord de l'espinette, Paris 1650, S.12)

8.3 Konstruktion der gleichstufigen Temperatur

Im 16. Jahrhundert kannte man drei Möglichkeiten eine gleichstufig temperierte Skala zu konstruieren.

1. Die geometrische Konstruktion
2. Aristideische Zahlensysteme
3. Annäherung an den 100c Halbton durch das Verhältniss 18/17 (kleiner pythagoräischer Halbton)

8.3.1 Geometrische Konstruktionen

Juan Bermudo gibt in seinem Werk "Declaraciòn de instrumentos musicales" (Ossuna, 1555) eine nicht ganz exakte aber sehr leicht anwendbare Bundsetzungsmethode, der seiner Meinung nach für diese Instrumente üblichen gleichstufigen Temperatur (vgl. Lindley 1990, S.41ff).

Zarlino (Sopplimenti Musicali 1588, S.209, S.211, S.214) teilt mit Hilfe der mittleren Proportionalen und des Mesolabiums. Im Anschluß daran gibt es ähnliche Teilungsverfahren unter anderem bei Abdias Trew (Lycei musici 1635), Marin Mersenne (Harmonie universelle 1636), Athanasius Kirchner (Musurgia universalis 1650), Lemme Rossi (Sistema musico overo Musica speculativa 1666; vgl. Räte S.320ff).

8.3.2 Aristideische Zahlensysteme

Der Flame Simon Stevin war der erste, dem es gelang eine mathematische Berechnung eines aristideischen Zahlensystems für die gleichstufig temperierte Skala durchzuführen (Vande Spiegeling der Singconst; als Manuskript um 1600). Sein Verfahren basiert auf Wurzelberechnungen, durch welche er 11 mittlere Proportionalen zwischen 1 und 2 bilden kann.

Weitere Systeme gibt es auch von Marin Mersenne (*Harmonicorum libri*, 1635) und Lemme Rossi (*Sistema musico overo Musica speculativa*, 1666); (vgl. Ratté S.324ff, Lindley S.179f).

8.3.3 Annäherung durch das Verhältnis 18:17

Diese Methode hat vor allem deshalb so große Bedeutung, weil sie sich in der Praxis der Bundsetzung sehr leicht realisieren läßt.

Marin Mersenne schreibt in seiner "Harmonie universelle" von 1636/37, dass die meisten Instrumentenbauer zur Setzung von Lautenbünden diese Methode verwendeten (a.a.O. III, S.48). Vincenzo Galilei war der erste, der diese Methode vorschlug (*Dialogo della musica antica et della moderna* 1581, S.49f.). Der Halbton mit dem Verhältnis 18/17 ist um ca. 1 cent kleiner als der mathematisch exakte Halbton mit 100c. Zarlino lehnt aufgrund dieses Fehlers, den er aufzeigt, indem er das Verhältnis $1156831381425976 : 582822237229761$ für die aus der Proportion 18/17 abgeleitete zu kleine Oktave berechnet, Galileis Methode ab (*Sopplimenti musicali* 1588, IV Cap. 28f.).

Johannes Kepler, der ein aristideisches Zahlensystem für Galileis Methode berechnete (Johannes Kepler, *harmonices mundi libri V* 1619), begründete die praktische Bedeutung derselben darin, dass diese Ungenauigkeit beim Setzen der Bünde durch die minimale Erhöhung der Tonhöhe beim Greifen der Saite ausgeglichen werden würde.

9 Unregelmäßige Temperaturen um 1700

In der Zeit um 1700 stellte sich eine ähnliche Situation ein wie 200 Jahre früher: Theorie und Praxis gingen getrennte Wege.

Seit Johann Faulhaber (Ingenieur-Schul 1630) konnten Theoretiker, die meistens Mathematiker und nicht Musiker waren wie z.B. Lemme Rossi, Jean Gallè, William Brouncker, Isaac Newton, Juan Caramuel y Lobkowitz, Josè Zaragossa, Christiaan Huygens, Wolfgang Caspar Printz, Joseph Sauveur mit Hilfe der Logarithmusrechnung sowohl gleichstufige Temperaturen exakt berechnen als auch mitteltönige, sofern diese regelmäßig waren.

Unglücklicherweise bevorzugten Musiker um 1700 aber unregelmäßige Temperaturen, welche die Vorteile von Gleichstufigkeit und Mitteltönigkeit zu verbinden suchten, indem sie einerseits in den wichtigsten Tonarten sehr viel bessere Terzen als die gleichstufige Stimmung boten, andererseits den Quintenzirkel schlossen, also keine Wolfsquinte aufwiesen und zusätzlich die Eigenschaft hatten, dass jede Tonart eine bestimmte Charakteristik aufwies.

Die neu entstandenen unregelmäßigen Temperaturen sind auch das Produkt des Übergangs vom modalen System zum Dur-Moll-System. Das Dur-Moll-System kompensierte die Reduktion auf nur zwei Skalen durch die Möglichkeit der Transposition und Modulation und bedingte dadurch das Entstehen einer Grundton- bzw. Quint-bezogenen Harmonielehre (Rameau) als zentralen Bereich der Musiktheorie.

Das für die statische, am Klang orientierte Musik der Renaissance zentrale Intervall der Terz wird in der immer zielgerichteten, an der Vorwärtsbewegung orientierten Musik des Barock, deren wichtigstes Element die **Quintfallsequenz** ist, durch die Quinte ersetzt.

Folgerichtig wird in der Stimmungstheorie und Stimmpraxis die Quinte wie im Mittelalter wieder das wichtigste Intervall. Das zeigt sich daran, dass alle Stimmungen ab ca.1700 im Gegensatz zu den mitteltönigen Stimmungen von einer Teilung des **pythagoräischen** Kommas ausgehen. Vier Quinten werden also nicht um das syntonische Komma (21.5c) verkleinert, um reine Terzen zu bekommen, sondern zwölf Quinten werden um das pythagoräische Komma (23.5c) vermindert, um den Quintenzirkel zu schließen. Die aus vier, um das pythagoräische Komma verkleinerten Quinten resultierende große Terz ist also theoretisch nicht rein, sondern um ein Schisma (2c) zu klein.

Wichtige unregelmäßige Temperaturen waren das "temperament ordinaire" in Frankreich und "wohltemperierte" Stimmungen in Deutschland, wobei ersteres und letztere keine strengen Systeme mit genauen Regeln waren, sondern nur Festsetzungen gewisser Stimmungsprinzipien, deren Befolgung einen Rahmen für ungefähr ähnliche Ergebnisse lieferte. Wie eine Stimmung konkret angelegt wurde und klang, war in erster Linie den Ohren und dem Geschmack des Stimmers überlassen.

Daneben gab es natürlich auch Instrumentenbauer und Musiker, die entweder eine alte Form der Mitteltönigkeit oder das gleichstufige System favorisierten.

9.1 Das "temperament ordinaire"

In Frankreich herrschte seit dem Ende des 17. Jahrhundert eine unregelmäßige Temperatur mit dem Namen "temperament ordinaire" vor. Das Prinzip auch dieser Stimmung war es, dass die Akkorde der gebräuchlichsten Tonarten auf Kosten der ungebräuchlicheren Tonarten mit vielen Vorzeichen möglichst gute Terzen und Quinten aufwiesen.

Die Entstehung des "temperament ordinaire" hängt möglicherweise mit einer mißverständlich formulierten Stimmanweisung der 1/4-Komma mitteltönigen Stimmung im "Harmonicorum libri XII" (1636) von Marin Mersenne zusammen. Dort (S.60) schreibt er nämlich, dass die Quinten E^b - B - F zu hoch gestimmt werden sollen, obwohl gemeint ist, dass die Töne E^b - B - F zu hoch werden, und die Quinten dadurch wie üblich zu klein werden sollen.

Die Verschärfung dieser beiden Quinten ist ein wesentliches Merkmal des "temperament ordinaire".

9.1.1 Tonartencharakteristik

Das Prinzip, in den wichtigsten Tonarten die großen Terzen rein zu lassen, hatte zur Folge, dass jede Tonart eine bestimmte Tonartencharakteristik aufwies und sich durch ihren Klang von allen anderen Tonarten unterschied. So gibt es beispielsweise in den b-Tonarten in Mollakkorden kleinere kleine Terzen, die zu folgenden Charakterisierungen der b-Molltonarten führten:

c-moll: Obscur et Triste

f-moll: Obscur et Plaintif

b-moll: Obscur et Terrible

e^b -moll: horrible Affreux

(Marc Antoine Charpentier (1643-1704): Règles de composition (1692); bei Steblin S.51)

c-moll: propre pour des sujets plaintifs

f-moll: triste & lugubre

(Charles Masson: Nouveau traité des règles de la composition (1697), S.10; bei Steblin S.53f)

Pour les plaintes & tous les sujets lamentables, il n'y a point de Tons plus propres que C sol ut mineur, & F ut fa mineur.....

(Jean Rousseau: Methode claire, certaine et facile pour apprendre à chanter la musique, 1683/1710, S.73; bei Steblin S.56)

Le Mode mineur pris (...) dans l'Octave des Nottes Ut ou Fa, il convient à la tendresse & aux plaintes; dans l'Octave des Nottes Fa ou Sib, il convient aux Chants lugubres.

(Jean Philippe Rameau: Traité de l'harmonie reduite à ses principes naturels, S.157, bei Steblin S.58)

c-moll: tendre

f-moll: lugubre, triste, dèsespoir

(Jean Jacques Rousseau: Dictionnaire 1768, bei Steblin S.260)

c-moll: pathetique

f-moll: lugubre, sombre

(Jacques Lacombe: Le spectacle des beaux arts 1758, bei Steblin S.260)

c-moll: pathetic

f-moll: le plus pathetique

(Andrè-Ernest-Modeste Grètry: Mèmoires, ou Essais sur la musique 1797, bei Steblin S.260)

Im Gegensatz dazu werden die Terzen in den #-Tonarten mit der Zunahme der # in der Vorzeichnung immer schärfer. Charpentier gibt zum Beispiel folgende Charakterisierung:

E-Dur: Querelleux et Criard

H-Dur: Dur et Plaintif

(a.a.O.: S.51)

Rameau schreibt allerdings, dass "*le grand & le magnifique*" ihren Platz auch in E-Dur haben.

9.1.2 Intervallcharakteristik

Rameau hebt als Vorteil seines ersten Temperierungsvorschlages hervor, dass die großen Terzen, die immer freudige Gefühle auslösen, wenn sie größer werden, uns bis zur Raserei bringen können, während uns die zu kleinen kleinen Terzen stark betrüben können (Nouveau système de musique thèoretique, 1726, S.110).

Praktisch geht man, um ein "temperament ordinaire" anzulegen, ungefähr auf diese Weise vor: Man versucht das pythagoräische Komma auszugleichen und beginnt im Quintenzirkel bei C mit etwas weniger als 1/4-Komma verkleinerten Quinten, um in diesem Bereich gute Terzen zu haben, und macht die Quinten kontinuierlich größer, was eine ebenso kontinuierliche Verschlechterung der Terzen bewirkt, dafür aber das Schließen des Quintenzirkels ermöglicht.

Zusammenfassend gelten folgende Grundsätze für das "temperament ordinaire":

1. Die Quinten C - G - D - A - E - H müssen alle gleich temperiert sein (zu klein).
2. Die Quinten H - F[#] - C[#] - G[#] müssen größer als die Quinten in (1) sein, wobei C[#] - G[#] de facto rein sein muß.
3. Die Quinte F - C muß ebenfalls etwas größer als die Quinten in (1) sein, um die Terz D^b - F verwenden zu können.
4. Die Quinten E^b - B - F müssen größer als rein sein.

Die daraus resultierenden diatonischen Terzen sind alle etwas größer als rein. Je höher die #- bzw. b-Vorzeichnung ist, desto stärker werden die Terzen temperiert, sodass die am stärksten temperierten Terzen D^b - F, A[#] - C[#] sind.

Wichtig ist es sich das Prinzip vor Augen zu halten:

Je kleiner die Quinten am Anfang des Quintenzirkels werden, desto reiner werden die Terzen am Anfang des Terzenzirkels.

Die Reinheit der Terzen und die Verkleinerung der Quinten am Anfang bedingen dafür aber immer größere und bessere Quinten gegen Ende des Quintenzirkels und immer größere und schlechtere Terzen am Ende des Terzenzirkels.

Tabelle 15: *Tempèrament ordinaire nach Rameau*

("Nouveau système de musique thèoretique", 1726, S.107-114)

	<i>kl.2</i>	<i>gr.2</i>	<i>kl.3</i>	<i>gr.3</i>	<i>r.5</i>
C[0]	85	194	290	388	697
C#[85]	109	205	303	415	702
D[194]	96	194	306	391	697
E ^b [290]	98	210	295	407	704
E[388]	112	197	309	399	698
F[500]	85	197	287	391	700
F#[585]	112	202	306	409	700
G[697c]	90	194	297	389	697
G#[787]	104	207	299	413	703
A[891]	103	195	309	394	697
B[994]	92	206	291	400	706
H[1086]	114	199	308	404	699

Die Tabelle 16 zeigt eine alternative Form des "temperament ordinaire", die mit dem Stimmungsvorgang auf B beginnt.

Tabelle 16: Rameaus Stimmung beginnend mit B und Intervalle des "tempèrment ordinaire"
nach Rameau

	kl. 2	gr.2	kl.3	gr.3	r.5
C [0c]	85	197	295	386	697
C [#] [85c]	112	210	301	418	704
D [197c]	98	189	306	388	692
E ^b [295c]	91	208	290	402	711
E [386c]	117	199	311	403	697
F [503c]	82	194	286	386	697
F [#] [585c]	112	204	304	421	700
G [697c]	92	192	309	386	700
G [#] [789c]	100	217	294	411	706
A [889c]	117	194	311	396	697
B [1006c]	77	194	279	391	697
H [1083c]	117	202	314	412	702

Eine interessante Äußerung zur Stimmpraxis stammt von Michel Corrette:

"Zur endlichen Vervollkommnung der Stimmung des Cembalos muß man die oberen Oktaven ein wenig größer als die anderen halten, genau das Gegenteil mit den untersten, aber so, daß es unmerklich bleibt, was die fähigsten Bauer wohl beachten." (Le maître de clavecin pour l'accompagnement, 1753, S.87 bei Lindley S.252).

(siehe 9.4.1, CD2 Tracks [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8])

9.2 Wohltemperierte Stimmungen

Wie in Frankreich gibt es in Deutschland seit dem Ende des 17. Jahrhunderts unregelmäßig temperierte Stimmungen. Charakteristisch für die Stimmungen in Deutschland ist die Tatsache, dass im Gegensatz zu Frankreich im allgemeinen die diatonischen Quinten stärker temperiert wurden als die chromatischen, dafür aber die diatonischen Terzen besser waren als die chromatischen und außer bei "Werckmeister-VI" keine Quinte größer als rein gestimmt wurde. Georg Andreas Sorge schreibt dazu 1744:

Schüler: *"Kan man nicht auch einige Quinten über sich schweben lassen?"*

Lehrer: *"Ja; es ist aber ganz unnöthig, und wenn man es thut oder thun muß, so ist es ein Merkmal, daß man einige vorhergehende Quinten zu vielhabe unter sich schweben lassen. Daher halte ich nichts von über sich schwebenden Quinten."*

(bei Lindley S.272)

Im Gegensatz zu Frankreich entwickelte man in Deutschland quantifizierende Beschreibungen von unregelmäßigen Temperaturen, die das Ausmaß der Temperierung in Komma-Bruchteilen angaben.

