Die Proportionslehre im Geigenbau

Projektarbeit, 7. Semester

vorgelegt von

Christian

Pabst

Westsächsische Hochschule Zwickau (FH), Angewandte Kunst Schneeberg, Musikinstrumentenbau
Markneukirchen Matrikel 1996

Markneukirchen, Februar 2000

Inhaltsverzeichnis

1.	Thema	3
1.1.	Gegenstand, Zielstellung, Methodik	3
2.	Die Geometrie	4
2.1.	Der Begriff Geometrie	4
2.2.	Die Geschichte der Geometrie	4
3.	Die Proportionslehre	6
3.1.	Der Proportionsbegriff	6
3.2.	Die Entwicklung des Proportionsbegriffes	6
3.2.1.	Das griechische Proportionsverständnis	6
3.2.2.	Das Wiedererwachen der griechischen Lehren in Europa während des Mittelalter und der Renaissance	7
3.2.3.	Das Proportionsverständnis im Barock	11
4.	Die Zahlensymbolik der christlichen Religion	13
4.1.	Die Eins	14
4.2.	Die Zwei	14
4.3.	Die Drei	14
4.4.	Die Vier	14
4.5.	Die Fünf	15
4.6.	Die Sechs	15
4.7.	Die Sieben	15
4.8.	Die Acht	15
4.9.	Die Neun	16
4.10.	Die Zehn	16
4.11.	Die Zwölf	16
4.12.	Die Dreiunddreißig	17
4.13.	Die Vierzig	17
4.14.	Die Fünfzig	17
4.15.	Die Hundert und die Tausend	18
5.	Angewandte Geometrie im Streichinstrumentenbau	18
5.1.	Der Kreis und die Kugel	18
5.2.	Das Rechteck, das Quadrat und der Würfel	18
5.3.	Die Spirale	19
5.4.	Der Goldene Schnitt	19
5.5.	Die Goldenen Zahlenreihen	21
5.6.	Die Streckenteilung in gleiche Teile oder in Verhältnissen	22
5.7.	Halbieren und Dritteln	24
5.8.	Proportionale Größenänderung	24
5.9.	Kreisgeometrie und der Goldene Schnitt	24
6.	Umrißkonstruktionen für die Geige	25
6.1.	Hinweise auf Geigenkonstruktionen vor 1782	25
6.2.	Bildungsmöglichkeiten für Musikinstrumentenbauer	27
6.3.	Vorstellen von Umrißkonstruktionen	28
6.3.1.	Die Konstruktion des Antonio Bagatella (1782)	29
6.3.2.	Die Konstruktion des Gustav A. Wettengel (1828)	30
6.3.3.	Die Konstruktion des Paul O. Apian – Bennewitz (1920)	31
6.3.4.	Die Konstruktion des Adolf Beck (1923)	33
6.3.5.	Die Konstruktion des Max Möckel (1925)	34
6.3.6.	Die Konstruktion des Friedrich Kleverkaus(1929)	34
6.3.7.	Die Konstruktion des Fridolin Hamma (o.J., ca. 1937)	37

6.3.8. Die Konstruktion des Hans Kayser (1947)..... 39
6.3.9. Die Konstruktion des Simone F. Sacconi (1973)..... 41
6.3.10. Die Konstruktion des Wolfgang Stalling (1983)..... 45
7. Versuch einer Maßanalyse..... 48
7.1. Maße einzelner Violininstrumente und deren Proportionen..... 48
8. Anhang 52
Die Monochordteilung und die Teiltonkurve des H. Kayser..... 52
Bibliographie..... 57
Abbildungsnachweis..... 57
Konstruktionen.....

1. Themenstellung

1.1. Gegenstand, Zielstellung, Methodik

Im modernen Geigenbau wird verhältnismäßig selten die Frage nach Proportionen und geometrischen Regeln gestellt.
Die Achtform - die Grundform der Violine -, ist bei Streichinstrumenten in Europa, wie der Fidel, spätestens seit dem 10. Jahrhundert nachweisbar [1] (siehe Abb.1). Die Herausbildung eines Streichinstrumentes, welches als Violine angesehen werden kann, ist für das frühe 16. Jahrhundert (1505-08) in Ferrara/ Italien belegt.[2] Die Abbildung (Abb.: 2) zeigt ein Streichinstrument in Diskantgröße welches in Kinnhaltung gespielt wird. Es besitzt einen Korpus in Achtform, Schallöcher in F-Form und eine Schnecke zur Zierde des Wirbelkastens.

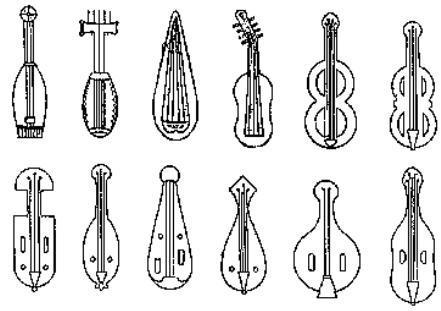


Abb. 1: Frühe Fidelformen

Im Laufe der folgenden 200 Jahre wurde die Violine klanglich wie auch gestalterisch vervollkommnet. Die wichtigsten Impulse für die Entwicklung auf dem Gebiet der Instrumente der Violinfamilie kamen aus Norditalien.
Italien war das Land, welches starken Einfluß auf die Kunstgeschichte der Renaissance und des Barock, in Europa ausübte. Es war auch das Land in welchem Schriften von Aristoteles im 12. Jahrhundert (1120?) ins Lateinische übersetzt wurden (Gerhard von Cremona, 1114 -1187). (Diese wurden von arabischen Abschriften aus dem 9.Jahrhundert [873, Al-Kindi] angefertigt). Entscheidender aber war vermutlich das Werk Euklids (um 365 v.Ch. - um 300 n.Ch.) *Element*, welches u.a. als das gesammelte Wissen der damaligen griechischen Geometrie angesehen werden kann. Erstmals seit der Antike wurde es in Venedig 1492 auf lateinisch wieder veröffentlicht.[3]
Erste Schriften zu Fragen der Perspektive und Geometrie, die auf dem antiken Wissensschatz aufbauten, erschienen zu Beginn des 15. Jahrhunderts (1435, Leone Battista Alberti [1404 - 1472]: *De pictura*) in Italien. Im europäischen Raum galt Italien damit als Vorreiter. Erst 1505 erschien außerhalb Italiens ein Buch zu diesem Thema und zwar in Frankreich (Pelerin). [4] Da nun die Violine in einem Land, in dem man sich sehr zeitig wieder mit antiken Lehren beschäftigte (evtl. auch durch die geographische Nähe zu Griechenland begünstigt), vervollkommnet wurde, ist der Einfluß dieser Lehren auf den Entwicklungsprozeß der Violine möglich.

Abb. 2: Gaudenzio Ferrari (1529), Detail aus „La Madonna degli aranci", Kirche San Cristoforo, Vercelli

[1] Mdl. Auskunft Ch. Rault, Dartington Violin Conference 1999
[2] mdl. Auskunft V. Hellers
[3] Coates 1985, S.14
[4] Ivins 1945, S. 75

Leider gibt es keine überlieferten Konstruktionszeichnungen von Violinen vor 1782. Zeichnungen ab diesem Zeitpunkt sind Rekonstruktionen, also Versuche eine historische Konstruktionsweise der alten Meister wiederzufinden. Daher läßt sich nicht eindeutig die Frage beantworten, ob klassische Violinmodelle tatsächlich durch Zeichnungen konstruiert wurden.
Es soll aber hypothetisch eine Antwort darauf gesucht werden, inwiefern das damalige Proportions- und Geometrieverständnis die Entstehung klassischer Violinformen beeinflußt hat. Zu diesem Zweck muß der Stellenwert der Proportionslehre in der Kunsttheorie im allgemeinen, zu den unterschiedlichen Epochen betrachtet werden. Welchen Stellenwert besaßen Musikinstrumente und welchen sozialen Status besaßen die Instrumentenbauer. Dadurch läßt sich evtl. etwas über ihren Bildungsstand erfahren. (Auch könnten Inventarlisten von Instrumentenbauern von Interesse sein, um die materielle Voraussetzung für Konstruktionen zu beleuchten). Letztendlich müssen aber Instrumente maßanalytisch ausgewertet werden.
Diese Arbeit beschränkt sich nur auf die Instrumente der Violinfamilie und hier speziell auf die Geige.