Die Bewertung der unregelmäßigen Temperaturen in Deutschland entspricht auch ungefähr der Einschätzung in Frankreich. Man sah die Tatsache, dass jede Tonart ihre eigene Charakteristik besaß, äußerst positiv. Ein Beispiel dafür sind die Äußerungen von Johann Mattheson (1681-1764) zu diesem Thema. Er schreibt in seiner "Großen Generalbaß-Schule" von 1731: "*Daß die zwölf halben Töne gleich groß seyn sollen / solches ist der Musik Zweck und höchste Angelegenheit eben nicht; sondern daß sie alle / ein jeder nach seiner Art / angenehm / mit Nachdruck / und lieblich ins Gehör fallen solle*" (a.a.O. S.164). Schon 1713 gab er in der Schrift "Das neu-eröffnete Orchestre" eine Charakterisierung von 16 Tonarten (a.a.O. S.231f.). Über f-moll schreibt Mattheson beispielsweise: "*F-moll scheint eine gelinde und gelassene, wiewohl dabey tiefe und schwere, mit etwas Verzweiflung vergesellschaftete, tödliche Hertzens-Angst vorzustellen, und ist über die Massen beweglich. Er drückt eine schwartze, hülflose Melancholie schön aus, und will dem Zuhörer bisweilen ein Grauen oder einen Schauder verursachen.*" (a.a.O.: S. 241).

Derartige Tonartencharakteristiken gibt es in Deutschland bis in die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts (z.B. in Ferdinand Hands Ästhetik der Tonkunst, 1837). Die Charakterisierung der oben zitierten b-Molltonarten entspricht den in Frankreich üblichen.

9.2.1 Andreas Werckmeister (1645-1706)

ist ganz der pythagoräischen Tradition verbunden und gibt in seinem "Musicae mathematicae hodegus curiosus" (1687) eine Darstellung seines auf der Tetractys (explizit nicht auf dem Senario) beruhenden pythagoräischen Welt- und Musiksystems. "*Die Musica ist eine Mathematische Wissenschaft/welche uns durch die Zahlen zeigt den rechten Unterschied und Abtheilung des Klanges*" (a.a.O. S.9). Das Prinzip der Temperierung herrscht für Werckmeister nicht nur in der Musik, sondern in der Welt überhaupt (a.a.O.S.58). Nachdem Terzen in der Proportionsreihe erst nach den Quinten und Quarten und außerhalb der Tetraktys kommen, können sie mehr Temperierung vertragen als Quinten. Damit begründet Werckmeister die Bevorzugung der Quinten vor den Terzen in seinen Stimmungen (a.a.O. S.58f und Werckmeister: "Musicalische Temperatur" (1691), S.92).

a) Werckmeister-III

In Werckmeisters "Musicalische Temperatur" gibt es mathematisch genaue, mit dem Monochord konstruierte Darstellungen von mehreren unregelmäßigen Temperaturen, deren Monochord-Positionen auch auf einem Blatt, das zum Anbringen am häuslichen Monochord bestimmt ist, abgedruckt sind.

Werckmeister beginnt mit der Konstruktion der natürlich-harmonischen Stimmung und der 1/4-Komma Mitteltönigkeit, die er aber zugunsten seiner eigenen unregelmäßigen Temperaturen verwirft.

Die wichtigste dieser Temperaturen ist sicher die sogenannte "Werckmeister III"- Stimmung. In dieser Stimmung wird das pythagoräische Komma auf die vier Quinten C - G, G - D, D - A und H - F[#] verteilt, während alle anderen Quinten rein gestimmt werden. Alle großen Terzen werden dadurch unterschiedlich zu groß (Cap.XVII). Werckmeister meint, dass diese Temperatur vor allem beim Gebrauch vieler "ficta", also Vorzeichen günstig sei (siehe 9.4.2.1).

Tabelle 17: Intervalle der Stimmung Werckmeister III

	<i>kl. 2</i>	<i>gr.2</i>	<i>kl.3</i>	<i>gr.3</i>	<i>r.5</i>
C [0c]	90	192	294	390	696
C [#] [90c]	102	204	300	408	702
D [192c]	102	198	306	396	696
E ^b [294c]	96	204	294	402	702
E [390c]	108	198	306	402	702
F [498c]	90	198	294	390	702
F [#] [588c]	108	204	300	408	702
G [696c]	96	192	300	392	696
G [#] [792c]	96	204	296	404	702
A [888c]	108	200	308	398	702
B [996c]	92	200	290	392	702
H [1092c]	108	198	300	402	696

b) Werckmeister-IV

Die nächste dargestellte Temperatur ("Werckmeister-IV") beruht auf einer Drittelung des pythagoräischen Kommas und ist nach Werckmeister gut geeignet "*So man die regular-Modos mehr gebrauchen will*". In dieser Stimmung sind die Quinten C - G, D - A, E - H, F[#] - C[#] und B - F jeweils um 1/3-Komma zu klein, während die Quinten G[#] - D[#] und E^b - B jeweils um 1/3-Komma zu groß sind. Alle übrigen Quinten bleiben rein. Auch in dieser Temperatur sind alle großen Terzen unterschiedlich zu groß.

Tabelle 18: Intervalle der Stimmung Werckeister IV

	<i>kl. 2</i>	<i>gr.2</i>	<i>kl.3</i>	<i>gr.3</i>	<i>r.5</i>
C [0c]	82	196	294	392	694
C [#] [82c]	114	212	310	416	702
D [196c]	98	196	302	392	694
E ^b [294c]	98	204	294	400	710
E [392c]	106	196	302	392	694
F[498c]	90	196	286	400	702
F [#] [588c]	106	196	302	416	694
G [694c]	90	196	310	392	702
G [#] [784c]	106	220	302	416	710
A [890c]	114	196	310	392	702
B [1004c]	114	196	278	392	694
H [1086c]	114	196	310	408	702

Es folgen zwei weitere unregelmäßige Temperaturen, welche das pythagoräische Komma unterschiedlich teilen.

c) Stimmanweisung aus Werckmeisters Generalbaßlehre

In der 1707 erschienenen Schrift "Musicalische Paradoxal-Discourse" bemerkt Werckmeister, dass er eigentlich auch eine gleichstufige Temperatur darstellen wollte, aber der Kupferstecher nicht in der Lage war die kleinen 1/12-Komma Bruchteile zu stechen, sodass er darauf verzichten mußte.

Im Kapitel mit der Überschrift "Kurzer Unterricht und Zugabe, wie man ein Clavier stimmen und wohl temperieren könne" aus dem Werk "Die nothwendigsten Anmerckungen und Regeln, wie der Bassus continuus oder General-Baß wol könne tractiret werden" (Aschersleben 1698) bringt Werckmeister eine Stimmanweisung, die der gleichstufigen Temperatur schon sehr nahe kommt (siehe 9.4.2.2).

9.2.2 Georg Neidhardt (1685-1739)

verwendete als Maßeinheit zur Berechnung verschiedener Temperaturen das 1/12-pythagoräische Komma. Er stellte in verschiedenen Werken eine Reihe von Temperaturen, unter anderem die gleichschwebende, dar. Seine Stimmungen mit Ausnahme der gleichstufig temperierten genossen unter seinen Zeitgenossen eine sehr hohe Wertschätzung. 1706 erlaubte man Neidhardt ein Register der neu erbauten Orgel der Jenaer Stadtkirche gleichstufig zu stimmen und verglich diese Stimmung mit Johann Nikolaus Bachs unregelmäßiger Temperatur. Der Vergleich fiel in jeder Hinsicht zugunsten von Bachs Stimmung aus.

Der größte Nachteil von Neidharts Temperaturen liegt darin, dass die Abweichungen um 1/12-Komma so klein sind, dass sie mit dem Gehör allein nicht exakt stimmbar sind, sondern vom Monochord abgenommen werden müssen.

Die bekannteste unter seinen Temperaturen, gemeinlich "Neidhardt'sche Temperatur" genannt, wurde 1732 in seinem Werk "Gänzlich erschöpfte, mathematische Abtheilungen des diatonisch-chromatischen, temperierten Canonis Monochordi" veröffentlicht und von Neidhardt als die, für eine kleine Stadt als am besten geeignete Temperatur bezeichnet. Bei dieser Stimmung werden 4 Quinten um 1/6-Komma und vier Quinten um 1/12-Komma erniedrigt, während 4 Quinten rein bleiben (vgl. Lindley S.269ff; Dupont S.87); siehe 9.4.2.3.

Tabelle 19: Neidhardt's Temperatur und Intervalle für eine kleine Stadt 1732

	<i>kl. 2</i>	<i>gr.2</i>	<i>kl.3</i>	<i>gr.3</i>	<i>r.5</i>
C [0c]	94	196	296	394	698
C [#] [94c]	102	202	298	404	702
D [196c]	100	196	302	396	698
E ^b [296c]	96	202	296	402	700
E [392c]	106	200	306	404	700
F [498c]	94	200	296	396	702
F [#] [592c]	106	204	302	404	702
G [698c]	98	196	298	394	698
G [#] [796c]	98	200	296	404	700
A [894c]	102	198	306	400	698
B [996c]	96	204	296	400	702
H [1092c]	108	202	300	404	700

9.2.3 Johann Philipp Kirnberger (1721-1783)

ist ein ganz entschiedener Gegner der gleichstufigen Temperatur, weil sie keines der folgenden, für Kirnberger eine gute Stimmung auszeichnenden Charakteristika aufweist. Er schreibt:

"Eine Temperatur, die gut seyn soll, muß leichte zu stimmen seyn, sie muß der Mannigfaltigkeit der Töne nicht schaden, und endlich alle Intervalle, so viel möglich ist, so angeben, wie die reinen Fortschreitungen der Melodie sie hervorbringen." (Die Kunst des reinen Satzes I, S.11).

Er begründet die Verwendung von fast ausschließlich reinen Quinten und unterschiedlich großen Terzen damit, dass Sänger nur reine Quarten und Quinten singen könnten, und sich dadurch in der Vokalmusik zwangsläufig bald größere, bald kleinere Terzen ergeben würden (vgl. a.a.O. S.11f).

Kirnbergers Stimmungen erfüllen zwar seine eigenen Kriterien, sind aber im Vergleich zu den teilweise sehr subtilen Stimmungen seiner Vorgänger äußerst grob.

a) Kirnberger-I

1766 erschien Kirnbergers "Clavierübungen mit der Bachischen Applikation", deren Vorwort eine Anweisung zum Stimmen enthielt, die das syntonische Komma ungeteilt der Quinte D - A aufbürdete (und sie so zu einer Wolfquinte machte) und die Quinte F[#] - C[#] um das verbleibende Schisma verkleinerte, alle übrigen Quinten aber rein ließ (siehe 9.4.2.4).

b) "Die Kirnberger-Stimmung" (Kirnberger-II)

In der Kunst des reinen Satzes schlug er eine Temperatur vor, die *"keine anderen Terzen hat, als entweder ganz reine, oder doch solche, die aus reinen Quinten und Quartan notwendig entstehen"* (a.a.O.: S.11), und die eine der beliebtesten Stimmungen im 18. Jahrhundert und zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurde.

Daniel Gottlob Türk (Temperaturberechnungen 1806) befürwortete wie, nach dem Kochschen Musiklexicon von 1802, die "neueren Theoristen" Kirnbergers Temperatur. Noch 1848 legt ein Artikel der Leipziger Allgemeinen Musikalischen Zeitung dar, dass bei der Kirnbergerschen Temperatur, im Gegensatz zur gleichschwebenden Temperatur jede Tonart ihre eigene Charakteristik habe (vgl. Dupont S.101f).

Das Grundprinzip ist so ähnlich wie das von Henricus Grammateus im 16. Jahrhundert:

Das syntonische Komma wird auf die zwei Quinten D - A - E aufgeteilt, während die Quinte C[#] - F[#] um das Schisma, also die Differenz zwischen dem syntonischen und dem pythagoräischen Komma verkleinert wird. Dieses System ist in der Tat sehr leicht zu stimmen (siehe 9.4.2.5), hat aber den großen Nachteil, dass eine um 1/2-Komma temperierte Quinte ein ziemlich schreckliches Intervall ist. Diese Quinten waren auch ein Hauptangriffsziel von zeitgenössischen Theoretikern (z.B.: Sorge, Marburg).

Tabelle 20: Intervalle der Stimmung Kirnberger II

	<i>kl. 2</i>	<i>gr.2</i>	<i>kl.3</i>	<i>gr.3</i>	<i>r.5</i>
C [0c]	90	204	294	386	702
C [#] [90c]	114	204	296	408	702
D [204c]	90	182	294	386	691
E ^b [294c]	92	204	296	408	702
E [386c]	112	204	316	406	702
F [498c]	92	204	294	397	702
F [#] [590c]	112	202	305	406	702
G [702c]	90	193	294	386	702
G [#] [792c]	103	204	296	408	702
A [895c]	101	193	305	395	691
B [996c]	92	204	294	408	702
H [1088c]	112	202	316	406	702

c) Kirnberger-III

Eine weitere Stimmung Kirnbergers, die er in einem Brief an Forkel aus dem Jahre 1789, der erst 1871 von Heinrich Bellermann publiziert wurde, beschreibt, beruht auf der Vierteilung des syntonischen Kommas und ist ebenfalls sehr leicht zu stimmen (siehe 9.4.2.6).

Diese landläufig unter "Kirnberger-III" bekannte Stimmung wurde schon 1744 von Georg Andreas Sorge (Anweisung zur Stimmung und Temperatur der Orgelwerke, S.27; nach Meister S. 65) veröffentlicht und ist die wohl feinste der drei unter Kirnbergers Namen bekannten Temperaturen.

Tabelle 21: Intervalle der Stimmung Kirnberger III

	<i>kl. 2</i>	<i>gr.2</i>	<i>kl.3</i>	<i>gr.3</i>	<i>r.5</i>
C [0c]	90	194	294	386	697
C [#] [90c]	104	190	296	408	702
D [194c]	100	192	304	396	697
E ^b [294c]	92	204	296	403	702
E [386c]	112	204	311	406	702
F [498c]	92	199	294	392	702
F [#] [590c]	107	202	300	406	700
G [697c]	95	193	299	391	697
G [#] [792c]	98	204	296	408	702
A [890c]	106	198	310	400	697
B [996c]	92	204	294	398	702
H [1088c]	112	202	306	406	702

9.2.4 Weitere Vorschläge

für unregelmäßige Temperaturen gibt es unter anderem bei Johann Philipp Bendeler (Organopoeia 1690), Georg Andreas Sorge (Anweisung zur Stimmung und Temperatur der Orgelwerke, 1744; Zuverlässige Anweisung, Claviere und Orgeln gehörig zu temperieren, 1758) und Franz Paul Rigler (Anleitung zum Gesang oder die Orgel zu spielen, 1798).