2. Die Geometrie

2.1. Der Begriff der Geometrie

Das Präfix *Geo-, geo-* (griech.) ist das Bestimmungswort von zusammengesetzten Haupt- und Eigenschaftswörtern mit der Bedeutung *Erde*.[5] Das Grundwort *metrie* (griech.) bedeutet Messung [6]. Eine angemessene deutsche Übersetzung des Wortes *Geometrie* wäre *Linien- und Flächenmeßkunst.*
Die Geometrie ist Teilgebiet der Mathematik. Mit ihr werden formal Dinge und Relationen, die für die Beschreibung des Raumes wichtig sind, ausgedrückt.[7]

2.2. Die Geschichte der Geometrie

Die Wurzeln der Geometrie finden sich schon in frühen Kulturen. Darstellungen von geometrischen Figuren und geometrisierenden Ornamenten sind hier vermutlich die Anfänge. Die Nutzung der Geometrie zum Erstellen einfacher Regeln zur Berechnung von Längen, Flächen- und Rauminhalten elementargeometrischer Figuren findet sich schon in der Mathematik der Ägypter, Babylonier und Chinesen. Beiden letztgenannten waren schon die später als pythagoräischen Lehrsätze formulierten geometrischen Gesetzmäßigkeiten bekannt. Allerdings wurden diese nur in Zahlen verifiziert.
Die griechische Mathematik – also vermutlich auch die Geometrie - erwuchs aus der babylonischen und ägyptischen Mathematik.[8] Inwieweit dazu Reisen von griechischen Gelehrten nach Ägypten oder ins babylonische Reich beitrugen, ist nicht bekannt. Es ist jedoch bekannt, daß Pythagoras zweimal und Plato einmal in Ägypten waren.[9] Die Griechen entwickelten die Geometrie zu einer abstrakt beweisenden und wissenschaftlichen Geometrie. Der erste herausragende Vertreter dieser Wissenschaft war Thales von Milet (geb. in Milet um 625 - gest. um 547 v. Ch.). Weitere wichtige Vertreter der griechischen Mathematik waren Euklid (geb. um 365 - gest. um 300 v. Ch.),

[5] Der Große Duden 1960
[6] ebd.
[7] Meyers Enzyklopädisches Lexikon, Bd. X., 1974
[8] ebd.
[9] Neufert (o.J), S. 40/ 75

Pythagoras von Samos (geb. in Samos um 570 - gest. in Metapont [?] um 480 v. Ch.), Archimedes (in Syrakes um 285 - gest. 212 v. Ch.), Apollonius von Perge (geb. in Pamphylien/ Kleinasien um 262 - gest. um 190 v. Ch.). Dabei fallen jedem einzelnen – aus Sicht der Neuzeit - unterschiedliche Bedeutungen zu. (Der Philosoph Plato [geb. in Athen oder Agina um 428/427 - gest. um 348/347 v.Ch.] sei in diesem Zusammenhang noch erwähnt. Er schuf die sogenannten *platonischen Körper*. Dies sind aus Pyramiden und Würfeln gebildete Körper, mit denen Zusammenhänge zwischen dem Irdischem und dem Himmlischen symbolisiert werden sollen.)
In einem Zeitraum von ca. 400 Jahren, also vom Wirken Thales bis zum Wirken Platos, entstanden u.a. der axiomatische Geometrieaufbau, Formeln zum Berechnen von krummlinig begrenzten Flächen und Rotationskörpern, die archimedische Spirale, die für 2 Jt. gültige Theorie der Kegelschnitte und die platonischen Körper. Fragen zum Beweis des *Parallelpostulats*, zum Problem der *Würfelverdopplung (delisches Problem)*, der *Winkeldreiteilung* und der *Kreisquadratur* wurden erstmals formuliert.[10]
Entscheidend für die Kulturentwicklung im Europa der Renaissance und des Barock, wurde Euklids Werk *Elemente*. Es ist eine 13 bändige Sammlung über das Wissen der griechischen Wissenschaft. In den Bänden 1-6 und 11-16 wird die Geometrie, in den Bänden 7-9 die Arithmetik und im Band 10 die Irrationalität besprochen.
Noch erwähnt sei die von Plato in Athen gegründete Akademie, die bis 523 n. Ch. bestand.[11]
Plato, der sich der Geometrie aus philosophischer Sicht näherte, hatte auch Auswirkungen auf die zweite *Platonische Akademie*. Diese wurde 1459 am Renaissancehof Cosimos I. de Medici zur Erneuerung der Platonischen Philosophie gegründet und wurde Mittelpunkt des italienischen Humanismus. Sie bestand bis 1522 und schlug sich in der weiteren Kunstentwicklung nicht nur in Italien wieder.[12]
Aus der Frage der Darstellung des *Parallelenpostulats*, welche auch schon von den Arabern aufgegriffen wurde, entstand im 18. /19. Jh. neben der *euklidischen* die *nichteuklidische Geometrie*.
Entscheidend für die Bedeutung der Geometrie für die alten Griechen war es, mathematische Zusammenhänge mit ihr auszudrücken, was ihnen allein mit Hilfe der Algebra noch nicht möglich war.[13]
Im 17. Jh. (1672) beschäftigte sich G. Mohr mit Konstruktionen, die sich alleine mit dem Zirkel ausführen lassen. Ein reichliches Jahrhundert später, nämlich 1799, beantwortete Carl Friedrich Gauß (1777 - 1855) die Frage, welche regelmäßigen ebenen Vielecke, die mit dem Zirkel und Lineal konstruierbar sind, sich auf algebraischen Weg lösen lassen.[14]
Um die drei klassischen Probleme in der griechischen Antike zu lösen (*delisches Problem, Winkeldreiteilung, Kreisquadratur*), entwickelte man damals Näherungskonstruktionen und beschäftigte sich mit höheren Kurven (u.a. Apollonius Kegelschnitte).[15] Diese Probleme konnten in der Neuzeit mit Hilfe der analytischen Geometrie beantwortet werden. Jedoch dauerte es bis zur vollständigen Klärung bis in das 19. Jh.
Nicht nur in der Kunst spielte und spielt Geometrie eine große Rolle. Mit ihr konnte Johannes Kepler (1571 - 1630) seine Theorie der elliptischen Planetenbahnen aufstellen. Isaac Newton (1642- 1727) gelang es mittels der

[10] ebd.
[11] Coates 1985, S.5
[12] Meyers Taschenlexikon, Bd. XVII, 1992
[13] mdl. Auskunft Ch. Hawkridge 1999
[14] Meyers Enzyklopädisches Lexikon, Bd. X, 1974
[15] ebd.

Geometrie die *Infinitesimalrechnung* zu entwickeln, mit der es später u.a. möglich wurde die *Differentialrechnung* aufzustellen.[16]
Beeinflußt durch die Beschäftigung mit der Lehre der Perspektive im 17. Jh., entstand die *projektive Geometrie* (G. Descargues, B. Pascal), die im 19. Jh. weiterentwickelt wurde.[17]
Die Geometrie ist kein abgeschlossenes Fach. Jedoch sind Entwicklungen neuerer Zeit weniger relevant für die Aufgabenstellung dieser Arbeit. Vielmehr interessieren jetzt die Zusammenhänge zwischen Geometrie und Proportionslehre.

3. Die Proportion

3.1. Der Proportionsbegriff

Das Wort *Proportion* ist vermutlich im 15. Jh. aus dem Lateinischen in die deutsche Sprache übernommen worden. Es scheint eine Wortbildung aus den Wörtern *pro portione* zu sein, was soviel wie „je nach Anteil" bedeutet.[18]
Mit anderen Worten: es bezeichnet Größenverhältnisse von Teilen eines Ganzen.
In der Musik wird der Begriff Proportion seit der Antike u.a. für die den Intervallen zugrunde liegenden Zahlenverhältnisse verwendet (z.B. Oktave = 2:1, Quinte = 3:2, Quarte = 4:3).
Als proportioniert werden Dinge bezeichnet, deren Teile in einem bestimmten -„wohlgebautem"- Verhältnis zueinander stehen.[19]

3.2. Die Entwicklung des Proportionsbegriffes

Entscheidend für die Prägung des europäischen Proportionsbegriffes der Neuzeit waren griechische Schriften. Dabei ist nicht zu vergessen, daß diese als Erben und Fortführer der babylonischen und ägyptischen Wissenschaft zu betrachten sind.

3.2.1. Das griechische Proportionsverständnis

Ähnlich der christlichen Philosophie, gab es auch in der griechischen einen überirdischen Schöpfer dieser Welt. Ihn zu imitieren und somit zu verehren, war Sinn und Zweck der Kunst.
Nach dieser Weltentstehungslehre war die Welt aus „ungeformten, geistigem Substrat"[20] von einem Gott geschaffen. Dabei wirkten als Bausteine die 4 Grundelemente: Feuer, Erde, Luft und Wasser. Maßgebender Schöpfer dieser Philosophie war Plato. Er setzte modellhaft 4 Grundkörper für die 4 Elemente, die die Eigenschaften dieser Elemente symbolisch widerspiegelten, die sogenannten *platonischen Körper*: *Tetraeder* = Pyramide, *Hexaeder* = Würfel, *Oktaeder* = Doppelpyramide und *Ikosaeder* = Zwanzigflächner (ein weiterer ist der *Pentagondodekaeder*)[21]. Diese Körper wiederum wurden gebildet aus Dreiecken und Quadraten.[22] Die Reduktion auf diese einfachen Grundformen löschte einen subjektiven Schönheitsbegriff aus. Vielmehr waren diese „*an und für sich immer schön*" (nach Plato, aus Heyde 1986, S. 17). So wie der

[16] Guicciardini 1999
[17] Meyers Enzyklopädisches Lexikon, Bd. X, 1974
[18] Kluge 1995
[19] ebd.,Bd. XVIV, 1974
[20] Heyde 1986, S. 16
[21] Nach Heyde 1986 existieren 4 platonische Körper, hingegen nach Meyer Taschenlexikon Bd. XVII gibt es 5.
[22] Heyde 1986, S. 16

göttliche Schöpfer nun mit diesen verschiedenen Elementen die Erde schuf, soll nun auch der Künstler wirken. Am Anfang bestanden nur Ideen und ein gestalt- und erscheinungsloser Raum, in dem eben jene sogenannten „ungeformten, geistige Substrate“ materialisiert werden konnten. Einen ähnlichen Schöpfungsprozeß sollten die Künstler anstreben. Dabei spielte *Symmetrie* und der *Goldene Schnitt* eine große Rolle. (Die *Symmetrie* war zu diesem Zeitpunkt noch Begriff für das „rechte Maß“. Der Symmetriebegriff im Sinne des spiegelgleichen, kam erst um 1700 in Frankreich auf. [23])
Gestalten war also nicht nur ein Akt der Kreativität und Intuition, sondern gebunden an klare Proportionsregeln.
Ursprung aller Dinge war, nach Überzeugung damaliger Gelehrter, die Zahl. Scheinbar nur der Umstand, daß eine Algebra im alten Griechenland noch nicht weit genug entwickelt war, um alle mathematischen Gesetzmäßigkeiten auszudrücken, förderte die Entwicklung einer so umfangreichen Geometrie. Diese Geometrie war damals schon Grundlage der Architektur, umgekehrt war Architektur damals nicht nur ein Handwerk. Es war eine hohe Form der Kunst. Griechische Gelehrte waren oftmals auch Architekten oder befaßten sich mit Architektur im weitergehend abstrakten Sinne.
Wie gesagt verstand man die Zahlen als die eigentliche Quelle der Welt oder diese durch Zahlen zumindest erklärbar. So gaben die Pythagoräer den unterschiedlichen Ziffern bedeutungsvolle Namen wie 2 = Meinung, 4 = Gerechtigkeit, 8 = Vollkommenheit u.a.[24]
Entscheidende Einflüsse hatte die Harmonielehre Pythagoras. (Dieser hielt sich mindestens für zwei Studienreisen in Ägypten auf [25]). Mit seiner durch das Monochord geschaffenen Harmonielehre, entwickelte er wichtige Grundlagen für die Proportionsgesetze. Die Oktave war bzw. ist das musikalisch formulierte Verhältnis 1:2, die Prime 1:1 steht gleichzeitig für ein Quadrat mit gleichen Seitenlängen, die Sekunde 8:9 als dissonantes Intervall und annähernd quadratisches Rechteck und als letztes Beispiel die Terz 4:5 mit ihrem adäquaten Rechteck, welches von Vitruv und (später auch von Leone Battista Alberti u.a.) als schönste Proportionsfigur angesehen wurde.

3.2.2. Das Wiedererwachen der griechischen Lehren in Europa während des Mittelalter und der Renaissance

[23] ebd., S. 17
[24] Neufert (o.J.), S. 75
[25]

Nach Schließung der Athener Akademie im 6. Jh. n. Ch. fand auch keine weitere bedeutende Entwicklung der griechischen Wissenschaften statt. Zumindest gilt dieses für den europäischen Raum.

Erst im 12. Jh. begann wieder eine allmähliche Belebung der europäischen Wissenschaften. Die Renaissance war geprägt vom Wiederentdecken des griechisch antiken Wissensschatzes (siehe auch Abb.3).

Schriften von Euklid, Vitruv (römischer Baumeister und Architekturtheoretiker, 1.Jh. v. Ch.) [26], Aristoteles und den Pythagoräern wurden übersetzt. Am Hofe des Cosimos I.de Medici II. wurde 1459 eine Akademie gegründet, die sich die Erneuerung der platonischen Philosophie zum Ziel setzte. Sie bestand bis 1522 und war Mittelpunkt des italienischen Humanismus[27]. Der Universalgelehrte, wie es ihn in der Antike gab, hatte auch Bestand in der Renaissance. So besaß z.B. Vitruv ein umfangreiches Wissen auf dem Gebiet der Mathematik, Philosophie, Physik, Musik, Klimatologie, Astronomie. Als erster der sogenannten „Universalmenschen“ der Renaissance gilt L.B.Alberti. Er ist als Humanist, Baumeister, Schriftsteller und Kunsttheoretiker bekannt. Übrigens befaßte er sich auch mit dem Vermessen antiker italienischer Bauten, um deren Konstruktion zu erforschen. Eine Methode, die auch heute noch im Instrumentenbau zum Erfolg helfen soll.

[26] exakte Lebensdaten unbekannt, Vor 31 v. Ch. (etwa 25 v. Ch. erschienen) , verfaßte er das einzige erhaltene antike Lehrwerk. In diesem schreibt er auch über Stil- und Proportionsfragen, aufbauend auf v.a. hellenistischen Fachschriften (Hermogenes u.a.) (Meyers Enzyklopädisches Lexikon, Bd. XXIV), Forstner 1977, S. 60, gibt Datum der Niederschrift mit 16- 13 v. Ch. an

[27] Meyers Taschenlexikon, Bd. 17

Abb.3:Mathematiker und musikalische Harmonie, aus Franchino Gafurio, „Theorice Musice“, 1492

Eine wichtige Gemeinsamkeit des damaligen Weltverständnisses und dem antiken, war die Annahme der Existenz eines göttlichen Schöpfers. Das Kulturverständnis war ähnlich dem des Verständnisses in der Antike.
Wissenschaft und Kunst waren in klerikaler Hand. Somit war diese auf die Gottesverherrlichung und die Beweisführung der Gottesexistenz angelegt. Zwar gab es schon im 14. Jh. Strömungen, die eine Trennung in Wissenschaft und Kirche vertraten (Duns Scotus, gest. 1308; der Franziskaner Wilhelm von Ockham, geb. um 1285 - um 1350), nur hatten diese noch kein Gewicht und entsprachen auch nicht dem allgemeinen Weltverständnis.[28] Proportion als Sichtbarmachung des göttlichen Weltenplans hatte also immer noch grundlegende Bedeutung. Den Zahlen kam hier auch wieder eine besondere Bedeutung zu. Zum einen hatten sie ihre rein mathematische Funktion, zum anderen wurde in ihnen auch weiterhin eine semantische Funktion gesehen. So hatten einzelne Zahlen jeweils eine Bedeutung, wie auch die aus diesen gebildeten Zahlen bestimmte Bedeutungen hatten. Die Zahl 3 ist in der christlichen Religion z.B. die Zahl der Gottheit schlechthin und die 4 die Zahl des Irdischen. Gemeinsam bilden diese die Zahl 7, die nun wiederum symbolisch für die Einheit beider steht.[29]
Für eine andere Einheit, nämlich die Einheit von Kunst und Wissenschaft, soll folgende Episode exemplarisch stehen. Beim Bau des Mailänder Domes wurde zu einer Arbeitsbesprechung am 1. Mai 1394 die Frage besprochen, ob

[28] Heyde 1986, S. 15
[29] u.a. Forstner 1977

die Höhe der Breite des Doms oder der Höhe des aus der Breite des Doms gebildeten, gleichschenkligen Dreiecks entsprechen soll. Anwesend waren dabei italienische, französische und deutsche Architekten. Man verständigte sich darauf, daß die Höhe nur bis zum gleichschenkligen Dreieck gehen darf. Als sechs Jahre später das gleiche Problem besprochen wurde, stritten sich französische und lombardische Baumeister. Während letztere die Ansicht vertraten, daß Kunst etwas anderes sei als Wissen und Verstand und Geometrie hier nicht anzuwenden sei, entgegnete der Pariser Baumeister Jean Mignot *„Ars sine scientia nihil est“*, was soviel heißt wie: Kunst ohne Wissenschaft ist nichts.[30] Für den Zusammenhang zwischen Instrumentenbau und Proportionslehre, ist das Traktat Arnold von Zwolles zu beachten, welches zwischen 1436 und 1461 entstand. Es gilt als eines der frühesten überlieferten Traktate, die sich mit dieser Thematik befaßen (Abb.4). Diese Schrift fiel in eine Zeit, die von einem starken Qualitätsanstieg in der Musikkultur geprägt war. So schrieb 1360 Tilemann von Wolfhagen: *„und es hatte sich also verwandelt mit dem pfeiffenspiel und hatte aufgestiegen in der musica ... Denn was vor fünf oder sechs Jahren ein guter pfeiffer war im land, der däuchte jetzund nit eine fliege.“* [31] Ähnliches ist auch zu sagen für den Instrumentenbau. Italienische und spanische Bilddokumente des 14. Jh. weisen auf eine zunehmend bessere Handarbeit an Musikinstrumenten.[32]

Eine Einheit dieser Gestaltungslehre im Instrumentenbau ist auch dahingehend anzunehmen, daß es vor allem Mönche waren, die vor dem 16. Jh. Orgeln bauten. Da die Klöster lange Zeit Zentren der Wissenschaft waren, war es den Mönchen auch möglich, die Mathematik und Geometrie kennenzulernen.