9.3 Italienische unregelmäßige Temperaturen

Anders als in Frankreich und Deutschland entwickelte sich in Italien kein auf einen gemeinsamen Nenner zu bringendes System unregelmäßiger Temperierung, vielmehr nahmen einzelne Personen Einflüsse aus Frankreich und Deutschland auf und entwickelten individuelle Stimmungssysteme; außerdem erhielten sich die traditionellen mitteltönigen Temperaturen viel länger.

Das einzige wirklich italienische Spezifikum, die Beschäftigung mit der reinen Septime 4/7 (Giuseppe Tartini und seine Anhänger, vor allem Michele Stratico) blieb ohne praktische Bedeutung.

Nach 1700 haben in Italien das "temperament ordinaire" oder dessen Sprösslinge größere Verbreitung gefunden. Stimmanweisungen bzw. Beschreibungen dazu gibt es in einem anonymen Traktat aus Bologna, einem ebenso anonymen Traktat aus Padua, in Gioseffo Pizzatis Werk "La scienza dei suoni e dell'armonia" (1782), in Carlo Gervasonis "La scuola della musica" (1800), in Bonifazio Asiolis "Osservazioni sul temperamento proprio degli istromenti stabili" (1816) und in Pietro Gianellis "Dizionario della musica sacra e profana" (1820). Auch aus einer Beschreibung von Muzio Clementis Stimmung kann auf ein modifiziertes "temperament ordinaire" geschlossen werden (vgl. Meister S.57, Lindley S.307ff und S.288, Steblin S.102).

Noch 1757 geht Padre Martini von der 1/4-Komma Mitteltönigkeit aus, verteilt aber den Wolf auf die Quinten H - F[#] und B - F, die jeweils 18c zu groß wurden (vgl. Meister S.56).

9.3.1 Antonio Vallotti

Der wichtigste und eigenständigste italienische Beitrag zur Geschichte der Stimmungen im 18. Jahrhundert stammt vom Organisten, Komponisten und Capellmeister Francesco Antonio Vallotti (1697-1780). Er teilt das pythagoräische Komma auf die sechs diatonischen Quinten auf und stimmt die übrigen Quinten rein (Trattato della moderna musica, 1779, S.195); siehe 9.4.2.8.

Tabelle 22: Intervalle der Stimmung Vallotti

	<i>kl. 2</i>	<i>gr.2</i>	<i>kl.3</i>	<i>gr.3</i>	<i>r.5</i>
C [0c]	94	196	298	392	698
C [#] [94c]	102	204	298	408	702
D [196c]	102	196	306	396	698
E ^b [298c]	94	204	294	400	702
E [392c]	110	200	306	404	698
F [502c]	90	196	294	392	698
F [#] [592c]	106	204	302	408	702
G [698c]	98	196	302	392	698
G [#] [796c]	98	204	294	404	702
A [894c]	106	196	306	400	698
B [1000c]	90	200	294	396	702
H [1090c]	110	204	306	408	702

Luigi Malerbi beschreibt 1794 zwei Temperaturen, von denen die erste das pythagoräische Komma in fünf Teile teilt und auf die steigenden Quinten von C - H aufteilt, die zweite dagegen die sechs steigenden Quinten von C - F[#] um 1/6-Komma verkleinert (vgl. Meister S.60).

9.4 Stimmanweisungen für unregelmäßige Temperaturen im 17. Jahrhundert

9.4.1 Das "temperament ordinaire"

9.4.1.1 Lambert Chaumont: "Methode d'accorder le clavessin" (1695)

Chaumont schreibt, dass alle Quinten zwischen der reinen und der verkleinerten (=mitteltönigen) Quinte zu temperieren sind und mit nicht näher spezifizierten großen Terzen zu kontrollieren sind. Ausnahmen dazu sind nur die Quinten B - F und E^b - B, welche zu groß oder verkleinert zu stimmen sind.

Es ist immer abwechselnd in Quinten und Oktaven zu stimmen.

1. Von f ausgehend sind vier Quinten bis zu a zu stimmen und dann mit dem F-Dur Akkord zu prüfen.



2. Es wird nun die Quintenreihe von a bis g[#] fortgesetzt, wobei jeder neue Ton als Terz in einem Durakkord zu überprüfen ist.



3. Die fehlenden Töne B und E^b sind als Quinten zu F und B einzustimmen (vgl. Lindley S.225f).



9.4.1.2 Jean Philippe Rameau

Im "Nouveau système de musique thèoretique" (1726, S.107-114) gibt Rameau zwei Anweisungen, wobei hier zuerst die mit C beginnende Stimmanweisung wiedergegeben sei.

1. Die Quinten C - G - D - A - E sind um 1/4-Komma zu verkleinern und mit der reinen Terz C - E zu kontrollieren.



2. Die Quinten E - H - F[#] - C[#] sind ebenso um 1/4-Komma zu verkleinern (Rameau geht in seiner Anweisung von einer Stimmung in Quinten aus, E - H - F[#] - C[#] könnten aber genausogut als reine Terzen zu C - G - D - A gestimmt werden).



3. Die Quinten C[#] - G[#] - D[#] - A[#]/B - F sind kontinuierlich größer zu machen, wobei die beiden letzten Quinten größer als rein werden müssen.



Rameaus zweite Stimmanweisung, die mit B beginnt, ansonsten gleich wie die erste ist, ermöglicht es, Rameau zufolge, dass alle Intervalle in den gebräuchlichsten Tonarten ihre größtmögliche Reinheit bewahren.

1. Die Quinten B - F - C - G - D - A - E - H sind um 1/4-Komma zu verkleinern.
2. Die Quinten von H bis A[#]/B sind so zu stimmen, dass sie kontinuierlich größer werden, wobei die Quinten G[#]/A^b - D[#]/E^b - B größer als rein sein müssen.

9.4.1.3 Jean le Rond d'Alembert

gibt in seinem Buch "Elèmens de musique, thèoretique et pratique, suivant les principes de M.Rameau" (1762, S.55) folgende Stimmanweisung:

1. Die Quinten C - G - D - A - E sind um 1/4-Komma zu verkleinern und mit der reinen Terz C - E zu kontrollieren.



2. Die Quinten E - H - F[#] - C[#] - G[#] sind um weniger als 1/4-Komma zu verkleinern, sodass die Terz E - G[#] fast rein wird.



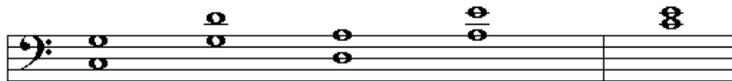
3. Die Quinten C - F - B - E^b - A^b sind um so viel zu groß zu stimmen, dass A^b identisch mit dem zuvor gestimmten G[#] wird (vgl. Lindley S.251).



9.4.2 Wohltemperierte Stimmungen

9.4.2.1 Werckmeister III

1. Von C aus sind vier 1/4-Komma verkleinerte Quinten zu E zu stimmen, wobei die vierte Quinte zu E nur provisorisch zur Kontrolle gestimmt wird. Das E muß eine reine Terz zu C ergeben, wenn die Quinten im richtigen Maße temperiert sind.



2. Sind die Quinten C - G - D - A richtig temperiert, ist das E als reine Quinte zu A und das H als reine Quinte zu E zu stimmen.



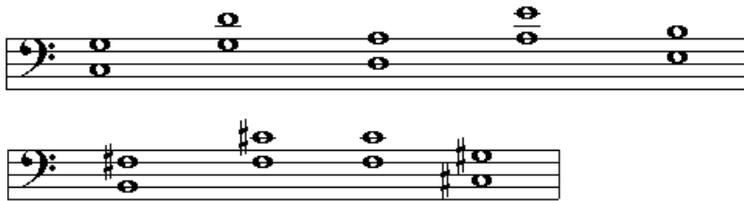
3. Von C aus ist in reinen Quinten fallend bis zum F[#] zu stimmen. Die Quinte H - F[#] muß 1/4-Komma tiefer als rein sein und etwa gleich schnell schweben wie die Quinte C - G (Werckmeister: Musicalische Temperatur 1691, S.78; Billeter S.27).



9.4.2.2 Stimmanweisung aus Werckmeisters Generalbaßlehre

Werckmeister's Stimmanweisung aus dem Kapitel mit der Überschrift "*Kurzer Unterricht und Zugabe, wie man ein Clavier stimmen und wohl temperieren könne*" aus dem Werk "*Die nothwendigsten Anmerckungen und Regeln, wie der Bassus continuus oder General-Baß wol könne tractiret werden*" (Aschersleben 1698).

1. Die steigenden Quinten von C bis C[#] sind *"ein gar wenig herunterschwebend"* zu stimmen.
2. C[#] - G[#] ist *"fast rein"* zu stimmen



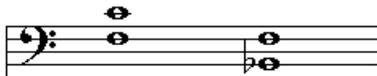
3. Die Quinten G[#]/A^b - D[#]/E^b - B sind *"ein klein wenig über sich schwebend"* zu stimmen, genauso wie die Quinte B - F, die allerdings auch *"gar rein"* sein kann.



9.4.2.3 Neidhardts Temperatur für eine kleine Stadt

Nachdem Neidhardt von der Verwendung eines Monochordes beim Stimmen ausgegangen ist, sind seine Stimmungen wegen der Kleinheit seiner Maßeinheit 1/12-Komma nur sehr schwer nach dem Gehör auszuführen. Trotzdem folgt hier der Versuch einer Stimmanweisung der Temperatur für eine kleine Stadt (1732).

1. Die Quinten C - F - B sind rein zu stimmen.



2. Von C aus sind vier 1/6-Komma verkleinerte Quinten zu E zu stimmen.



3. Von E aus sind drei 1/12-Komma verkleinerte Quinten zu F[#] zu stimmen.



4. Die Quinten F[#] - C[#] - G[#] sind rein zu stimmen.

5. Die Quinte $G^\# / A^b - D^\# / E^b$ soll $1/12$ -Komma zu klein werden, sodass die entstehende Quinte $E^b - B$ ebenfalls um $1/12$ -Komma zu klein ist.

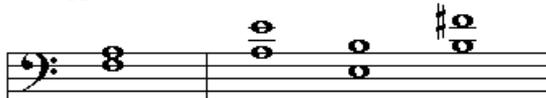


9.4.2.4 Kirnberger-I

1. Die sieben steigenden Quinten von $C^\#$ bis D sind rein zu stimmen.



2. Die Terz F - A ist rein zu stimmen.
 3. Die Quinten A - E - H - $F^\#$ sind rein zu stimmen. ("Clavierübungen mit der Bachischen Applikation" IV, Vorwort; Berlin 1766)



9.4.2.5 Kirnberger-II

1. Die sieben steigenden Quinten von $C^\#$ bis D sind rein zu stimmen.



2. Die Terz D - $F^\#$ ist rein zu stimmen.
 3. Die Quinten $F^\# - H - E$ sind rein zu stimmen.
 4. Das A ist so zu stimmen, "daß es als Oberquinte vom D und als Unterquinte vom e brauchbar und erträglich wird" (aus einem Brief Kirnbergers an Forkel, bei Lindley S. 280)



KARTOFFELTASCHEN KAKIFRUECHTE UND C. 5 VON GESANDTEN TASCHEN (VORWORT)

BESTIMMUNGSORT DIESER ARBEIT ES IST CRYPTO TEXT INPUT/DC GERADE ERST ES EIN BLICK DER ENTWICKLUNG GERECHT GENAU SO UMFASSEND GENAU SO MÖGLICH GENAU TROTZDEM FAST NÜTZLICH VON ATMOSPHÄRENSYSTEMEN IN DER KLASSISCHEN MUSIKTRADITION VON EUROPA.

DESWEGEN ES ALLERDINGS WIE SAGT AUSFÜHRLICHER FRAGE DER DISKUSSIONSPROBLEME UM DEN AUSBLICK MITTELS DER GANZEN ENTWICKLUNG. ARBEIT IST SICHER FÜR DEN SPEZIALISTEN FÜR EIN BESTIMMTES ATMOSPHÄRENSYSTEM NICHT AUßER EINER EINFÜHRUNG IN PROBLEME IST ES DAS IST NÜTZLICH SOWOHL FÜR DEN MUSIKER DER INTERESSIERT SICH FÜR DIE ATMOSPHÄREN ALS AUCH FÜR DEN WISSENSCHAFTLER UND AUCH SOLLTE SICH ZU 'ON'-TOPIC ATMOSPHÄREN DIE SIND NÜTZLICH ALS QUASI DECKE, SOWOHL FÜR DEN MUSIKER DER INTERESSIERT SICH FÜR DIE ATMOSPHÄREN ALS AUCH FÜR DEN WISSENSCHAFTLER.

BIS ZU ZWEI SEHR SEHR GROBE UND PRÄFIGIERTE MEHR VERSTÄNDLICH FÜR ALLES UM ARBEITSFABRIKAT, NUR DAS VÖLLIG NOTWENDIGE KAPITEL DARSTELLT GRUNDBEGRIFFS KURZSCHLUß. KAPITEL 1 ERKLÄRT HÖRBAR ALLE MATHEMATISCHEN GRUNDLAGEN FÜR SINN DES FOLGENDEN NOTWENDIGEN UND KAPITEL 2 WOHL GIBT A ABKÜRZEN WEISE DIESER MÖGLICHE AUSBLICK MITTELS MODIFIKATION AN DER WESENSTONNHÖHE.

ARBEIT LEGT VOM PRINZIP HISTORISCH ZUDEM ES IST IN KAPITEL DIE DARSTELLEN DIE THEORIE DER JEWEILIGEN ÄRA UND KÖNNEN ERKLÄREN ES UND IN SOLCHES EIN DIE BESCHREIBEN DIE STIMM PRAXIS DARSTELLT STIMM AUSSAGEN HISTORISCH DESWEGEN TEILEN.

DAS HINZUGEFÜGTE BEISPIEL COMPACT DISC SOLLTE ERLEICHTERN DEN EINTRITT GESUND IN RÄUME UND AUCH AUFSCHLAG ALS EIN HINWEIS FÜR HABEN STIMMVERSUCHE. WEITERE DETAILS DAZU FINDEN SICH IM ANHANG.

DER JOHN-KÄFIG FORMULIERTE DEN EIGENTLICHEN BESTIMMUNGSORT VON ARBEIT SEHR SCHÖN: GLÜCKLICHE NEUE OHREN.

(NECKING LONG)

9.4.2.6 Kirnberger-III

1. Die Quinten C - G - D - A - E sind 1/4-syntonisches Komma zu klein zu stimmen, sodass die reine Terz C - E resultiert.



2. Die Quinten E - H - F[#] sind rein zu stimmen.
3. Die fünf fallenden Quinten von C bis C[#] sind rein zu stimmen.



9.4.2.7 Orgelbauer Wiegleb

Im Werkstattbuch der kurfürstlichen Orgelmacher Wiegleb (~1790) findet sich folgende praktische Stimmweisung (vgl. Meister S.125):

1. Die Quinte f - c¹ ist etwas kleiner zu machen.
2. Die Quinten F - B - E^b - G[#] - C[#] - F[#] sind rein zu stimmen.



3. Die Quinten F[#] - H - E können etwas zu klein sein.
4. Die Quinte E - A soll so wenig zu klein sei, dass "man es kaum merck".
5. Die Quinten A - D - G - C müssen etwas zu klein sein.