Während der Renaissance ließ aber auch teilweise das Interesse an dieser Proportionslehre nach. Als Beispiel dafür kann die Episode vom Bau des Mailänder Domes gelten. Zum einen waren es Gründe des Kunstverständnisses einzelner Künstler, zum anderen auch sicherlich Nachlässigkeit oder zumindest Unwissenheit. Im ersten Fall vertritt Michelangelo (1475 - 1564), um die *gratia* eines Bildes nicht zu stören, ohne geometrische Regeln zu zeichnen. Im zweiten Fall schreibt Albrecht Dürer, der sich intensiv mit Proportionslehre als Maler befaßte, in seinem Vorwort zur *Underweysung der Messung mit dem Zirckel und Richtscheyd* (1525): *„Man hat bisher in unsern deutschen Landen viel geschickte Jungen zu der Kunst der Malerei gethan, die man ohn‘ allen Grund und allein aus einem täglichen Brauch gelehrt hat. Sind dieselben also im Unverstand wie ein wilder unbeschnittener baum auferwachsen.“* [33]

[30] Heyde 1986, S. 16
[31] ebd., S. 13
[32] ebd.
[33] Dürer 1525

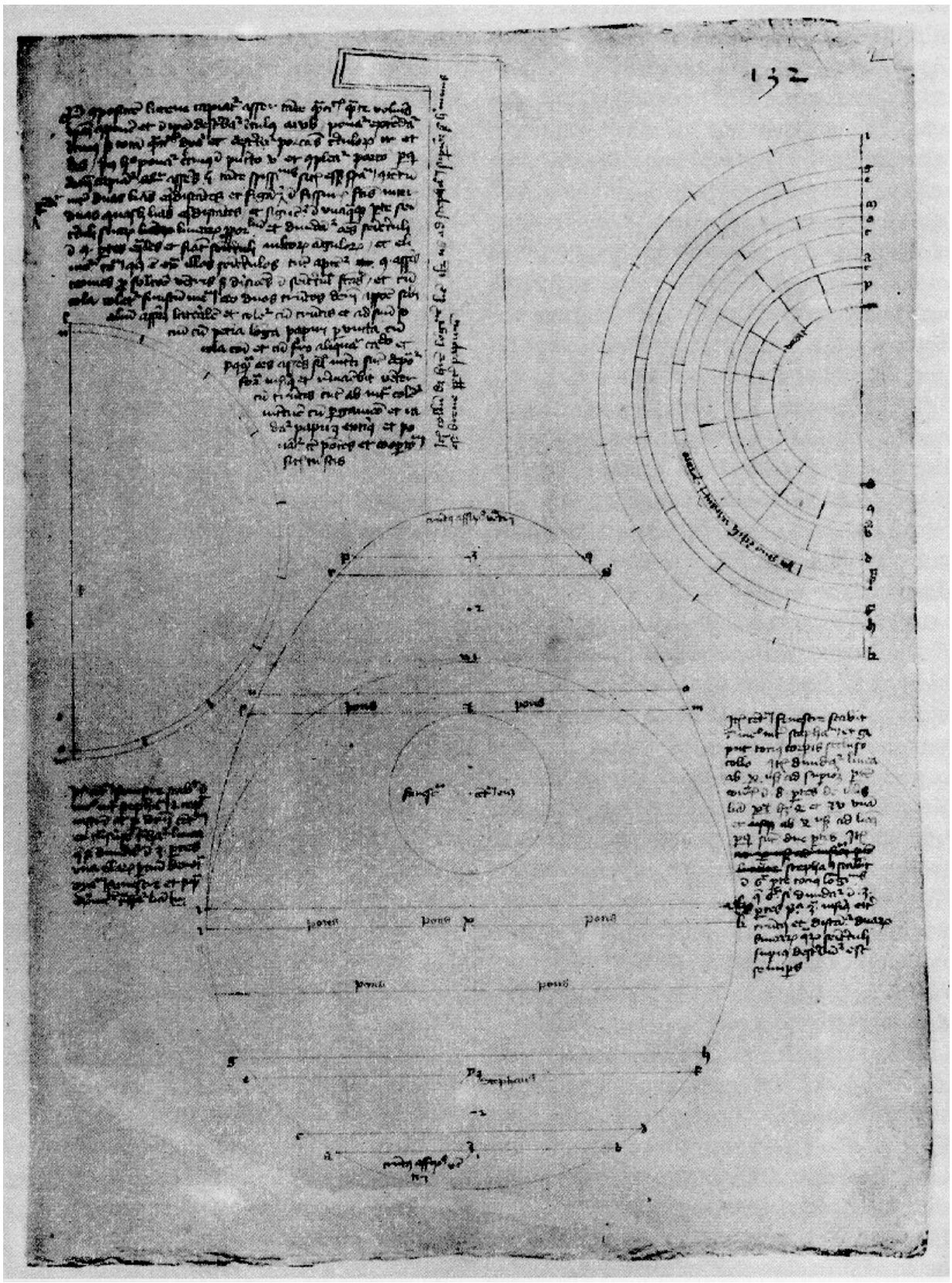


Abb. 4: Traktat des Arnold von Zwolle

3.2.3. Das Proportionsverständnis im Barock

Diese Tendenz zur Trennung von solch strengen „Proportionsbausteinen“ setzte sich immer weiter fort. Trotzdem hatte sie noch immer eine große Bedeutung.
Im Jahre 1617 entstand eine Graphik eines Weltmonochordes (*monochordum mundanum*) (Abb. 5).

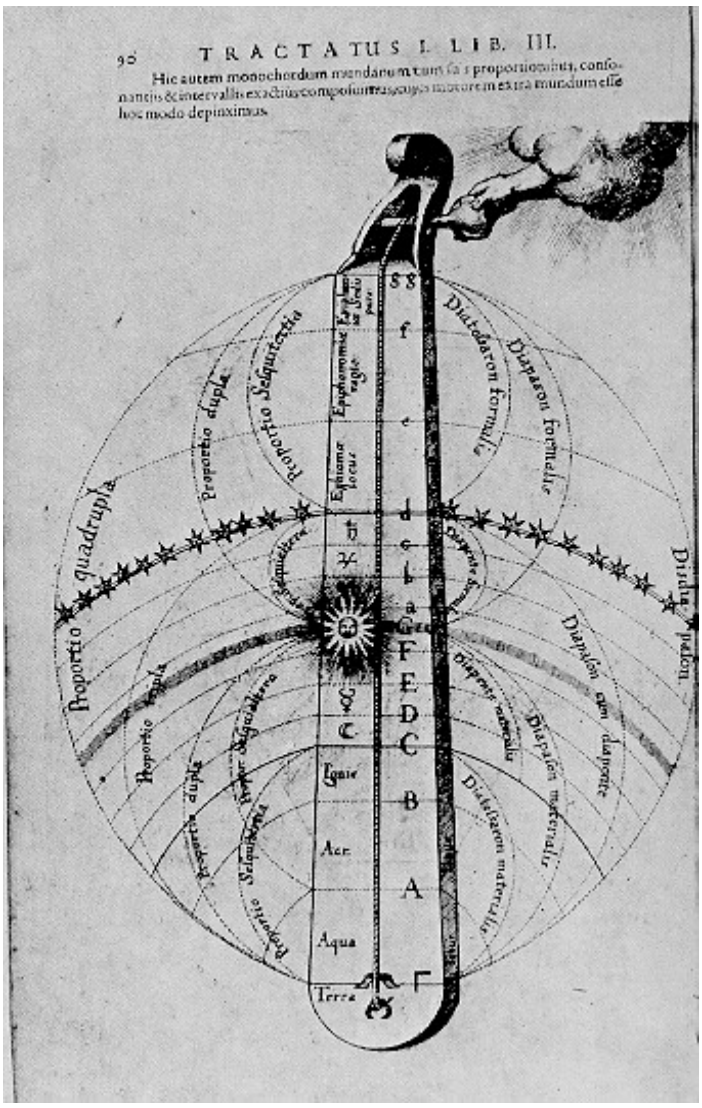


Abb. 5: Weltmonochord (monochordum mundanum), Robert Flud, 1617

Darauf ist die Hand Gottes zu sehen, wie sie die Saite spannt bzw. reguliert. Weiterhin ist das seit dem Mittelalter maßgebliche Tonsystem *Γ* (*gamma graecum*). A.B.C.E.F.G.a.b.c.d.e.f.gg und in sich überschneidenden Kreisen, die musikalischen Proportionen (1:2, 2:3, 3:4 usw.) abgebildet. Außerdem sind die Grundlagen der Natur, also die vier Elemente (Erde, Wasser, Luft, Feuer) und die Planeten mit ihren astronomischen Zeichen (Erde, Mond, Merkur, Venus, Sonne [= Mitte], Mars, Jupiter, Saturn) eingezeichnet. Alle „übernatürlichen Bereiche“, die über der kosmischen Wirklichkeit (*mundus*) liegen (*Ephiomae locus, Epiphonomiae regio, Epiphania Sedis pars*), sind der göttlichen Hand am nächsten eingezeichnet.[34]

[34] Damman 1995, S. 418

Über Kunst- und Musikverständnis des 17. Jh. sollen einige Zitate Auskunft geben. So schreibt Athanasius Kircher 1650 in der *Musurgia universalis* : *„Weil dann die Music oder Harmony nichts anderster ist/ als eine gewisse Zahl/ Maß und Gewicht/ die Welt aber/ nach Platonis Meinung/ ist eine Harmony/ so alles in sich begreift/ die Natur aber Gottes Kunst/ eine harmonisch überein stimmende Kraft aller Ding/ ja weil die Welt ein vollkommenes Bildnis* (= Abbild) *ist Gottes/ so folgt nothwendig/ nach der Analogy und Gleichheit jener Archetypischen und ewigen Harmony/ sei die Welt- Harmony von Gott erschaffen worden/ so gar/ daß die gantze Natur/ als Gottes Kunst in allen Welt- Verrichtungen/ auf die musicalische proportiones gesehen habe.“* [35]

[35] nach Kircher 1650, zit. aus Damman 1995, S. 418

Andreas Werckmeister schrieb 1686 über die Natürliche Ordnung in seinem *Musicae mathematicae Hodegus curiosus*: *„Alles was in guter Ordnung beruhet/ und mit dem Verstande kan begriffen werden/ das ist einem vernünfftigen Menschen angenehm,“* . Weiter schreibt er: *„Nun kann unsern Sinnen nichts ordentlichers und deutlichers vorgebraht werden/ als was von der unität den Anfang nimmt/ in der natürlichen (= zahlhafte, d.A.) Ordnung fortschreitet/ und nicht zu weit von derselben abweichet.“* [36]Später schreibt er noch: *„...daß dieses wahr sey/ wird Niemand/ so sonst eine gesunde Vernunfft hat/ leugnen können/ zumahlen alle gute Ordnung von Gott selbst beliebet wird/ und* (er, d.A.) *hingegen an einem verwirreten* (=) *unordentlichen Wesen einen Abscheu hat/ wie Sap.c.II, Ps.22. und hin und wieder in heiliger Schrifft erhellet.“* [37] Über das Verhältnis von Musikinstrument und Proportion gibt Michael Praetorius Auskunft (*Syntagma musicum II, De Organographia*, 1619, Erster Teil, Kapitel I): was *„die Beschreibung der Musicalischen Instrumenten anlangen thut/ so werden sie beschrieben/ das es sein Kunstreiche Wercke vornehmer und tieffsinniger Künstler/ welche dieselbe aus fleissigem nachdencken und embsiger übung erfunden/ aus tüchtiger Materi zubereitet/ und mit eigentlichen und proportionirten Figuren aus der Kunst efformiret, durch welche sie eine schöne harmoniam oder wollautende zusammenstimmung von sich geben/ und zu außbreitung Göttlicher Ehre/ auch zu der Menschen rechtmeßsigen und geziemenden Wollust und ergötzungen gebraucht werden*.“

In der Musik ist dieses Proportionsprinzip ebenso zu finden. Eine Proportionsform in der Johann Sebastian Bach (1685- 1750) den 39. Psalm musikalisch auszählt, ist das Tenor – Rezitativ *„Mein Jesus schweigt“*. Es besteht aus 39 Stützakkorden und 10 Takten. Im Psalm 39 lautet der 10. Vers *„Ich will still schweigen“*. Auf 116 Orgelbaßtönen beruht der Einsatz des Kelches und Psalm 116 ist der einzige in dem das Wort *Kelch* vorkommt.[38]

In der Wissenschaft ist Newton einer der letzten großen Vertreter (gest.1727), der sich als Wissenschaftler nicht im heutigen Sinne verstand, der bisher unbekannte Dinge erforscht, sondern als jemand der altes Wissen versucht neu zu entdecken.[39] In der Musik drückt sich diese Tendenz durch Zitate von Mattheson folgendermaßen aus: *„Allein, zu glauben, und andere lehren wollen: daß die Mathematik der Musik Hertz und Seele sey; daß alle Gemüths- Veeränderungen, so durch Singen und Klingen hervorgebracht werden, bloß in den verschiedenen äusserlichen Verhältnissen der Tone ihren Grund haben, solches ist noch viel ärger und irriger...Man macht ein grosses Wesen von Verhältnissen* (= Proportionen, d.A.)“.[40]

Zum Ende des Barock scheint eine sehr tiefe Umwandlung, in den elemantaren Lösungsansätzen der Wissenschaft und der Kunst, stattgefunden zu haben. Die Orientierung lag also nicht mehr auf der Wiederentdeckung von Dingen oder im Verwenden schon sehr alter Traditionen wie in der Kunst. Vielmehr schien es ein Suchen nach wirklich neuen Dingen gewesen zu sein

[36] ebd. S. 31
[37] ebd., S. 31
[38] Damman 1995, S. 475
[39] Guicciardini 1999, S. 36- 57
[40] nach Mattheson 1739, zit. aus Damman 1995, S. 477f.

Da mit dem Ende des Barock auch die Zeit endete, in der die klassischen Violinmodelle entstanden, soll auf den Proportionsbegriff in späteren Epochen auch nicht weiter eingegangen werden.

4. Die Zahlensymbolik der christlichen Religion

Es war viel die Rede von der Symbolik der Zahlen. Da dieses Wissen aber heute nicht mehr allgemein bekannt ist, soll im Anschluß eine kurze Übersicht folgen.
Neben dem ganz praktischen Gebrauch der Zahlen, verstand man diese als Schlüssel einer göttlichen Ordnung. Aufbauend auf griechischen Überlieferungen entwickelte man eine christliche Auslegung der Zahlensymbolik.
Diese sieht folgendermaßen aus: Gott ist absolute Einheit und Ausgang aller Dinge. In den Zahlen sind die Gesetze alles Geschehens enthalten, aus denen die Dinge der Welt erklärbar sind. Zahlen bestehen aus den geraden und ungeraden, die für das *Begrenzende* und *Begrenzte* stehen. Gerade Zahlen galten, da teilbar ohne Rest in gleiche Teile, als unvollkommen. Ungerade Zahlen hingegen sind nicht ohne Rest in gleiche Teile teilbar. Sie haben also Anfang, Mitte, Ende. In den geraden und ungeraden Zahlen drückt sich der allgemeine Gegensatz aus. Die *Einheit* und die *Vielheit*, das *Weibliche* und das *Männliche*, das *Gute* und das *Böse*, das *Quadrat* und das *Vieleck*, die *Gerade* und die *Ungerade*, usw.
Zahlenverhältnisse wurden bis ins 17. Jh. oft nicht ausgerechnet. Ihnen kam oft nur symbolische Bedeutung zu. Das Zahlenverhältnis 5:3 wurde als *numerus superbipartiens* bezeichnet, was soviel heißt wie: 5 ist 2 (bi) Einheiten über (super) 3.
Boethius teilte die Zahlen in vollkommene, unvollkommene, überschüssige und mangelhafte. Die vollkommenen Zahlen waren 6, 28, 496, da deren Teilersumme der Ausgangszahl entspricht (bei 6 sind die Teiler 1, 2, 3 = 6). Bei überschüssigen Zahlen ist die Summe größer (bei der 12 folglich, 1+2 + 3 + 4 + 6 = 16) und bei mangelhaften kleiner (bei der 8, 1 + 2 + 4 = 7).[41]
In der kirchlichen Baukunst der Romanik, der Gotik und des Barock hatte die Zahlensymbolik eine große Bedeutung.[42]
Die Instrumente der Violinfamilie entstanden in einem Land, welches durch die christliche Religion geprägt war. Darum sollen im folgenden die Zahlen nach deren christlichem Symbolgehalt beschrieben werden.
Es ist davon auszugehen, daß dem Instrumentenbauer in der Regel solch eine Symbolik nicht eindeutig bewußt war. Doch prägte sie eine bestimmte Form der Handhabung von Zahlen.

4.1. Die Eins

Sie gilt als Ursprung, Quelle, Wurzel und Mutter der Zahlen. Alle auf die 1 folgenden Zahlen sind Anhäufungen derselben. So gesehen ist es durch Zu- oder Abnahme einer solchen Einheit möglich, eine Zahl in eine gerade oder ungerade, also rein oder unrein, umzuwandeln.
Schon seit den Pythagoräern und noch bis ins Mittelalter galt die Zahl 1 als unteilbar, als Atom (= Monade).[43] Ableitend von dieser Bedeutung ist die 1 auch Symbol des Herrschers und Schöpfers der Welt.

[41] Heyde 1986, S. 20
[42] Forstner 1977, S. 47f.
[43] Heyde 1986, S. 20

4.2. Die Zwei

Die Zwei ist die erste gerade Zahl und Trennung von der Einheit. Sie bezeichnet die Zweiseitigkeit der Dinge und somit liegt in ihr auch Unrecht verborgen.
In ihrer negativen Auslegung finden Argumente Platz wie: alle unreinen Tiere gingen als Paare auf die Arche.
Die gerade Zahl gilt als unrein. Die Zwei als erste gerade Zahl nach der 1 steht im besonderen Maß für diesen Aspekt.
Positive Erklärung findet sie in den 2 Testamenten, den 2 Gesetzestafeln und die 2 Hauptgebote: „Du sollst den Herrn, deinen Gott, lieben mit deinem ganzen Herzen und mit deiner ganzen Seele und mit deinem ganzen Gemüt.... Du sollst deinen Nächsten lieben wie dich selbst.“ (Matth. 22, 37- 39).[44]

4.3. Die Drei

Die Drei steht in der christlichen Kirche für die Dreieinigkeit. Dreieinigkeit, mit der Gott meist dargestellt wird (Heiliger Geist, Vater, Sohn).
Für viele Völker galt die 3 schon als heilige Zahl. Pythagoras sah in ihr die ungerade Zahl schlechthin. Entstanden aus 1 und 2, des Symbols für die Einheit und des Verdoppelnden und Trennenden. Die 3 hat Anfang, Mitte, Ende. Alle Teile sind eins.
Im Alten Testament wird Gott dreimal heilig genannt (Jesaja 6,3) und dreimal im Jahr soll der Israelit vor seinem Gott erscheinen (2. Mose 23, 17; 34, 23). Nachdem das jüdische Volk aus Ägypten auszog, opferte es am dritten Tag und wurde gereinigt von Gott.
Schließlich erstand Jesus am dritten Tag der Grablegung auf.