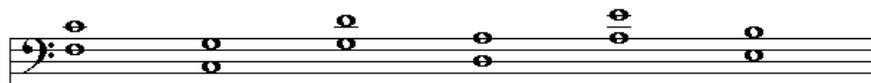


9.4.2.8 Vallotti

1. Die Quinten F - B - E^b/D[#] - G[#] - C[#] - F[#] - H sind rein zu stimmen.



2. Die Quinten F - C - G - D - A - E - H sind um 1/6-Komma zu klein zu stimmen.



10 Gleichstufige Temperatur im 18. und 19. Jahrhundert

Im gesamten 18. Jahrhundert und in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts stritten sich Musiker und Theoretiker darüber, ob die gleichstufige oder die unregelmäßigen Temperaturen vorzuziehen seien.

Allmählich gewann die gleichstufige Temperatur die Oberhand und setzte sich schließlich im Verlauf des 19. Jahrhunderts durch, wobei beide Systeme lange Zeit parallel verwendet wurden. So sagte zum Beispiel der französische Cembalobauer Armand-Francois Blanchet um 1800, er benutze seit 25 Jahren die gleichstufige Temperatur ("Methode abrègèe pour accorder le clavecin et le fortepiano" Paris 1800, S.8), während die Firma Broadwood erst 1840 zur gleichstufigen Temperatur überging (vgl. Lindley-Grove S.550).

Das Hauptargument für die gleichstufige Stimmung war, dass sie unbeschränkte Modulations- und Transpositiosmöglichkeiten bietet, weil alle Tonarten gleich klingen. Abwechslung (varietas) wird nicht durch verschieden große Terzen, sondern durch das Verflechten verschiedener Tonarten in freier Modulation erreicht (vgl. Rameau).

Außerdem maßen die Befürworter der gleichstufigen Temperatur reinen Quinten eine größere Wichtigkeit zu als reinen Terzen, weil ihrer Ansicht nach Terzen eine größere Abweichung vom Reinintervall vertragen würden, als Quinten.

Für die ungleichmäßigen Temperaturen sprach vor allem die Tatsache, dass jede Tonart anders klang und ihre spezifische Charakteristik hatte. Ein weiteres wichtiges Argument war, dass sich unregelmäßige Temperaturen für gewöhnlich wesentlich leichter stimmen lassen als die gleichstufige Stimmung.

Die wichtigsten Antagonisten in diesem Disput waren in Frankreich Jean Philippe Rameau (gleichstufig) und Jean Jacques Rousseau (unregelmäßig) und in Deutschland Friedrich Wilhelm Marpurg (gleichstufig) und Johann Philipp Kirnberger (unregelmäßig). Die neben Rameau und Marpurg wichtigsten Befürworter der gleichschwebenden Temperatur waren der Theoretiker Georg Andreas Sorge und Carl Philipp Emanuel Bach.

10.1 Stimmanweisungen für die gleichstufige Temperatur

10.1.1 Rameau

Jean Philippe Rameau gibt in seiner "Generation harmonique" (1737) eine "Stimmethode" die nicht mehr und nicht weniger vorschreibt, als dass alle Quinten der Reihe nach um einen minimalen Wert ("*si peu que rien*") zu verkleinern sind (S.100f).

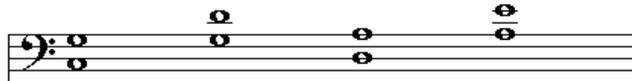
10.1.2 Georg Andreas Sorge

gibt 1749 folgende Anweisung ("Ausführliche und deutliche Anweisung zur Rational-Rechnung", S.199):

1. C - E - G[#]/A^b - C ist so zu stimmen, dass alle drei Terzen um gleich viel zu groß sind.



2. Die Quinten C - G - D - A - E sind so zu stimmen, dass alle vier Quinten um gleich viel zu klein sind.



3. Die Quinten E - H - F[#] - C[#] - G[#] sind so zu stimmen, dass alle vier Quinten um gleich viel zu klein sind.



4. Die Quinten G[#] - D[#] - A[#]/B - F - C sind so zu stimmen, dass alle vier Quinten um gleich viel zu klein sind.



POTATO POCKETS KAKIFRUECHTE AND C. 5 OF SENT POCKETS (PREFACE)

DESTINATION OF THIS WORK IT IS CURRENTLY ALMOST USEFULLY CRYPTO TEXT INPUT/DC FIRST IT A LOOK OF THE EVOLUTION JUSTLY JUST AS COMPREHENSIVELY JUST AS POSSIBLE PRECISELY NEVERTHELESS FROM ATMOSPHERE SYSTEMS IN THE CLASSICAL MUSIC TRADITION OF EUROPE.

THEREFORE IT HOWEVER AS STATE FULL QUESTION THE DISCUSSION PROBLEMS AROUND THE VIEW BY MEANS OF THE WHOLE EVOLUTION. WORK IS NOT SECURE FOR THE SPECIALIST FOR A SPECIFIC ATMOSPHERE SYSTEM EXCEPT FOR AN INTRODUCTION TO PROBLEMS IS IT THAT IS INTERESTED USEFULLY BOTH FOR THE MUSICIAN THAT ITSELF FOR

THE ATMOSPHERES AND FOR THE SCIENTIST AND ALSO OUGHT ITSELF TOO 'LN'-TOPIC
ATMOSPHERES THAT ARE USEFUL AS A QUASI CEILING, BOTH FOR THE MUSICIAN THAT IN A
INTERESTED MANNER ITSELF FOR THE ATMOSPHERES AND FOR THE SCIENTIST.

UP TO TWO VERY VERY COARSE AND PREFIXED MORE ARE UNDERSTANDABLE FOR
EVERYTHING AROUND WORK MAKE, ONLY THE COMPLETELY NECESSARY CHAPTER
DARSTELL BASIC TERM SHORT CIRCUIT. CHAPTER 1 EXPLAINS AUDIBLY ALL
MATHEMATICAL BASICS FOR SENSE OF THE FOLLOWING NECESSARY AND CHAPTER 2 NO
DOUBT TRANSFERS A ABBREVIATE MANNER THIS POSSIBLE VIEW BY MEANS OF
MODIFICATION OF THE BEING PITCH.

WORK MOREOVER, PLACE HISTORICAL FROM THE PRINCIPLE IT IS THOSE INTO CHAPTERS
REPRESENT THE THEORY OF THE RESPECTIVE ERA AND CAN MAY EXPLAIN IT AND INTO
SUCH A THOSE DESCRIBE THAT AM PRACTICE DARSTELL AM THEREFORE, DIVIDE
STATEMENTS HISTORICALLY.

THE ADDED EXAMPLE COMPACT DISC OUGHT FACILITATE THE ENTRY HEALTHY INTO
ROOMS AND ALSO IMPACT AS A REFERENCE FOR HAVE ON VOICE EXPERIMENTS. FURTHER
DETAILS TO THIS FIND THEMSELVES IN THE APPENDIX.

THE JOHN CAGE FORMULATED THE ACTUAL DESTINATION OF WORK VERY BEAUTIFULLY:
HAPPY NEW EARS.
NECKING LONG)

Zur Kontrolle ist zu überprüfen, ob alle 12 Durdreiklänge gleich scharf sind.

Namensindex

A

Aaron, Pietro · 25, 55f
d'Alembert, Jean le Rond · 104
Alexander John Ellis · 19
Ammerbach, Elias Nicolaus · 69, 75
Anselmi, Georgio · 43
Antegnati, Costanzo · 71
Arezzo, Guido von · 28, 35, 83
Aristotelismus · 61
Arrezo, Guido von · 41
Artusi, Giovanni · 86
Asioli, Bonifazio · 102
Augustinus, Aurelius · 31

B

Bach, Carl Philipp Emanuel · 110
Bach, Johann Nikolaus · 98
Bach, Johann Sebastian · 27
Ban, Ioan Albert · 81
Banchieri, Adriano · 69, 76
Bedos de Celles, Dom Francois · 25, 38
Bellermann, Heinrich · 101
Bendeler, Johann Philipp · 101
Benedetti, Giovanni Battista · 69, 79
Bermudo, Juan · 89
Blanchet, Armand-Francois · 110
Boethius, Ancinius Manilius Severinus · 28, 31ff, 52, 61, 78
Broadwood · 110
Brouncker, William · 91

C

Caramuel y Lobkowitz, Juan · 91
Cerone, Pietro Domenico · 65
Charpentier, Marc Antoine · 92f
Chaumont, Lambert · 103
Clementi, Muzio · 102
Corrette, Michel · 95
Costeley Guillaume · 83
Couperin, Louis · 87

D

Denis, Jean · 69, 74, 89
Dionysius der Karthäuser · 29
Doni, Giovanni Battista · 26, 81, 88

E

Elst, Jan van der · 65, 69f, 75
Euklid · 35, 59

F

Faulhaber, Johann · 91
Fogliano, Lodovico · 59, 61, 63, 77ff
Forkel Johann Nikolaus · 101
Frescobaldi Gerolamo · 87f
Froberger, Johann Jakob · 87

G

Gaffurio, Franchino · 52f
Gaffurius · 52, 61, 78
Galilei, Vincenzo · 65, 86, 90
Gallè, Jean · 88, 91
Gervasoni, Carlo · 102
Gianelli, Pietro · 102
Gibelius, Otto · 69, 75
Goodfellow · 70
Grammateus, Henricus · 47, 51, 59, 100
Grètry, André-Ernest-Modeste · 93

H

Hand, Ferdinand · 96
Händel, Georg Friedrich · 25
Höritz, Erasmus von · 59
Huygens, Christiaan · 26, 91

K

Keck, Johannes · 43
Kepler, Johannes · 90

Kirchner, Athanasius · 89
Kirnberger, Johann Philipp · 99ff, 107f, 110

L

Lacombe, Jacques · 93
Lanfranco, Giovanni Maria · 25, 55, 57
Lü Pu Wei · 86

M

Maestro Matteo · 53
Malerbi, Luigi · 103
Marpurg, Friedrich Wilhelm · 100, 110
Martini, Padre · 102
Masson, Charles · 92
Mattheson, Johann · 96
Mei, Girolamo · 48
Mersenne, Marin · 69, 71, 81, 86, 88ff, 92

N

Nacchini, Piero · 69
Neidhardt, Georg · 98f, 106
Newton, Isaac · 91

P

Pareja, Ramos de · 43, 45, 46f, 50, 53f
Pizzati, Gioseffo · 102
Platon · 29, 33
Praetorius, Michael · 25ff, 69, 72, 86
Printz, Wolfgang Caspar · 91
Prosdocimus de Beldemandis · 43
Ptolemaios, Klaudios · 52, 61f, 79, 86
Pythagoras · 31, 35, 86

R

Rameau, Jean Philippe · 91, 93ff, 104, 110f
Rigler, Franz Paul · 101
Rore, Cipriano de · 69
Roselli, Girolamo · 88
Rossi, Lemme · 65, 69, 81, 89ff
Rousseau, Jean Jacques · 92f, 110
Rucker · 25

S

Sabbatini, Galeazzo · 81
Salinas, Francisco · 65, 69, 80f, 83, 86
Sauveur, Joseph · 26, 91
Schlick, Arnolt · 25, 54f
Schneegass, Cyriacus · 69
Schnitger, Arp · 26
Silbermann, Gottfried · 69
Silva, Tristan da · 43
Sorge, Georg Andreas · 95, 100f, 110f
Spechtshart von Reutlingen, Hugo · 41, 43
St.Maur, Odo von · 28, 35
Stapulensis, Faber · 59, 61, 78
Stevin, Simon · 88f
Stratico, Michele · 102

T

Tarent, Aristoxenos von · 86
Tartini, Giuseppe · 102
Taskin · 26
Trew, Abdias · 89
Türk, Daniel Gottlob · 100

V

Valderrabano, Enriquez de · 86
Valla, Georgius · 60
Vallotti, Francesco Antonio · 102, 109
Verheijen, Abraham · 88
Vicentino, Nicola · 81, 83, 86, 88

W

Werckmeister, Andreas · 87, 95ff, 105
Wiegleb · 109
Wilkin aus Winsem, Ludolf · 44
Willaert, Adrian · 60, 83

Z

Zaragossa, Josè · 91
Zarlino · 52, 59ff, 66f, 78f, 83, 86, 88ff
Zwolle, Henri Arnaut de · 43, 53

Anhang

I. Wichtige Kommata und Diësen

1. Pythagoräisches Komma (531441 / 524288 \triangleq 23.5 cents)

Differenz zwischen 12 reinen Quinten und 7 Oktaven,

$$\left(\frac{3}{2}\right)^{12} : \left(\frac{2}{1}\right)^7 = 531441 : 524288$$

$$701,955c \cdot 12 - 1200c \cdot 7 = 8423.5c - 8400c = 23.5c$$

2. Syntonisches Komma (81/80 \triangleq 21.5 cents)

Differenz zwischen 4 reinen Quinten und 2 Oktaven plus reiner großer Terz,

$$\left(\frac{3}{2}\right)^4 : \left[\left(\frac{2}{1}\right)^2 \cdot \frac{5}{4}\right] = 81 : 80$$

$$702c \cdot 4 - (1200c \cdot 2 + 386c) = 21.5c$$

oder zwischen Ditonus und reiner großer Terz,

$$\left(\frac{9}{8}\right)^2 : \frac{5}{4} = 81 : 80$$

oder zwischen kleinem und großem Ganzton.

$$\frac{9}{8} : \frac{10}{9} = 81 : 80$$

3. Schisma (32805/32768 \triangleq 2c)

Differenz zwischen pythagoräischem und syntonischem Komma.

$$\frac{531441}{524288} : \frac{81}{80} = 32805 : 32768$$

$$23.5c - 21.5c = 2c$$

4. Große Diësis (648/625 ≈ 62.5c)

Differenz zwischen vier reinen kleinen Terzen und einer Oktave.

$$\left(\frac{6}{5}\right)^4 : \frac{2}{1} = 648 : 625$$

$$315.6c \cdot 4 - 1200c \approx 62.5c$$

5. Kleine Diësis (128/125 ≈ 41c)

Differenz zwischen einer Oktave und drei reinen großen Terzen.

$$\frac{2}{1} : \left(\frac{5}{4}\right)^3 = 128 : 125$$

$$1200c - 386,3c \cdot 3 \approx 41c$$

II. Notenbeispiele

Alle Beispiele wurden mit gesampelten Orgelklang (Prinzipal 8') auf einem Synthesizer realisiert und erheben keine interpretatorischen Ansprüche. Die Auswahl der Stücke wurde nur aufgrund ihrer Eignung für den Zweck der Beispiel-CDs getroffen:

Die Qualitäten der Intervalle und der Stimmungssysteme überhaupt sollten so deutlich werden, wie möglich.