4.4. Die Vier

Sie wurde schon während des gesamten Altertums hindurch als die Zahl des Universums betrachtet, welches sich in 4 Himmelsrichtungen ausstreckt. Es ist gebildet aus den 4 Elementen: Erde, Feuer, Wasser und Luft. In der Luft sind 4 Winde vorherrschend und die Zeit wird von 4 Jahreszeiten bestimmt. Selbst die Gesamtzeit des irdischen Geschehens soll aus 4 Weltaltern bestimmt sein. Somit ist die Zahl 4 die typische Zahl der Welt.
Seit Plato sind die 4 Kardinaltugenden mit Weisheit, Gerechtigkeit, Tapferkeit und Besonnenheit definiert. Diese addiert mit den 3 göttlichen Tugenden wiederum, ergäbe dann die Zahl 7.
Im biblischen Text erscheint die Zahl 4 in Form der vier Evangelien und der vier Flüsse, die dem Paradies entströmten. [45]

4.5. Die Fünf

Seit den Pythagoräern gilt die Zahl 5, aus der Verbindung der ersten geraden und ersten ungeraden Zahl (2+3), als die Verbindung zweier Elemente. Somit bekommt sie Symbolcharakter für die Ehe.
Daraus ableitend mußten 5 Freunde des Bräutigams, 5 Freundinnen der Braut und ebensoviele Blutsverwandte der Verlobten zur Hochzeit anwesend sein. Dieser griechische Brauch findet sich etwas versteckt (, wenn man vorhergehendes Kapitel liest und die erwähnten Jünger mitzählt) in der Hochzeit zu Kana (Joh. 1, 35 - 2, 12) wieder. Jesus erscheint mit 5 Jüngern zu diesem Fest und soll somit als der eigentliche Bräutigam verstanden werden.

[44] Forstner 1977, S. 49
[45] Forstner 1977, S. 50f.

Im 19. Psalm wird das Gesetz als hochzeitliche Gabe in fünfteiligen Versen gepriesen.[46]

4.6. Die Sechs

Die Sechszahl gewinnt ihre Bedeutung vor allem darin, daß am sechsten Schöpfungstag der Mensch erschaffen wurde. In der Verdopplung der 3 kommt ihr die Rolle des verstärkenden zu.[47]

4.7. Die Sieben

Neben der 3 und der 4 kommt der 7 besondere Bedeutung zu. Ihren hohen kultischen Stellenwert, schon bei den Germanen, Chinesen, Sumerern, Ägyptern, Babyloniern, den Griechen (vor Pythagoras) und bei den Semiten, läßt sich möglicherweise in den 7 Mondphasen begründen. Hinzu kommen die Naturereignisse der 7 Töne einer Tonleiter, die 7 Farben des Regenbogen und später noch die Entdeckung der 7 Planeten. Weiterhin ging man schon im alten Griechenland von sieben Himmelsphären mit der abschließenden achten, der Sphäre der Fixsterne, aus.
Im biblischen Kontext steht die Zahl 7 für die Einheit aus Leib (4) und Seele (3). Aber auch ganz offensichtlich tritt die Zahl hervor, wenn in der Apokalypse sieben Sendschreiben an sieben Gemeinden geschrieben werden. Weiterhin wird hier von sieben Siegeln, Donnern, Posaunen, Zornschalen, Engeln, Hörnern des Drachen, Königen, Plagen usw. verkündet.[48]
Mit der 7 ist die Kreisteilung nicht möglich, weswegen ihr bei Ptolemäus, Kepler und auch noch bei Mattheson eine Sonderrolle zukam.[49]

4.8. Die Acht

Als Zahl der Vollkommenheit galt schon in der Antike die 8. Allgemein ging man von 7 Planetensphären mit 7 Himmeln aus. Diese wurden von der achten Sphäre, der Fixsternsphäre, begrenzt, der Wohnstätte Gottes.
Das jüdische Volk hat die Anweisung durch Gott, alle männliche Neugeborenen am achten Tag zu beschneiden. Nach 7 Tagen endet eine Woche und eine neue beginnt. Somit ist die 8 auch Neuanfang.
Die Taufe ist die „Beschneidung“ der Christen, nämlich die Beschneidung des Herzens. Darum waren auch die ersten Taufkapellen in Form eines Oktogons gebaut.[50]

4.9. Die Neun

Ein Hinweis, auf eine weit in die Geschichte reichende Symbolhaftigkeit der 9, findet sich schon anläßlich des Todes Plato. Er starb zu seinem 81. Geburtstag. Gelehrte seiner Zeit sahen dies nicht als Zufall. Mit 81 Jahren hatte eine außergewöhnliche Person wie Plato die vollkommenste Lebenszahl (9x 9) erreicht.
In der christlichen Kirche wird dem Wort „Amen“ die Zahl 99 zugeordnet. Sie bildet sich, wenn das Alphabet durchnummeriert wird und diese Zahlen addiert werden: α (1) +μ (40) + η (8) +ν (50).[51]

---

[46] ebd., S. 51
[47] ebd., S. 51f.
[48] ebd., S. 52f.
[49] Heyde 1986, S. 21
[50] ebd., S. 55
[51] ebd.

4.10. Die Zehn

Als Grundlage des Dezimalsystems besitzt die Zehn eine ganz praktische Bedeutung. Außerdem wird ihr eine mythologische Bedeutung als Zahl der Vollkommenheit beigemessen. Sie ist Summe des heiligen Tetras, also Summe der ersten 4 Zahlen (1+2+3+4 = 10). *„Zehn ist Ziel aller Zahlen, die alle, die bis zu ihr fortschreiten, abschließt und begrenzt. Mit Recht wird sie voll und vollkommen genannt: sie umfaßt alles einzelne, ist Regel und Maß aller Zahlen, aller Berechnungen und Harmonien. Die durch Zusammensetzung vermehrten Einheiten enden in Zehn, und wenn sie die Zehnzahl, ihre Mutter und Grenze, überschreiten, wie in der Rennbahn des Zirkus, laufen sie um die `Meta´ herum, bis sie beim zehnten Umkreisen die Zahl Hundert erreichen." (Euseb. De laudib. Constant. 6).*[52]
Im Alten wie im Neuen Testament taucht die Zahl 10 mehrmals auf. Es sind 10 Plagen die Gott über Ägypten (2. Mose 7, 14 - 12, 29) verhing, bevor das jüdische Volk dieses Land verlassen durfte. Gott faßt alle seine Gebote in den 10 Geboten zusammen und er gebietet seinem Volk die Zahlung des Zehnten. Im Neuen Testament wird die Geschichte der 10 Aussätzigen und der 10 Jungfrauen erzählt. In der Schilderung der Apokalypse wird von 10 Tagen der Trübsal der Gemeinde Smyrna geredet (Offb. 2, 10) von den 10 Hörnern die der Satansdrache (Offb.12, 3) und das Tier aus dem Abgrund (Offb. 13, 1) trägt. Weiterhin wird das Tier auf dem die Buhlerin Babylons reitet mit 10 Hörnern beschrieben (Offb. 17, 3.7.16). Diese Hörner symbolisieren 10 Könige, die die Herrschaft übernehmen werden.
Der Mensch wird, nach Ablauf von neun Monaten, im zehnten Monat geboren. Dies ist die gleiche Anzahl der Gesetze Gottes, die er auf die Gesetzestafeln schrieb.[53]

4.11. Die Zwölf

Eine Zahl der Vollständigkeit und Lückenlosigkeit ist die Zwölf. Da sie als Teiler die 3 und die 4 hat, kommt auch ihr wie der 7 besondere Bedeutung zu, als die symbolische Verbindung des Himmlischen und Irdischen.
In Babylon, Ägypten und später bei den Römern rechnete man schon mit einer Zeiteinteilung von 12 Monaten. Ebenso wurde der Himmel in 12 Regionen mit jeweils einem Tierkreis eingeteilt. Der Tag hat 12 Stunden und ebenso die Nacht.
Im biblischen Text wird sowohl im Alten wie auch im Neuen Testament die Zwölfzahl häufig verwendet. Die 12 Söhne Jakobs sind die Stammväter des Volkes Israel und 12 Kundschafter
- aus jedem Volk einer - wurde ausgesandt, um das neue Land auszukundschaften (4. Mose 1, 23). Anstelle der 12 Söhne erwählte sich Jesus 12 Apostel unter seinen Jüngern.
Besonders häufig taucht diese Zahl noch einmal in der Apokalypse auf. Das himmlische Jerusalem wird von einer Mauer umgeben in der sich 12 Tore (3 Tore im Norden, Osten, Süden, Westen) befinden, auf denen 12 Engel stehen (Offb. 21, 12-14). Diese Mauer ruht auf 12 Grundsteinen, die wiederum aus 12 Edelsteinen bestehen. In den Toren sind die Namen der 12 Stammväter und der 12 Apostel eingetragen. Die Stadt mißt 12000 Stadien und die Mauer 144 (12x12) Ellen. In der Stadt steht der Baum des Lebens mit 12 Früchten, die monatlich blühen.[54]

---

[52] zit. aus Forstner 1977, S. 56
[53] ebd.
[54] Forstner 1977, S. 56f.