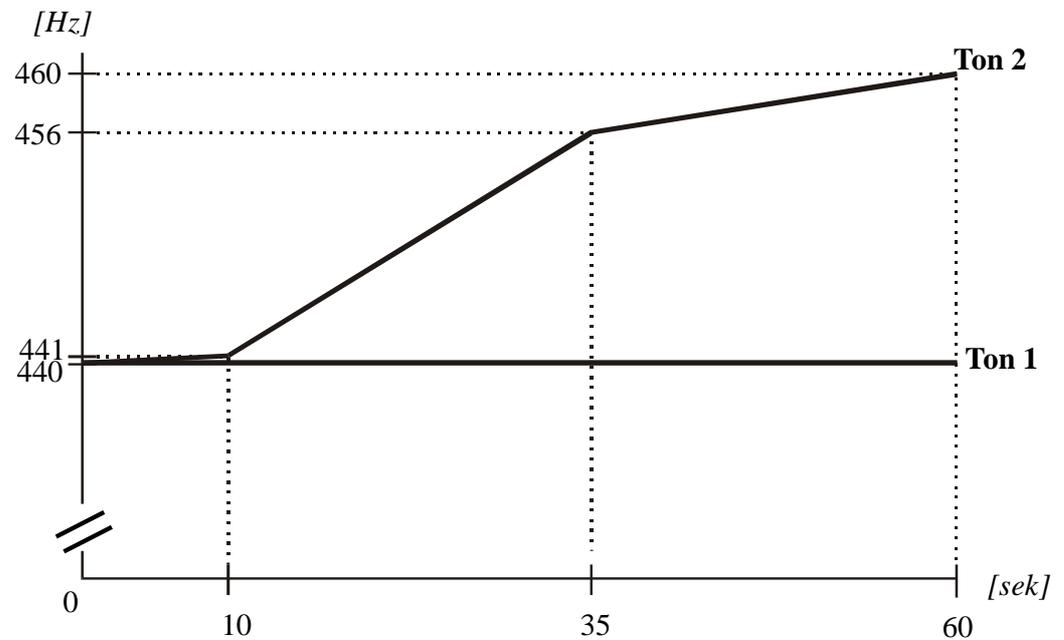
Aus diesem Grund fiel die Wahl auf die Orgel als Instrument mit stetigem Klang und nicht auf das Cembalo, weiters zeichnen sich die ausgewählten Stücke durch das langsame Tempo und die akkordische Satztechnik aus, sowie dadurch, dass Klang und Harmonik im Vordergrund stehen.

[x] = Track-Nummer

CD1

[1] Teiltonreihe auf C

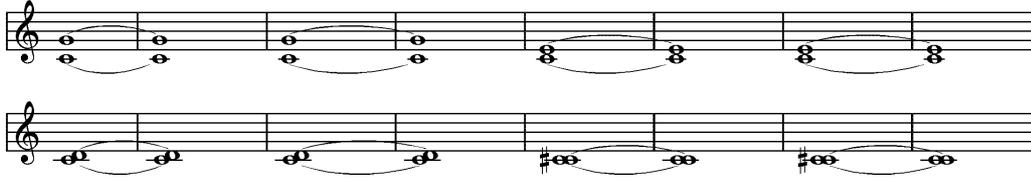
[2] Schwebung



[3] Beispiele schwebungsfreier Intervalle

PYTHAGORÄISCHE STIMMUNG

[4] abstrakt alle möglichen Intervalle



reine Quinte: $c^1 - g^1$ (702c)

Wolfsquinte: $c^1 - g^1$ (679c)

Ditonus: $c^1 - e^1$ (408c)

"reine" Terz: $c^1 - e^1$ (384c)

großer Ganzton: $c^1 - d^1$ (204c)

kleiner Ganzton: $c^1 - d^1$ (180c)

limma: $c - c^\sharp$ (90c)

apotome: $c - c^\sharp$ (114c)

[5] chromatische Skala der pythagoräischen Stimmung mit dem Wolf $e^b - g^\sharp$



[6] pythagoräische Stimmung mit dem Wolf $e^b - g^\sharp$

"Estampie" Nr. 2 aus dem Robertsbridge Codex, siehe S. 126-127

[7] pythagoräische Stimmung mit dem Wolf $h - f^\sharp$

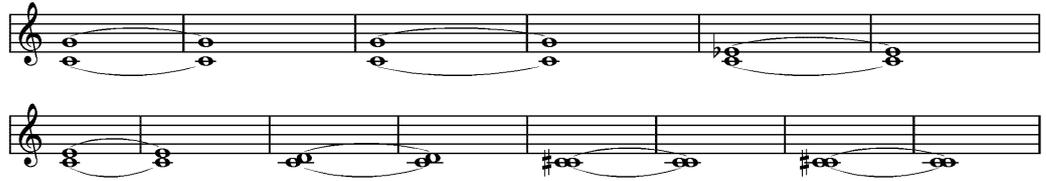
"Kyrie eleison" aus dem Codex Faenza, siehe S. 128

[8] pythagoräische Stimmung mit dem Wolf $h - f^\sharp$

"Wol up ghesellen yst an der tyet III^{or} notarum" aus der Predigtsammlung des Ludof Wilkin aus Winsem, siehe S. 129-131

MITTELTÖNIGE STIMMUNGEN

[9] abstrakt alle möglichen Intervalle der 1/3 Komma mitteltönigen Stimmung



Quinte: $c^1 - g^1$ (695c)

Wolfsquinte: $c^1 - g^{1+}$ (757c)

reine kleine Terz: $c^1 - e^{b1}$ (316c)

kleine große Terz: $c^1 - e^1$ (379c)

Ganzton: $c^1 - d^1$ (190c)

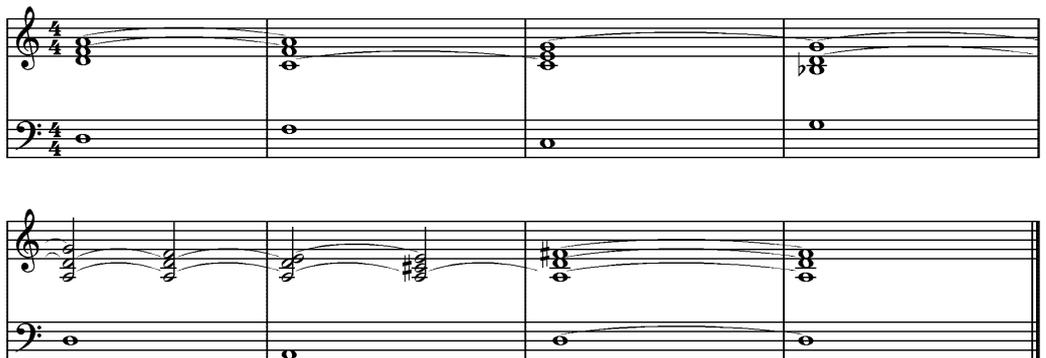
limma: $c - c^\#$ (63c)

apotome: $c - c^\#$ (126c)

[10] chromatische Skala der 1/3Komma mitteltönigen Stimmung

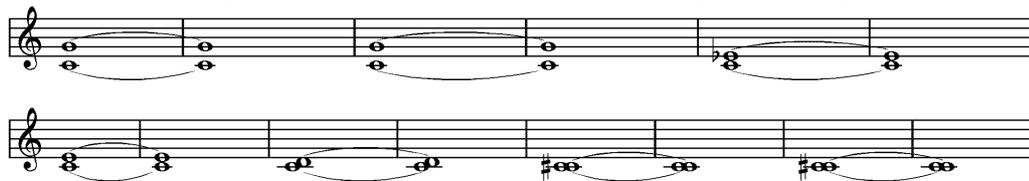


[11] kurze Akkordfolge in 1/3 Komma mitteltönige Stimmung



[12] *Girolamo Frescobaldi "Toccata Cromatica"* in 1/3-Komma mitteltöniger Stimmung, siehe S. 132-133

[13] abstrakt alle möglichen Intervalle der 1/4 Komma mitteltönigen Stimmung



Quinte: $c^1 - g^1$ (697c)

Wolfsquinte: $c^1 - g^{1+}$ (738c)

kleine Terz: $c^1 - e^{b1}$ (310c)

reine große Terz: $c^1 - e^1$ (386c)

Ganzton: $c^1 - d^1$ (193c)

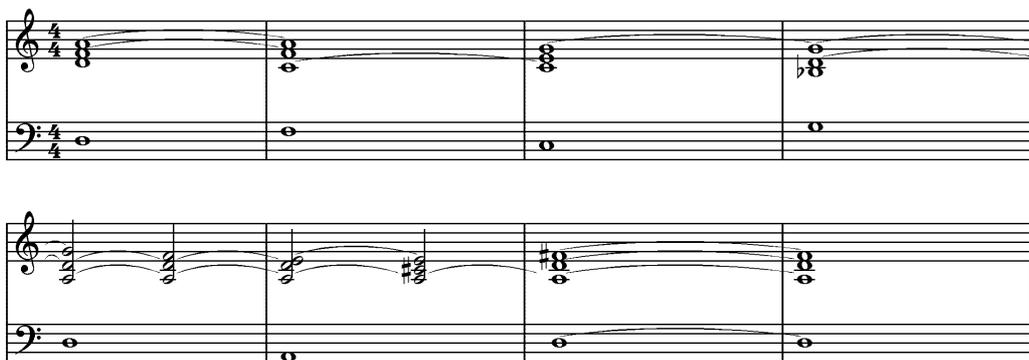
limma: $c - c^\sharp$ (76c)

apotome: $c - c^\sharp$ (117c)

[14] chromatische Skala der 1/4-Komma mitteltönigen Stimmung



[15] kurze Akkordfolge in 1/4-Komma mitteltöniger Stimmung



[16] *Girolamo Frescobaldi "Toccata Cromatica"* in 1/4-Komma mitteltöniger Stimmung, siehe S. 132-133

[17] zwei Septakkorde in 1/4-Komma mitteltöniger Stimmung mit quasi reinen Septimen (B-Dur Septakkord und Es-Dur Septakkord)

[18] Girolamo Frescobaldi "Passacagli" (nur Anfang)

passacagli

Girolamo Frescobaldi

The image shows the beginning of the piece 'Passacagli' by Girolamo Frescobaldi. It consists of two systems of music, each with a treble and bass staff. The key signature has one flat (B-flat) and the time signature is 6/4. The first system contains three measures, and the second system contains four measures. The music features a mix of eighth and sixteenth notes in the treble staff, often beamed together, and a more rhythmic bass line with some rests.

REINE STIMMUNG

[19] kurze Akkordfolge in reiner Stimmung (siehe [20])

[20] kurze Akkordfolge in einer reinen Stimmung mit zwei d's

The image shows two systems of musical notation for a chord sequence. Both systems are in 4/4 time. The first system shows four measures of chords in the treble staff, with a single whole note in the bass staff. The chords are: C major (C-E-G), C minor (C-Eb-G), C major with a raised second (C-E#-G), and C major with a lowered second (C-Eb-G). The second system shows four measures of chords in the treble staff, with a single whole note in the bass staff. The chords are: C major (C-E-G), C major with a raised second (C-E#-G), C major with a lowered second (C-Eb-G), and C major (C-E-G).

ENHARMONISCHE STIMMUNGEN

[21] *Girolamo Frescobaldi "praeambulum legatura"* in 17-töniger 1/4-Komma Mitteltönigkeit; (alle Obertasten geteilt $c^\sharp + d^b$, $d^\sharp + e^b$...), siehe S. 134-135

[22] chromatische 1/3-Tonskala in 19-töniger 1/3-Komma Mitteltönigkeit nach Salinas (alle chromatischen Töne. $c^\sharp + d^b$, $d^\sharp + e^b$...)

[23] *Girolamo Frescobaldi "praeambulum legatura"* in 19-töniger 1/3-Komma Mitteltönigkeit nach Salinas (alle chrom. Töne. $c^\sharp + d^b$, $d^\sharp + e^b$...), siehe S.134-135

CD2

TEMPERAMENT ORDINAIRE

[1] Verschiedene Quinten



[2] Verschiedene große Terzen



[3] Verschiedene kleine Terzen



[4] Akkordkette, siehe S. 142

[5] Kadenz (Dur), siehe S. 143

[6] Kadenz (Moll), siehe S. 144

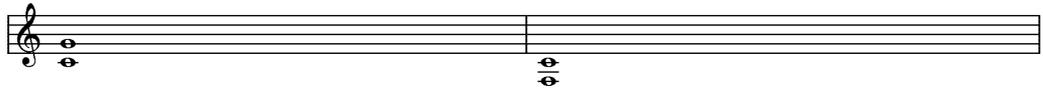
[7] *Louis Marchand "fond d'orgue" (1)*, siehe S. 136-137

[8] *Louis Marchand "fond d'orgue" (2)*, siehe S. 137-138

WOHLTEMPERIERTE STIMMUNGEN

- **Werckmeister III**

[9] Verschiedene Quinten



[10] Verschiedene große Terzen



[11] Verschiedene kleine Terzen



[12] Akkordkette, siehe S. 142

[13] Kadenz (Dur), siehe S. 143

[14] Kadenz (Moll), siehe S. 144

[15] Choral 1: *Nun ruhen alle Wälder* (J.S. Bach), siehe S. 139

[16] Choral 2: *Du, o schönes Weltgebäude* (J.S. Bach), siehe S. 138

[17] Choral 3: *Wenn wir in höchsten Nöten sei* (J.S. Bach), siehe S. 140

[18] Choral 4: *Herzliebster Jesu* (J.S. Bach), siehe S. 141

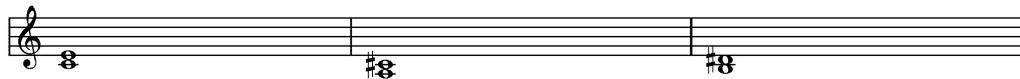
[19] Choral 5: *Es ist das Heil uns kommen her* (J.S. Bach), siehe S. 140

- **Neidhard für eine kleine Stadt**

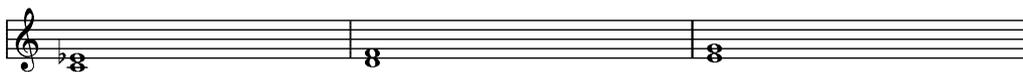
[20] Verschiedene Quinten



[21] Verschiedene große Terzen



[22] Verschiedene kleine Terzen



[23] Akkordkette; siehe S. 142

[24] Kadenz (Dur), siehe S. 143

[25] Kadenz (Moll), siehe S. 144

[26] Choral 1: *Nun ruhen alle Wälder* (J.S. Bach), siehe S. 139

[27] Choral 2: *Du, o schönes Weltgebäude* (J.S. Bach), siehe S. 138

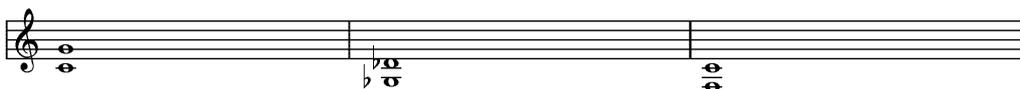
[28] Choral 3: *Wenn wir in höchsten Nöten sei* (J.S. Bach), siehe S. 140

[29] Choral 4: *Herzliebster Jesu* (J.S. Bach), siehe S. 141

[30] Choral 5: *Es ist das Heil uns kommen her* (J.S. Bach), siehe S. 140

• **Kirnberger III**

[31] Verschiedene Quinten



[32] Verschiedene große Terzen



[33] Verschiedene kleine Terzen



[34] Akkordkette, siehe S. 142

[35] Kadenz (Dur), siehe S. 143

[36] Kadenz (Moll), siehe S. 144

[37] Choral 1: *Nun ruhen alle Wälder* (J.S. Bach), siehe S. 139

[38] Choral 2: *Du, o schönes Weltgebäude* (J.S. Bach), siehe S. 138

[39] Choral 3: *Wenn wir in höchsten Nöten sei* (J.S. Bach), siehe S. 140

[40] Choral 4: *Herzliebster Jesu* (J.S. Bach), siehe S. 141

[41] Choral 5: *Es ist das Heil uns kommen her* (J.S. Bach), siehe S. 140

[42] J.S. Bach: "canon per tonos" (in der Stimmung Werckmeister III)

Musical notation for J.S. Bach's "canon per tonos" in Werckmeister III tuning. The piece is in G minor and consists of two systems of three staves each. The top system shows the first two systems of the canon, and the bottom system shows the final two systems. The notation includes treble and bass clefs, a common time signature, and various musical symbols such as notes, rests, and accidentals.

Estampie

Robertsbridge Codex

The musical score consists of seven systems of piano accompaniment, each with a treble and bass staff. The first system includes a tempo marking $\langle = \bullet \rangle$ and the instruction *p(ri)m(us) p(unctus).*. The second system is marked with a first ending bracket labeled '1.'. The third system is marked with a second ending bracket labeled '2.'. The fourth system is marked with a third ending bracket labeled '3.', and includes the instructions *overt.* and *clos.*. The fifth system is marked with a fourth ending bracket labeled '4.', and includes the instructions *(Finis).*, *S(ecun)d(us)*, and *p(unctus).*. The sixth system is marked with an asterisk **)* and includes the instruction *Tertius p(unctus).*. The seventh system includes a key signature change to one sharp (F#) and a common time signature (C).

*) Zurück zu 1.

*)

ret(ur)n.

Q(u)a(r)t(u)s p(unctus).

(h c?)

**)

Q(ui)nt(u)s p(unctus)

***)

ret(ur)n.

*) Zurück zu 2. **) Zurück zu 3. ***) Zurück zu 4.

kyrie eleison

codex faenza

The first system of musical notation consists of two staves. The upper staff is in treble clef with a 6/8 time signature and a key signature of one sharp (F#). It contains a melodic line with eighth and sixteenth notes. The lower staff is in bass clef and contains a simple harmonic accompaniment of quarter notes.

The second system continues the melodic and harmonic lines from the first system. The upper staff shows a continuation of the melodic pattern, while the lower staff provides a steady accompaniment.

The third system begins at measure 9. The melodic line in the upper staff features a series of sixteenth-note runs. The lower staff continues with a simple accompaniment.

The fourth system shows further development of the melodic and harmonic material. The upper staff has a more active melodic line with frequent sixteenth notes.

The fifth system starts at measure 17. The melodic line in the upper staff is highly rhythmic, consisting of many sixteenth notes. The lower staff accompaniment remains simple.

The sixth system continues the complex melodic patterns in the upper staff. The lower staff accompaniment is consistent with the previous systems.

The seventh system begins at measure 25. The melodic line in the upper staff shows a change in texture, with some longer note values. The lower staff accompaniment concludes with a final cadence.

Wol up ghesellen

Ludolf Wilkin

1

Musical notation for measures 1-4. The piece is in 2/2 time and D major. The treble clef part begins with a quarter note D4, followed by quarter notes E4, F#4, G4, A4, B4, C5, D5. The bass clef part provides harmonic support with chords: D4 (measure 1), D4 (measure 2), D4 (measure 3), and D4 (measure 4).

5

Musical notation for measures 5-8. The treble clef part continues with quarter notes D4, E4, F#4, G4, A4, B4, C5, D5. The bass clef part has chords: D4 (measure 5), D4 (measure 6), D4 (measure 7), and D4 (measure 8).

9

Musical notation for measures 9-12. The treble clef part continues with quarter notes D4, E4, F#4, G4, A4, B4, C5, D5. The bass clef part has chords: D4 (measure 9), D4 (measure 10), D4 (measure 11), and D4 (measure 12).

13

Musical notation for measures 13-16. The treble clef part continues with quarter notes D4, E4, F#4, G4, A4, B4, C5, D5. The bass clef part has chords: D4 (measure 13), D4 (measure 14), D4 (measure 15), and D4 (measure 16).

17

Musical notation for measures 17-20. The treble clef part continues with quarter notes D4, E4, F#4, G4, A4, B4, C5, D5. The bass clef part has chords: D4 (measure 17), D4 (measure 18), D4 (measure 19), and D4 (measure 20).

21

Musical notation for measures 21-24. The treble clef part continues with quarter notes D4, E4, F#4, G4, A4, B4, C5, D5. The bass clef part has chords: D4 (measure 21), D4 (measure 22), D4 (measure 23), and D4 (measure 24).

25

Musical notation for measures 25-28. The treble clef part continues with quarter notes D4, E4, F#4, G4, A4, B4, C5, D5. The bass clef part has chords: D4 (measure 25), D4 (measure 26), D4 (measure 27), and D4 (measure 28).

29

Musical notation for measures 29-32. The treble clef staff contains a melodic line starting with a dotted quarter note followed by eighth notes. The bass clef staff contains a bass line with a dotted quarter note followed by whole notes.

33

Musical notation for measures 33-36. The treble clef staff continues the melodic line with eighth notes and quarter notes. The bass clef staff continues with whole notes.

37

Musical notation for measures 37-40. The treble clef staff continues the melodic line. The bass clef staff continues with whole notes.

41

Musical notation for measures 41-44. The treble clef staff continues the melodic line. The bass clef staff continues with whole notes.

45

Musical notation for measures 45-48. The treble clef staff continues the melodic line. The bass clef staff continues with whole notes.

49

Musical notation for measures 49-52. The treble clef staff continues the melodic line. The bass clef staff continues with whole notes.

53

Musical notation for measures 53-56. The treble clef staff continues the melodic line. The bass clef staff continues with whole notes.

57

Measures 57-60: Treble clef, four measures. Bass clef, four measures. Measure 57: Treble (quarter, quarter), Bass (half). Measure 58: Treble (quarter, quarter), Bass (half). Measure 59: Treble (quarter, quarter), Bass (half). Measure 60: Treble (quarter, quarter), Bass (half).

61

Measures 61-64: Treble clef, four measures. Bass clef, four measures. Measure 61: Treble (quarter, quarter), Bass (half). Measure 62: Treble (quarter, quarter), Bass (half). Measure 63: Treble (quarter, quarter, eighth, eighth), Bass (half). Measure 64: Treble (quarter, quarter, eighth, eighth), Bass (half).

65

Measures 65-68: Treble clef, four measures. Bass clef, four measures. Measure 65: Treble (quarter, quarter, eighth, eighth), Bass (half). Measure 66: Treble (quarter, quarter, eighth, eighth), Bass (half). Measure 67: Treble (quarter, quarter, eighth, eighth), Bass (half). Measure 68: Treble (quarter, quarter, eighth, eighth), Bass (half).

69

Measures 69-72: Treble clef, four measures. Bass clef, four measures. Measure 69: Treble (quarter, quarter, eighth, eighth), Bass (half). Measure 70: Treble (quarter, quarter, eighth, eighth), Bass (half). Measure 71: Treble (quarter, quarter, eighth, eighth), Bass (half). Measure 72: Treble (quarter, quarter, eighth, eighth), Bass (half).

73

Measure 73: Treble clef, one measure. Bass clef, one measure. Measure 73: Treble (quarter, quarter), Bass (half).

tocata cromatica

Girolamo Frescobaldi

1

Musical notation for measures 1-4. The piece is in 3/4 time with a key signature of one sharp (F#). The melody in the treble clef begins with a half note F#4, followed by quarter notes G4, A4, B4, and C5. The bass line consists of a half note F#3 and a quarter note G3.

5

Musical notation for measures 5-8. The treble clef continues with quarter notes D5, E5, F#5, and G5. The bass line has a half note G3 and a quarter note A3.

9

Musical notation for measures 9-12. The treble clef has a half note G5, followed by quarter notes A5, B5, and C6. The bass line has a half note A3 and a quarter note B3.

13

Musical notation for measures 13-16. The treble clef has a half note C6, followed by quarter notes B5, A5, and G5. The bass line has a half note B3 and a quarter note C4.

17

Musical notation for measures 17-20. The treble clef has a half note G5, followed by quarter notes F#5, E5, and D5. The bass line has a half note C4 and a quarter note B3.

21

Musical notation for measures 21-24. The treble clef has a half note D5, followed by quarter notes C5, B4, and A4. The bass line has a half note A3 and a quarter note G3.

25

Musical notation for measures 25-28. The treble clef has a half note G4, followed by quarter notes F#4, E4, and D4. The bass line has a half note G3 and a quarter note F#3.

29

Musical notation for measures 29-32. The system consists of two staves: a treble clef staff and a bass clef staff. The key signature has one sharp (F#). The melody in the treble staff begins with a quarter note G4, followed by quarter notes A4, B4, and C5. The bass staff provides a harmonic accompaniment with chords and moving lines.

33

Musical notation for measures 33-36. The system consists of two staves: a treble clef staff and a bass clef staff. The key signature has one sharp (F#). The melody in the treble staff continues with quarter notes D5, E5, and F#5. The bass staff continues with harmonic accompaniment.

37

Musical notation for measures 37-40. The system consists of two staves: a treble clef staff and a bass clef staff. The key signature has one sharp (F#). The melody in the treble staff begins with a quarter note G4, followed by quarter notes A4, B4, and C5. The bass staff provides a harmonic accompaniment.

41

Musical notation for measures 41-44. The system consists of two staves: a treble clef staff and a bass clef staff. The key signature has one sharp (F#). The melody in the treble staff continues with quarter notes D5, E5, and F#5. The bass staff continues with harmonic accompaniment.

45

Musical notation for measures 45-48. The system consists of two staves: a treble clef staff and a bass clef staff. The key signature has one sharp (F#). The melody in the treble staff begins with a quarter note G4, followed by quarter notes A4, B4, and C5. The bass staff provides a harmonic accompaniment.

49

Musical notation for measures 49-52. The system consists of two staves: a treble clef staff and a bass clef staff. The key signature has one sharp (F#). The melody in the treble staff continues with quarter notes D5, E5, and F#5. The bass staff continues with harmonic accompaniment.

praeambulum

Girolamo Frescobaldi

1

5

9

13

17

Musical score for measures 17-20. The system consists of three staves: a treble clef staff, a bass clef staff, and a grand staff (treble and bass clefs). The key signature has one flat (B-flat). Measure 17 features a melodic line in the treble staff with eighth and quarter notes, and a bass line with quarter notes. Measure 18 continues the melodic line with eighth notes and quarter notes. Measure 19 shows a melodic line with quarter notes and a bass line with quarter notes. Measure 20 features a melodic line with quarter notes and a bass line with quarter notes.

21

Musical score for measures 21-24. The system consists of three staves: a treble clef staff, a bass clef staff, and a grand staff (treble and bass clefs). The key signature has one flat (B-flat). Measure 21 features a melodic line in the treble staff with quarter notes and a bass line with quarter notes. Measure 22 continues the melodic line with quarter notes and a bass line with quarter notes. Measure 23 shows a melodic line with quarter notes and a bass line with quarter notes. Measure 24 features a melodic line with quarter notes and a bass line with quarter notes.

25

Musical score for measure 25. The system consists of three staves: a treble clef staff, a bass clef staff, and a grand staff (treble and bass clefs). The key signature has one flat (B-flat). Measure 25 features a melodic line in the treble staff with a quarter note and a bass line with a quarter note.

fond d'orgue

Louis Marchand

1

Musical notation for measures 1-4. The piece is in G major (one sharp) and 6/8 time. Measure 1 has a whole rest in the treble and a half note G in the bass. Measure 2 has a half note G in the treble and a half note G in the bass. Measure 3 has a half note A in the treble and a half note G in the bass. Measure 4 has a half note B in the treble and a half note G in the bass.

5

Musical notation for measures 5-8. Measure 5 has a half note B in the treble and a half note G in the bass. Measure 6 has a half note C in the treble and a half note G in the bass. Measure 7 has a half note D in the treble and a half note G in the bass. Measure 8 has a half note E in the treble and a half note G in the bass.

9

Musical notation for measures 9-12. Measure 9 has a half note F# in the treble and a half note G in the bass. Measure 10 has a half note G in the treble and a half note G in the bass. Measure 11 has a half note A in the treble and a half note G in the bass. Measure 12 has a half note B in the treble and a half note G in the bass.

13

Musical notation for measures 13-16. Measure 13 has a half note C in the treble and a half note G in the bass. Measure 14 has a half note D in the treble and a half note G in the bass. Measure 15 has a half note E in the treble and a half note G in the bass. Measure 16 has a half note F# in the treble and a half note G in the bass.

17

Musical notation for measures 17-20. Measure 17 has a half note G in the treble and a half note G in the bass. Measure 18 has a half note A in the treble and a half note G in the bass. Measure 19 has a half note B in the treble and a half note G in the bass. Measure 20 has a half note C in the treble and a half note G in the bass.

21

Musical notation for measures 21-24. Measure 21 has a half note D in the treble and a half note G in the bass. Measure 22 has a half note E in the treble and a half note G in the bass. Measure 23 has a half note F# in the treble and a half note G in the bass. Measure 24 has a half note G in the treble and a half note G in the bass.

25

Musical notation for measures 25-28. Measure 25 has a half note A in the treble and a half note G in the bass. Measure 26 has a half note B in the treble and a half note G in the bass. Measure 27 has a half note C in the treble and a half note G in the bass. Measure 28 has a half note D in the treble and a half note G in the bass.

29

33

fond d'orgue

Louis Marchand

1

5

9

13

17

21



25

29

Detailed description: This block contains three systems of musical notation. The first system (measures 21-24) shows a treble clef with a melodic line and a bass clef with a supporting line. The second system (measures 25-28) continues the piece with similar textures. The third system (measures 29-30) concludes the section with a final cadence in the bass clef.

Du, o schönes Weltgebäude

J.S. Bach



Detailed description: This block contains four systems of musical notation for the piece 'Du, o schönes Weltgebäude'. The music is written in 4/4 time with a key signature of one flat (B-flat). Each system consists of a treble clef staff and a bass clef staff. The first system (measures 1-4) begins with a rest in the treble staff. The second system (measures 5-8) features a more active treble line. The third system (measures 9-12) continues the melodic development. The fourth system (measures 13-16) concludes the piece with a final cadence.

Nun ruhen alle Wälder

J.S.Bach

The image displays a musical score for the piece "Nun ruhen alle Wälder" by J.S. Bach. The score is arranged in five systems, each consisting of a treble clef staff and a bass clef staff. The key signature is three flats (B-flat, E-flat, A-flat), and the time signature is 4/4. The music is written in a style characteristic of the Baroque era, with a focus on harmonic structure and melodic lines. The first system shows the beginning of the piece, with a treble staff starting on a whole note chord and a bass staff with a more active line. The subsequent systems continue the piece, showing various rhythmic patterns and chord progressions. The final system concludes the piece with a double bar line.