Obwohl schon lange bekannt, wurde erst im 18. Jh. damit begonnen, daß praktischere System dem der Dezimalteilung vorzuziehen. Ursachen lagen sicherlich in der religiösen Bedeutung der Zahl 12.

4.12. Die Dreiunddreißig

Der 33 kommt insofern Bedeutung zu, da dies das Lebensalter Jesu war.

4.13. Die Vierzig

In der Heiligen Schrift steht die 40 oft in Verbindung mit Fasten, Buße, Ausdauern und dem Neuanfang.
So fastete Jesus 40 Tage in der Wüste und widersteht den drei Versuchungen des Teufels. Der Prophet Elija wanderte 40 Tage durch die Wüste, nachdem er von einem Engel mit Speis und Trank versorgt wurde (1. Kön. 19, 8). Der Prophet Jona predigte Ninive den Untergang, worauf diese 40 Tage Buße tut und darafhin verschont blieb (Jon. 3). Nach ebenfalls vierzig Tagen erhält Mose die Gesetzestafeln von Gott auf dem Berg Sinai (2. Mose 24, 18).
Das Zeichen des Neuanfangs liegt im Ende der vierzigtägigen Sintflut und dem Ende der vierzigjährigen Wüstenwanderung des Volkes Israels.
Die 40 (10x4) symbolisiert weiterhin die Vereinigung der „vollkommenen Seligkeit“ (10) und dem Irdischen (4).[55]

4.14. Die Fünfzig

Das fünfzigste Jahr ist ein Jubeljahr. Da es auf 7 x 7 Sabbatjahre folgt, ist es ein Freudenjahr. Jeder soll wieder zu seinem Besitz gelangen. Sklaven sollen freigelassen werden , Schulden erlassen und es soll von der Arbeit ausgeruht werden (2. Mose 25).
Am 50. Tag nach Beginn der Ernte, soll Israel vor dem Herrn erscheinen. Und das erste Pfingstfest fand 10 Tage nach Christi Himmelfahrt, nachdem er nach der Grabauferstehung 40 Tage unter seinen Jüngern weilte. Die 50 gilt also als Zahl der Freude und des Festes.[56]

4.15. Die Hundert und die Tausend

Die Hundert, als das vollkommen Gute, wird in der Parabel des verlorenen Schafes symbolisiert. Der gute Hirte sucht das eine verlorene Schaf und läßt die anderen 99 zurück. Erst dann ist die Zahl voll.
Die Hundert geht in der Tausend auf. Die Tausend läßt sich zehn mal durch die Hundert teilen und ist somit eine vollkommene und volle Zahl.[57]

5. Angewandte Geometrie im Streichinstrumentenbau

Nachdem im vorhergehenden Kapitel über das Verständnis von Zahlen gesprochen wurde, soll im nächsten Kapitel ähnliches über geometrische Körper geschehen. Zum einen sollen geometrische Gebilde beschrieben werden, die Grundlage für Streichinstrumente sein konnten. Zum anderen

[55] ebd., S. 58f.
[56] ebd., S. 59
[57] ebd., S. 60

sollen semantische Bedeutungen, die diesen Gebilden zugesprochen wurden, besprochen werden.
Geometrische Figuren waren die Verkörperung der unkörperlichen Zahl. Für Plato waren sie schon das Substrat, aus denen der Schöpfer die Welt erschuf. Seine platonischen Körper bildete er aus Dreiecken. Also aus einem einfachen geometrischen Körper, der auch in Zahlen leicht zu umschreiben ist.
Dieser enge Zusammenhang zwischen Zahl und Körper wird in folgendem Zitat verständlich: „Alle Wesen haben Gestalten, weil sie Zahlen haben; nimm ihnen diese und sie werden nichts sein. Woher anders sind sie also, als daher, woher die Zahl ? Ist doch in ihnen so viel vom Sein, als sie abgemessen (*numerosa*) sind.“[58]
Der Autor beschränkt sich im nächsten Kapitel bewußt nur auf geometrische Fragen, die unbedingt zum Verständnis verschiedener Geigenkonstruktionen nötig sind. _

5.1. Der Kreis und die Kugel

Da alle Punkte der Kreislinie gleich weit vom Zentrum entfernt sind, wurde ihr das Prädikat einer Figur *höchster Ruhe mit angespannter Kraft*, die somit die Fülle (πληςωμα) und Vollkommenheit darstellt, zugesprochen. Die Kreislinie hat kein Anfang und Ende. Aus dem Kreis lassen sich alle weiteren geometrischen Figuren entwickeln und aus der Kugel alle regulären Körper.
Somit ist der Kreis und die Kugel auch Ausdruck der Ewigkeit und des Naturkreislaufes.[59]
Für die Nutzung eines Kreises als Grundlage einer Geigenkonstruktion fand der Autor bisher noch keine Hinweise. Einzige Ausnahme ist die Geigenkonstruktion von Otto Möckel (1869 - 1937). Bei dieser Methode ist der Kreis Grundlage für ein Pentagramm, auf welchem dann die weitere Konstruktion fortgeführt wird.
Was hingegen häufiger genutzt wurde, waren Kreisbögen, Spiralen und Kreise innerhalb einer Konstruktion, zur Findung einzelner Punkte.

5.2. Das Rechteck, das Quadrat und der Würfel

Für Plato strahlte der Würfel Ruhe, Festigkeit und Stabilität aus und war somit das geeignete Symbol der Erde. In christlicher Interpretation wird die Vierzahl, die im Würfel steckt, betont und meint somit auch das Irdische. Dadurch, daß alle Seiten und Winkel gleich sind ist es ebenso Zeichen der Gerechtigkeit.[60]
Als grundlegende Figur kommt dem Quadrat elementare Funktion in der Gestaltungslehre zu.
Aus diesem ließen sich verschiedene Rechtecke entwickeln. Bevorzugt waren Rechtecke mit bestimmten Seitenverhältnissen (, also deren Seitenlängen ein bestimmtes Verhältnis wie z.B. 3:4 erfüllten). Insgesamt 7, als die wohlproportioniertesten, gibt Gualthar Rivius und andere Theoretiker und Baumeister an. Das erste davon war das Quadrat selbst. Weiter gehörten Rechtecke dazu deren eine Seite um 1/4, 1/3, 1/2 oder 2/3 höher ist, das Doppelquadrat und ein Rechteck (= *Diagon*, *oder proporcion Diagonal* [Rivius])dessen Langseite der Diagonale des Quadrat entspricht, aus welchem es gebildet wurde.

---

[58] Augustinus, De libero arbitrio, Lb II, 16/43; PL 32, 1263, zit. aus Forstner 1977, S. 60
[59] Forstner 1977, S. 61f.
[60] Forstner 1977, S. 64f.

Im Streichinstrumentenbau ist das Rechteck meist Grundlage der Konstruktion. Dabei findet man häufig Rechtecke, die im Verhältnis des *Goldenen Schnittes* stehen. Außerdem wurden neue Rechtecke aus einem anderen abgeleitet. Dadurch konnten z.B. bestimmte Punkte innerhalb der Konstruktion gefunden werden, wie z.B. die oberen Ecken.

5.3. Die Spirale

Die Spirale findet sich schon auf steinzeitlichen Felseinritzungen. Zum einen war sie das Zeichen der vegetabilischen und organischen Fruchtbarkeit, zum anderen das Zeichen der
Sonne als Beherrscherin der Zeitenläufe. In ihr kann das Aufwärtstreben von Generationen gesehen werden oder auch die Energie und Kraft einer Feder oder die Spirale wie des Leonardo da Vinci.
In christlicher Deutung wird sie als das Individuum, welches sich zurückzieht und auf Gott besinnt oder aber umgekehrt und sich öffnet und Gott hinwendet, gesehen.[61]
Ob Geigenschnecken tatsächlich konstruiert wurden ist nicht überliefert. Das zeichnerische Verfahren zum Konstruieren einer Spirale war aber spätestens seit Archimedes bekannt.[62]

5.4. Der Goldene Schnitt

Der *Goldene Schnitt* teilt eine Strecke so, daß der größere Teil (Major) sich zum kleineren Teil (Minor) verhält, wie die Gesamtstrecke zum Major. Der Umrechnungsfaktor ist 0,618.
Ob die Ägypter beim Bau der Cheops-pyramide (Grabmal des König Cheop

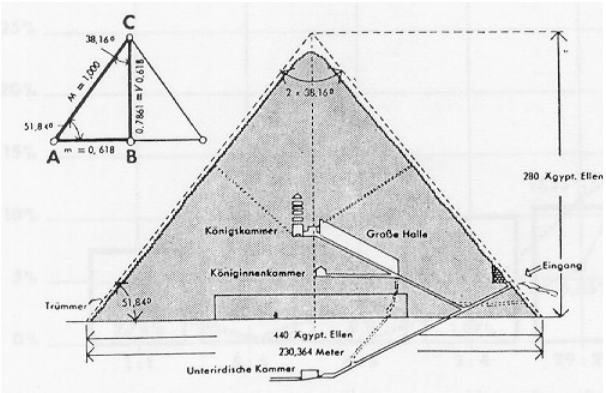
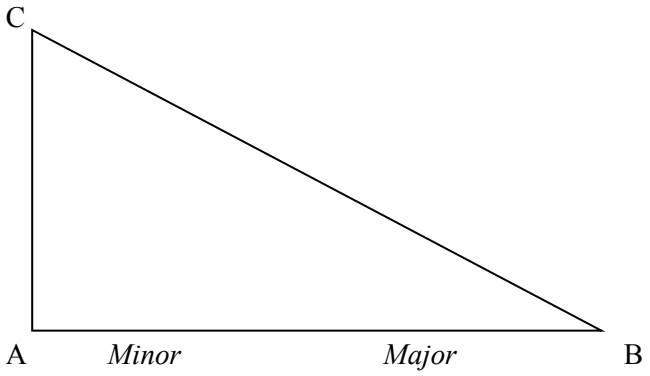