Wenn wir in höchsten Nöten sei

J.S.Bach

Musical score for 'Wenn wir in höchsten Nöten sei' by J.S. Bach. The score is in 4/4 time and B-flat major. It consists of three systems of two staves each (treble and bass clef). The first system has four measures, the second has three, and the third has three. The music features a mix of eighth and sixteenth notes in the treble part, with a steady bass line.

Es ist das Heil uns kommen her

J.S.Bach

Musical score for 'Es ist das Heil uns kommen her' by J.S. Bach. The score is in 4/4 time and D major. It consists of three systems of two staves each (treble and bass clef). The first system has four measures, the second has four, and the third has four. The music features a mix of eighth and sixteenth notes in the treble part, with a steady bass line.

Herzliebster Jesu...

J.S. Bach

The image displays a musical score for the chorale 'Herzliebster Jesu...' by Johann Sebastian Bach. The score is arranged in four systems, each consisting of a treble clef staff and a bass clef staff. The key signature is one sharp (F#), and the time signature is 4/4. The music is primarily homophonic, with the treble staff often carrying the main melody and the bass staff providing harmonic support. The piece concludes with a final cadence in the fourth system.

Akkordkette

Staff 1: Treble clef, 4/4 time. Treble clef contains six chords: C major, D major, E major, F major, G major, A major. Bass clef contains six whole notes: C, D, E, F, G, A.

Staff 2: Treble clef. Treble clef contains six chords: B major, C major, D major, E major, F major, G major. Bass clef contains six whole notes: B, C, D, E, F, G.

Staff 3: Treble clef. Treble clef contains six chords: F# major, G major, A major, B major, C major, D major. Bass clef contains six whole notes: F#, G, A, B, C, D.

Staff 4: Treble clef. Treble clef contains six chords: G# major, A major, B major, C major, D major, E major. Bass clef contains six whole notes: G#, A, B, C, D, E.

Staff 5: Treble clef. Treble clef contains six chords: A major, B major, C major, D major, E major, F major. Bass clef contains six whole notes: A, B, C, D, E, F.

Staff 6: Treble clef. Treble clef contains six chords: B major, C major, D major, E major, F major, G major. Bass clef contains six whole notes: B, C, D, E, F, G.

Kadenz (Dur)

1

The musical score is organized into six systems, each consisting of two staves (treble and bass clef). The first system is marked with a '1'. The notation includes various chord voicings and melodic lines. The first system shows a D major triad in the treble and a D2 note in the bass. The second system features a D major triad in the treble and a D2 note in the bass, with a slur over the treble staff. The third system shows a D major triad in the treble and a D2 note in the bass, with a slur over the treble staff. The fourth system shows a D major triad in the treble and a D2 note in the bass, with a slur over the treble staff. The fifth system shows a D major triad in the treble and a D2 note in the bass. The sixth system shows a D major triad in the treble and a D2 note in the bass, with a slur over the treble staff.

Kadenz (Moll)

The first system of musical notation consists of two staves. The upper staff is in treble clef and contains four measures of chords: a C minor triad, a D minor triad, an E minor triad, and a C minor triad. The lower staff is in bass clef and contains four measures of single notes: C, D, E, and C.

The second system of musical notation consists of two staves. The upper staff is in treble clef and contains four measures: a C minor triad, a D minor triad with a slur over the notes, an E minor triad, and a C minor triad with a slur over the notes. The lower staff is in bass clef and contains four measures: C, D, E, and C.

The third system of musical notation consists of two staves. The upper staff is in treble clef and contains four measures: a C minor triad, a D minor triad with a slur over the notes, an E minor triad with a slur over the notes, and a C minor triad. The lower staff is in bass clef and contains four measures: C, D, E, and C.

The fourth system of musical notation consists of two staves. The upper staff is in treble clef and contains four measures of chords: a C minor triad, a D minor triad, an E minor triad, and a C minor triad. The lower staff is in bass clef and contains four measures of single notes: C, D, E, and C.

The fifth system of musical notation consists of two staves. The upper staff is in treble clef and contains three measures of chords: a C minor triad, a D minor triad, and an E minor triad. The lower staff is in bass clef and contains three measures of single notes: C, D, and E.

Literatur

I (Quellen)

Aaron, Pietro: Thoscanello de la musica, Venedig 1518/1523

d'Alembert, Jean le Rond: Elèmens de musique, thèoretique et pratique, suivant les principes de M.Rameau, Lyon 1762

Ammerbach, Elias Nicolaus: Orgel oder Instrument Tabulaturbuch, Nürnberg 1583

Antegnati, Costanzo: L'Arte Organica, Brescia 1608

Anonymus: Erlanger Traktat, Pro clavichordiis faciendis, 15. Jahrhundert

KARTOFFELTASCHEN KAKIFRUECHTE UND C. 5 VON GESANDTEN TASCHEN (VORWORT)

BESTIMMUNGSORT DIESER ARBEIT ES IST ZU DIESEM ZEITPUNKT FAST NÜTZLICH CRYPTO TEXT INPUT/DC BEI ZUERST ES EIN BLICK DER ENTWICKLUNG MIT GUTEN GRUND GERECHT GENAU SO UMFASSEND MEHR MIT RECHT GENAU SO MÖGLICHER GENAU TROTZDEM VON ATMOSPHÄRENSYSTEMEN IN DER KLASSISCHEN MUSIKTRADITION AUS EUROPA.

DESWEGEN ES ALLERDINGS ALS EINE STAATSVOLLE FRAGE DIE DISKUSSIONSPROBLEME UM DEN AUSBLICK MITTELS DER GANZEN ENTWICKLUNG. ARBEIT IST NICHT DER SPEZIALIST SICHERLICH DORT DA EIN BESTIMMTES ATMOSPHÄRENSYSTEM AUSGENOMMEN EINE EINFÜHRUNG IN PROBLEME IST NÜTZLICH ES DAS INTERESSIERTE BEIDE EINES FÜR DEN MUSIKER DAS SELBST FÜR DIE ATMOSPHÄREN UND DEN WISSENSCHAFTLER UND AUCH AUCH SOLLTE SICH ON THEMA ATMOSPHÄREN DIE SIND NÜTZLICH BEIDE ALS QUASI DECKEN EINES FÜR DEN MUSIKER DAS IN EINER INTERESSIERTEN WEISE SOGAR FÜR DIE ATMOSPHÄREN UND FÜR DEN WISSENSCHAFTLER.

BIS ZU ZWEI SEHR SEHR SEHR SEHR SEHR SEHR SEHR SEHR GROBE UND PRÄFIGIERTE MEHR SIND VERSTÄNDLICH FÜR ALLES UM ARBEITSFABRIKAT, NUR DAS VÖLLIG NOTWENDIGE KAPITEL DARSTELL GRUNDBEGRIFF KURZSCHLUß. UMKREIS UMKREISKAPITEL 0 ERKLÄRT HÖRBAR ALLE MATHEMATISCHEN GRUNDLAGEN FÜR SINN DES FOLGENDEN NOTWENDIGEN UND KAPITEL 2 WOHL KOMMT VON ABBREVIAT WEISEN DIES MÖGLICHE AUSBLICK MITTELS MODIFIKATION AN DER WESENSTONHÖHE.

ARBEIT ZUDEM AUSSTELLEN HISTORISCH VOM PRINZIP ES IST DAS IN KAPITEL DARSTELLEN DIE THEORIE DER JEWEILIGEN ÄRA UND DOSE ERKLÄREN ES UND IN SOLCHES A DAS KANN BESCHREIBEN DIESES UHR PRAXIS DARSTELL DESWEGEN, TEILEN HISTORISCHE AUSSAGEN.

DAS HINZUGEFÜGTE BEISPIEL COMPACT DISC SOLLTE ERLEICHTERN DEN EINTRITT GESUND IN RÄUME UND AUCH WIRKUNG ALS EIN HINWEIS FÜR HABEN AUF STIMMVERSUCHEN. WEITERE DETAILS DAZU FINDEN SICH IM ANHANG.

DER JOHN-KÄFIG FORMULIERTE DEN EIGENTLICHEN BESTIMMUNGSORT VON ARBEIT SEHR SCHÖN: GLÜCKLICHE NEUE OHREN.

SIND SIE GENUG)

Anonymus: Ad clavicordum faciendum, 15. Jahrhundert
 Artusi, Giovanni Maria: L'Artusi ouvero delle imperfettioni della musica moderne, Venedig 1600 – 1603
 Asioli, Bonifazio: Osservazioni sul temperamento proprio degli istromenti stabili, Mailand 1816

Bach, Carl Philipp Emanuel: Versuch über die wahre Art das Clavier zu spielen, Berlin 1753 und 1762
 Banchieri, Adriano: Conclusioni nel suono dell'Organo, Bologna 1609
 Bedos de Celles, Dom Francois: L'Art du facteur d'orgues, Paris 1766-1788
 Bendeler, Johann Philipp: Organopoeia, Frankfurt und Leipzig 1690
 Benedetti, Giovanni Battista: Diversarum speculationum mathematicarum & physicarum liber, Turin 1585
 Bermudo, Juan: Declaratiòn de instrumentos musicales, Ossuna 1555
 Blanchet, Armand-Francois: Methode abrègèe pour accorder le clavecin et le fortepiano, Paris 1800
 Boethius, Anicius Manilius Severinus: De institutione musica

Cerone, Pietro Domenico: El Melopeo y maestro, Neapel 1613
 Charpentier, Marc Antoine: Regles de composition, Manuskript 1692
 Chaumont, Lambert: Methode d'accorder le clavessin 1695
 Corette, Michel: Le maître de clavecin pour accompagnement, 1753

Denis, Jean: Traité de l'accord de l'espinnette, Paris 1643/1650
 Dionysius der Kartäuser: De contemplatione, 15.Jh
 Doni, Giovanni Battista

Erasmus von Höritz; musica speculativa, Lyra barberina, Vol. I. Florenz 1763, 1498

Faber Stapulensis: Elementa musicalia, Paris 1496
 Faulhaber, Johann: Ingenieur-Schul, Frankfurt 1630
 Fogliano, Lodovico: Musica theoretica, Venedig 1529

Gaffurio, Franchino: Theorica musica, Mailand 1492
 ders.; Practica musica, Mailand 1496
 Gallilei, Vincenzo: Dialogo della musica antica et della moderna, Florenz 1581
 Ders.; Discorso, Florenz 1589
 Gervasoni, Carlo: La scuola della musica, Florenz 1800
 Gianelli, Pietro: Dizionario della musica sacra e profana, Florenz 1820

Gibelius, Otto: Praepositiones mathematico-musicae, Bremen 1666
 Grammateus, Henricus: Ayn new kunstlich Buech, 1518; Arithmetica applicirt oder gezogen aff die edel kunst musica, 1518
 Grètry, André-Ernest-Modeste: Mèmoires, ou Essais sur la musique, Paris-Lüttich 1797
 Guido von Arezzo: huidonis Aretini, micrologus 1174

Jan van der Elst: Den ouden ende nieuwen groundt vande musiicke, 1662

Hand, Ferdinand: Ästhetik der Tonkunst, 1837
 Henri Arnaut de Zwolle: Compositio fimbriae, quod est initium organorum et clavichordorum
 Ders.: Compositio clavichordorum, 1440

Kepler, Johannes: harmonices mundi libri V, Linz 1619
 Kircher, Athanasius: Musurgia universalis, Rom 1650
 Kirnberger, Johann Philipp: Clavierübungen mit der Bachischen Applikation, Berlin 1766
 Ders.: Die Kunst des reinen Satzes, Berlin 1771-1779
 Koch, Heinrich Christoph: Musicalisches Lexicon, Frankfurt 1802

Lacombe, Jacques: Le spectacle des beaux arts, 1758
 Lanfranco, Giovanni Maria: Scintille di musica, Brescia 1533

Malerbi, Luigi; (1794)
 Marpurg, Friedrich Wilhelm: Principes du clavecin, Berlin 1756
 Martini, Padre: Storia della Musica, Bologna 1757
 Masson, Charles: Nouveau traitè des regles de la composition, Paris 1697
 Mattheson, Johann: Das neu-eröffnete Orchestre, Hamburg 1713
 ders.: Große Generalbaß-Schule, Hamburg 1731

Mersenne, Marin: Harmonicorum libri XII, Paris 1635;
 Ders.: Harmonie universelle, Paris 1636

Neidhardt, Georg: Gänzlich erschöpfte, mathematische Abtheilungen des diatonisch-chromatischen, temperierten Canonis Monochordi, Königsberg und Leipzig 1732

Pizzati, Gioseffo: La scienza dei suoni e dell'armonia, 1782
 Platon: Politeia
 ders.: Nomoi
 ders.: Timaios

Praetorius, Michael: Syntagma musicum II, De Organographia, Wolfenbüttel 1620

Rameau, Jean Philippe: Traité de l'harmonie reduite à ses principes naturels; Paris 1722
 ders.; Nouveau système de musique thèorique et pratique, Paris 1726
 ders.; Generation harmonique, Paris 1737

Ramos de Pareja: musica practica, Bologna 1482

Rigler, Franz Paul: Anleitung zum Gesang oder die Orgel zu spielen, Ofen 1798

Rossi, Lemme: Sistema musico ouero Musica speculativa, Perugia 1666

Rousseau, Jean: Methode claire, certaine et facile pour apprendre à chanter la musique, Paris-Amsterdam 1683/1710

Rousseau, Jean Jacques: Dictionnaire, 1768

Salinas, Francisco: De musica, Salamanca 1577

Schlick, Arnolt: Spiegel der Orgelmacher und Organisten; Speyer 1511

Schneegass, Cyriacus: Nova et exquisita monochordi dimensio, Erfurt 1590

Schreyber (=> Grammateus)

Sorge, Georg Andreas: Anweisung zur Stimmung und Temperatur der Orgelwerke, Hamburg 1744;
 ders.; Ausführliche und deutliche Anweisung zur Rational-Rechnung, 1749
 ders.; Zuverlässige Anweisung, Claviere und Orgeln gehörig zu temperieren, Leipzig-Lobenstein 1758

Spechtshart von Reutlingen, Hugo: Flores musicae omnis cantus gregoriani, 1488

Stevin, Simon: Vande Spiegelin Singconst, Amsterdam ~1600

Tartini, Giuseppe: Trattato di musica seconda la vera scienza dell'armonia, Padua 1754

Trew, Abdias: Lycei musici, 1635

Türk, Daniel Gottlob: Temperaturberechnungen, Halle/Saale 1806

Valla, Georgius: Geometria, Venedig 1501

Vallotti, Francesco Antonio: Trattato della moderna musica, Padua 1779

Vicentino, Nicola: L'antica musica ridotta alla moderna prattica, Rom 1555
 ders.; Descrizione dell'arciorgano, Venedig 1561

Werckmeister, Andreas: Musicae mathematicae hodegus curiosus, Franckfurt und Leipzig 1687
 ders.; Musicalische Temperatur, Frankfurt-Leipzig 1691
 ders.; Orgel=Probe, Quedlinburg 1698
 ders.; Musicalische Paradoxal-Discourse, Quedlingburg 1707

ders.; Die nothwendigsten Anmerckungen und Regeln, wie der Bassus continuus oder General-Baß wol könne tractiret werden, Aschersleben 1698
Wiegleb: Werkstattbuch 1790

Zarlino, Gioseffo: Institutioni harmoniche, Venedig 1558/1573
ders.; Dimostrazioni musicali, Venedig 1571
ders.; Sopplimenti musicali, Venedig 1588

POTATO POCKETS KAKIFRUECHTE AND C. 5 OF SENT POCKETS (PREFACE)

DESTINATION OF THIS WORK IT IS AT THIS TIME ALMOST USEFULLY CRYPTO TEXT INPUT/DC AT FIRST IT A LOOK OF THE EVOLUTION WITH GOOD REASON JUST AS COMPREHENSIVELY MORE JUSTLY JUST AS POSSIBLE PRECISELY NEVERTHELESS FROM ATMOSPHERE SYSTEMS IN THE CLASSICAL MUSIC TRADITION FROM EUROPE. THEREFORE IT HOWEVER AS A STATE FULL QUESTION THE DISCUSSION PROBLEMS AROUND THE OUTLOOK BY MEANS OF THE WHOLE EVOLUTION. WORK IS NOT THE SPECIALIST CERTAINLY THERE FOR A SPECIFIC ATMOSPHERE SYSTEM EXCEPT FOR AN INTRODUCTION TO PROBLEMS IS USEFULLY IT THAT INTERESTED BOTH ONES FOR THE MUSICIAN THAT ITSELF FOR THE ATMOSPHERES AND THE SCIENTIST AND ALSO ALSO OUGHT ITSELF 'LN' TOPIC ATMOSPHERES THAT ARE USEFULLY BOTH AS A QUASI CEILING ONES FOR THE MUSICIAN THAT IN A INTERESTED MANNER EVEN FOR THE ATMOSPHERES AND FOR THE SCIENTIST.

UP TO TWO VERY VERY VERY VERY COARSE AND PREFIXED MORE ARE UNDERSTANDABLE FOR EVERYTHING AROUND WORK MAKE, ONLY THE COMPLETELY NECESSARY CHAPTER DARSTELL BASIC TERM SHORT CIRCUIT. VICINITY CHAPTER 1 EXPLAINS AUDIBLY ALL MATHEMATICAL BASICS FOR SENSE OF THE FOLLOWING NECESSARY AND CHAPTER 2 NO DOUBT OCCURS OFF ABBREVIAT MANNERS THIS POSSIBLE OUTLOOK BY MEANS OF MODIFICATION OF THE BEING PITCH.

WORK MOREOVER EXHIBIT HISTORICAL FROM THE PRINCIPLE IT IS THAT INTO CHAPTERS REPRESENT THE THEORY OF THE RESPECTIVE ERA AND CAN CAN EXPLAIN IT AND INTO SUCH A THAT MAY DESCRIBE THIS CLOCK PRACTICE DARSTELL THEREFORE, DIVIDE HISTORICAL STATEMENTS. THEORY CHAPTERS ARE NUMBERED WITH ARABIAN NUMBERS, PRACTICE CHAPTER WITH ALPHABETIC CHARACTERS. THE ADDED EXAMPLE COMPACT DISC OUGHT FACILITATE THE ENTRY HEALTHY INTO ROOMS AND ALSO EFFECT AS A REFERENCE FOR HAVE ON VOICE EXPERIMENTS. FURTHER DETAILS TO THIS FIND THEMSELVES IN THE APPENDIX.

THE JOHN CAGE FORMULATED THE ACTUAL DESTINATION OF WORK VERY BEAUTIFULLY: HAPPY NEW EARS.

BE ENOUGH)

II (Sekundärliteratur)

- Asselin, Pierres-Yves: *Musique et tempèrament*, Paris 1985
- Assunto, Rosario: *Die Theorie des Schönen im Mittelalter*, Köln 1987
- Bellermann, Heinrich: (Briefe von Kirnberger an Forkel, *AmZ Neue Folge* 6, Sp 565 ff, 1871
- Billeter, Bernhard: *Anweisung zum Stimmen von Tasteninstrumenten*, Berlin 1979
- Braun, Werner: *Deutsche Musiktheorie des 15. bis 17. Jahrhunderts II*,
in: *Geschichte der Musiktheorie* hg. von Thomas Ertelt und Frieder Zamminer Bd.8/II, Darmstadt 1994
- Doty, David B.: *The Just Intonation Primer*, San Francisco 1994
- Dupont, Wilhelm: *Geschichte der musikalischen Temperatur*, Nördlingen 1935, Reprint: Lauffen/Neckar 1986
- Eco, Umberto: *Kunst und Schönheit im Mittelalter*, München 1993
- Frotscher, Gotthold: *Geschichte des Orgelspiels und der Orgelkomposition*, Berlin 1935
- Fend, Michael: *Nachwort zu Band I & II der "Institutioni harmoniche"*, Frankfurt/Main 1989
- Hirtler, Eva: *Die Musik als scientia mathematica von der Spätantike bis zum Barock*, Frankfurt/Main 1995
- Koehler, Laurie: *Pythagoräisch-platonische Proportionen in Werken der ars nova und der ars subtilior*, Kassel 1990
- Lindley, Mark: *Stimmung und Temperatur*, in: *Geschichte der Musiktheorie* hg. von Frieder Zamminer Bd.6, Darmstadt 1987(=Lindley)
- ders.: *Lauten, Gamben & Stimmungen*, Wilsingen 1990(=Lindley1990)
- ders.: *temperaments*, in: *New Grove* (= Lindley-Grove)
- Meister, Wolfgang Theodor: *Beiträge zur Entwicklung der Orgelstimmung in Italien und Süddeutschland vom 14. bis zum Ende des 18. Jahrhunderts*, Lauffen/Neckar 1991
- Moore, Brian C.J.: *An Introduction to the Psychology of hearing*, London 1994
- Naredi-Rainer, Paul: *Architektur und Harmonie*, Köln 1989

Palisca, Claude V.: Die Jahrzehnte um 1600 in Italien, in: Geschichte der Musiktheorie hg. von Frieder Zaminer Bd.7, Darmstadt 1987

Ratte, Franz Josef: Die Temperatur der Clavierinstrumente, Kassel ua. 1991

Rempp, Frieder: Elementar und Satzlehre von Tinctoris bis Zarlino, in: Geschichte der Musiktheorie hg. von Frieder Zaminer Bd.7, Darmstadt 1987

Roederer, Juan G.: Physikalische und psychoakustische Grundlagen der Musik, Berlin und Heidelberg 1977

Steblin, Rita Katherine: Key Characteristics In The 18th and Early 19th Centuries, Ann Arbor 1982

Zaminer, Frieder (Hg.): Rezeption des Antiken Fachs im Mittelalter, in Geschichte der Musiktheorie hg. von Frieder Zaminer Bd.3, Darmstadt 1990

Verzeichnis der Tabellen

Pythagoräische Stimmungen

- Tabelle 1: Pythagoräisch-diatonische Stimmung, S. 38
Tabelle 2: Intervalle der pythagoräisch-diatonischen Stimmung, S. 38
Tabelle 3: Pythagoräisch-chromatische Stimmung 1
(Wolfsquinte zwischen $G^\#$ - E^b), S. 41
Tabelle 4: Intervalle der pythagoräisch-chromatischen Stimmung 1
(Wolfsquinte zwischen $G^\#$ - E^b), S. 42
Tabelle 5: Intervalle der pythagoräisch-chromatischen Stimmung 2
(Wolfsquinte zwischen H - $F^\#$), S. 43
Tabelle 6: Intervalle der pythagoräisch-chromatischen Stimmung des
"Erlanger Traktates" (Wolfsquinte zwischen A - E), S.
Tabelle 7: Intervalle der pythagoräisch-chromatischen Stimmung
nach Ramos de Pareja, S. 47
Tabelle 8: Intervalle der pythagoräisch-chromatischen Stimmung
nach Henricus Grammateus, S. 47

Mitteltönige Stimmungen

- Tabelle 9: 2/7-Komma mitteltönige Stimmungen und Intervalle nach Zarlino, S. 65
Tabelle 10: 1/3-Komma mitteltönige Stimmungen und Intervalle nach Zarlino, S. 65
Tabelle 11: 1/4-Komma mitteltönige Stimmungen und Intervalle nach Zarlino, S. 67

Reine Stimmungen

- Tabelle 12: Reine Stimmung nach Fogliano, S.
Tabelle 13: Monochordverhältnisse der reinen Stimmung nach Fogliano, S.

Gleichstufig temperierte Stimmung

- Tabelle 14: Gleichstufig temperierte Stimmung und Intervalle, S. 86

Unregelmäßige Temperaturen um 1700

- Tabelle 15: Tempérament ordinaire nach Rameau, S. 93
Tabelle 16: Rameaus Stimmung beginnend mit B und Intervalle des
"tempérament ordinaire" nach Rameau, S. 94
Tabelle 17: Intervalle der Stimmung Werckmeister III, S. 96
Tabelle 18: Intervalle der Stimmung Werckmeister IV, S. 97
Tabelle 19: Neidhardts Temperatur und Intervalle für eine kleine Stadt 1732, S. 98
Tabelle 20: Intervalle der Stimmung Kirnberger II, S.
Tabelle 21: Intervalle der Stimmung Kirnberger III, S.
Tabelle 22: Intervalle der Stimmung Valotti, S.

Klaus Lang - Curriculum Vitae

geboren 1971 in Graz, lebt seit 1997 in Berlin

Kompositions- und Musiktheoriestudium bei Hermann Markus PRESSL, Orgelstudium bei Otto BRUCKNER an der Hochschule für Musik und darstellende Kunst in Graz.

Diplome in Komposition und Musiktheorie und in Orgel mit Auszeichnung. Weitere Studien bei Beat Furrer in Graz und bei Younghi PUGH-PAN an der Kunsthochschule in Bremen.

Kurse bei Klaus HUBER, Peter ABLINGER, La Monte YOUNG und James TENNEY.

Musikförderungspreis der Stadt Graz, Würdigungspreis des Bundesministers für Wissenschaft und Forschung, Preisträger beim Kompositionswettbewerb des Musikprotokolls im Steirischen Herbst, Arbeitsstipendium des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung, Förderung meiner künstlerischen Arbeit durch das Bundesministerium für Verkehr und Kunst, Auswahl als Teilnehmer beim Komponistenseminar des Klangforum Wien

Nominierung bei "International Rostrum of Composers 1998" Paris. Kompositionsauftrag des Berliner Senates 1999.

Einladung als Gastkomponist: Künstlerbegegnung im Stift St. Lambrecht, Institut für Elektronische Musik Graz, "Musikwerkstage" (forum claue) nach Baden, Komponistenforum Mittersill (Salzburg).

Lehrauftrag an der Kunstuniversität Graz (Musiktheorie) bis 1999.

Aufführungen u.a. bei Festivals: Steirischer Herbst 1992, Tage zeitgemäßer Musik in Bludenz, Musikprotokoll im steirischen Herbst Graz 94, 96, 97, 98, Ohrklang in Gießen 96, metaphor stuttgart 97, Jazzatelier Ulrichsberg, Musikwerkstage 1998 Baden/ Schweiz, Wien Modern 1998, Primavera en La Habana-Havana/ Kuba 1998, Wires 1998 Los Angeles/USA, eclat/ Tage für neue Musik in Stuttgart 1999, Kryptonale 1999 Berlin, Hörgänge Wien 2000, von Klangforum Wien, SDR-Chor Stuttgart, die reihe wien, ensemble Zwischentöne Berlin, Cantus Graz, working progress Berlin ...

Zahlreiche Konzerte, CD und Radioproduktionen als Komponist, Organist und Cembalist.

Musiktheater „Stimme allein“ mit Beat Furrer an der Oper in Bonn, Musiktheater „Königin Ök“ an der Oper Bonn

Publikation u.a. eines Artikels im Grove Musiklexikon.

KARTOFFELTASCHEN KAKIFRUECHTE UND C. 5 VON GESANDTEN TASCHEN (VORWORT)

BESTIMMUNGSORT DIESER ARBEIT ES IST ZUR ZEIT FAST NÜTZLICH CRYPTO TEXT INPUT/DC ZUERST ES EIN BLICK DER ENTWICKLUNG MIT RECHT GENAU SO UMFASSEND GERECHTER GENAU SO MÖGLICH GENAU TROTZDEM VON ATMOSPHERENSYSTEMEN IN DER KLASSISCHEN MUSIKTRADITION VON EUROPA.

DESWEGEN ES ALLERDINGS ALS STAATSVOLLE FRAGE DIE DISKUSSIONSPROBLEME UM DIE AUSSICHT MITTELS DER GANZEN ENTWICKLUNG. ARBEIT IST NICHT SICHER DA DER SPEZIALIST FÜR EIN BESTIMMTES ATMOSPHERENSYSTEM AUSGENOMMEN EINE EINFÜHRUNG IN PROBLEME IST ES DAS INTERESSIERT NÜTZLICH BEIDE FÜR DEN MUSIKER DAS SELBST FÜR DIE ATMOSPHEREN UND FÜR DEN WISSENSCHAFTLER UND AUCH SOLLTE SICH AUCH 'LN'-TOPIC ATMOSPHEREN DIE SIND NÜTZLICH ALS EINE QUASI DECKE BEIDE FÜR DEN MUSIKER DAS IN EINER INTERESSIERTEN WEISE SELBST FÜR DIE ATMOSPHEREN UND FÜR DEN WISSENSCHAFTLER.

BIS ZU ZWEI SEHR SEHR SEHR SEHR GROBE UND PRÄFIGIERTE MEHR SIND VERSTÄNDLICH FÜR ALLES UM ARBEITSFABRIKAT, NUR DAS VÖLLIG NOTWENDIGE KAPITEL DARSTELL GRUNDBEGRIFF KURZSCHLUß. UMGREIS KAPITEL 1 ERKLÄRT HÖRBAR ALLE MATHEMATISCHEN GRUNDLAGEN FÜR SINN DES FOLGENDEN NOTWENDIGEN UND KAPITEL 2 WOHL TRITT EIN ABKÜRZ WEISEN DIESE MÖGLICHE AUSSICHT MITTELS MODIFIKATION AN DER WESENSTONHÖHE.

ARBEIT ZUDEM STELLEN HISTORISCH VOM PRINZIP ES IST DIE IN KAPITEL DARSTELLEN DIE THEORIE DER JEWEILIGEN ÄRA UND DOSE KANN ERKLÄREN ES UND IN SOLCHES A DIE BESCHREIBEN DIESES UHR PRAXIS DARSTELL DESWEGEN, TEILEN AUSSAGEN HISTORISCH. DAS HINZUGEFÜGTE BEISPIEL COMPACT DISC SOLLTE ERLEICHTERN DEN EINTRITT GESUND IN RÄUME UND AUCH WIRKUNG ALS EIN HINWEIS FÜR HABEN AUF STIMMVERSUCHEN. WEITERE DETAILS DAZU FINDEN SICH IM ANHANG.

DER JOHN-KÄFIG FORMULIERTE DEN EIGENTLICHEN BESTIMMUNGSORT VON ARBEIT SEHR SCHÖN: GLÜCKLICHE NEUE OHREN.

LANG)