Abb.7: Keplers Dreieck und die entsprechenden Abmessungen der Cheopspyramide

bei Giseh, lebte um 2551- 2528 v. Ch.) den *Goldenen Schnitt* schon kannten, ist nicht bekannt. Bekannt hingegen ist, daß sie im Aufbau dem „Keplerschen Dreieck“ gleicht (Abb.: 7) (Dieses nach Johannes Kepler (1571- 1630) benannte Dreieck, ist ein rechtwinkliges Dreieck. Die kürzere Kathete bei diesem Dreieck hat die Länge des Major der Hypotenuse und Hypotenuse und Major zusammen ergeben die doppelte Länge der längeren Kathete).[63]
Die erste schriftliche Erwähnung, die als Definierung des *Goldenen Schnittes* gelten kann, findet sich im antiken Griechenland. Plato schrieb in seinem Werk *Timaios*: *„Daß zwei Dinge sich auf eine schöne Art vereinigen ohne ein drittes, ist unmöglich. Denn es muß ein Band zwischen ihnen entstehen, das sie vereinigt. Das kann die Proportion am besten vollbringen. Denn wenn von irgend drei Zahlen die mittlere sich zu der kleinsten verhält, wie die größte zu der mittleren selbst und umgekehrt, die kleinste zu der mittleren wie die mittlere zur größten, dann wird das Letzte und Erste das Mittlere und das*

[61] ebd., S. 63f.
[62] Heyde 1986, S. 64
[63] Neufert, S. S. 42

Mittlere Erstes und Letztes, alles wird also mit Notwendigkeit dasselbe, und da es dasselbe wird, bildet es ein Einziges.“ [64]



AC = ½ AB

- Rechteck 1:2
- Diagonale DA über A um die Strecke CD in Punkt E verlängern
- Strecke ½ DE ist der Minor von Strecke AC

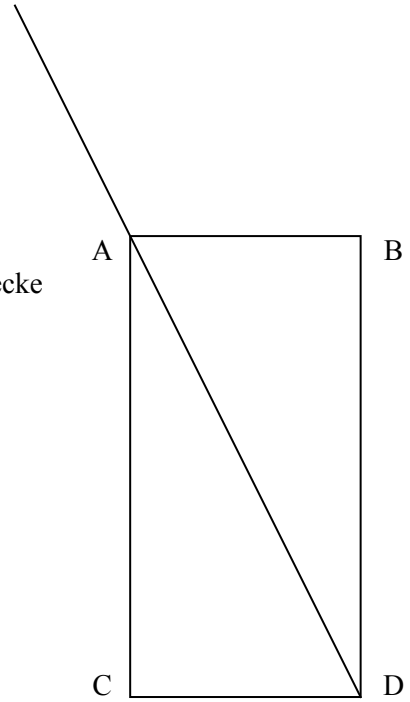
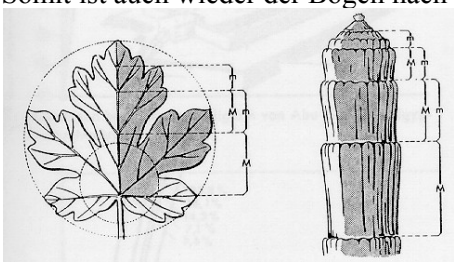


Abb.6: Konstruktionen des Goldenen Schnittes

Es ist aber davon auszugehen, daß das Bewußtsein für diese Proportion schon vor Platos Schaffenszeit bestand. Als Lehrmeister Platos gilt u.a. Timäus von Lokri, der ein Schüler Pythagoras war. Somit ist auch wieder der Bogen nach Ägyptern geschlagen, wo Pythagoras sich für mindestens zwei Reisen aufhielt.

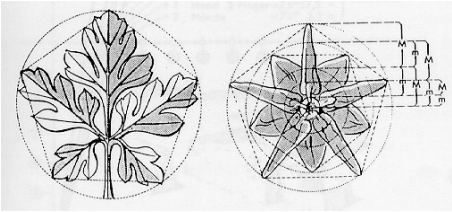
Als ein Grundbegriff der Proportion beschrieb erst Euklid den *Goldenen Schnitt* (um etwa 300 v. Ch) in seinen *Elementen*, gab ihm aber noch keinen Namen. Etwa 300 Jahre später schrieb der römische Gelehrte über die griechische Baukunst, daß diese sich



Hahnenfuß *Schachtelhalm*

[64] Plato: Timaios, Kap. VII; zit. aus Neufert, S. 40

stark an menschlichen Proportionen orientiert. Im Aufbau des Menschen findet sich häufig der *Goldene Schnitt*. Das belegen Untersuchungen aus dem 19. Jh. von Dr. Adolf Zeising und J.Bochenek. Außerdem findet sich der *Goldene Schnitt* im Aufbau von Tieren und Pflanzen (siehe Abb. 8).[65]



Anemone *Seidenpflanze*

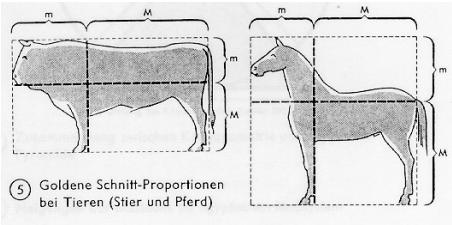


Abb.8: Goldener Schnitt–Untersuchungen an Pflanzen und Tieren, durch Dr. A. Zeising

Das erste Buch über den *Goldenen Schnitt* veröffentlicht Luca Pacioli. In dem 1509 erschienenem Buch wird der *Goldene Schnitt* als *Divina proportione* bezeichnet. Zu diesem Buch fertigte Leonardo da Vinci erläuternde Zeichnungen an.[66] Im 17. Jh. beschreibt J. Kepler. erneut den *Goldenen Schnitt* und gibt ihm den Namen *Sectio Divina* oder auch *Sectio Proportionalis*. Er wies in dieser Schrift in kosmischen Bewegungen und Entfernungen den *Goldenen Schnitt* nach.[67]
Die Bezeichnung „Goldener Schnitt" kam erst nach 1820 auf.[68]
Herbert Heyde vertritt in seinem 1986 erschienen Buch *Musikinstrumentenbau* (S. 57) die Ansicht, daß der *Goldene Schnitt* im Instrumentenbau relativ selten verwendet wurde. Hauptsächlich wurde er in Form des *Goldenen Rechtecks* (Seitenlängen im Verhältnis von = 0.618) und in Form der Zahlenreihen verwendet.

5.5. Die Goldenen Zahlenreihen

Goldene Zahlenreihen sind Folgen von Zahlen, die zueinander im Verhältnis der Goldenen Teilung stehen. Diese Zahlenfolgen sind so aufgebaut, daß eine Zahl der Summe der beiden vorhergehenden entspricht. Für den Instrumentenbau sind 4 Zahlenreihen nachweisbar [69]:

1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, ...(Zahlenreihe des Fibonacci)
1, 3, 4, 7, 11, 18, 29, 47, 76, 123, 199, ...
1, 4, 5, 9, 14, 23, 37, 60, 97, 157, 254, ...
1, 5, 6, 11, 17, 28, 45, 73, 118, 191, 309, ...

Der erwähnte Mathematiker Fibonacci (1170- 1240), eigtl. Leonardo von Pisa, beschrieb die oben als erste genannte Zahlenreihe in seinem 1202 erschienenem Werk *Liber abaci*. Im 18. und 19. Jh. war diese vor allem unter dem Namen *Laméesche Zahlenreihe* bekannt.[70]
Vorteil dieser Zahlenreihen ist es, daß die Zahlen mit steigenden Zahlenwerten im zunehmend exakteren Verhältnis der Goldenen Teilung (= 0,618) stehen. Dies trifft im besonderen für die „Zahlenreihe des Fibonacci"

[65] Neufert (o.J.), S. 41
[66] ebd., S. 54
[67] ebd., S. 42
[68] Heyde 1986, S. 18
[69] ebd., S. 61
[70] Heyde 1986, S. 21

zu. Diese und die oben als zweite aufgeführte Zahlenreihe waren es auch, die seit Arnold von Zwolle am häufigsten angeführt werden.[71]

1: 2 = 0,5	1: 3 = 0,333
2: 3 = 0, 666	3: 4 = 0,75
3: 5 = 0,6	4: 7 = 0,571
5: 8 = 0,625	7: 11= 0, 636
8: 13 = 0, 615	11: 18 = 0,61
13: 21= 0,619	18: 29 = 0,629
21: 34= 0,617	29: 47 = 0,617
34: 55= 0,618	47:76 = 0,618

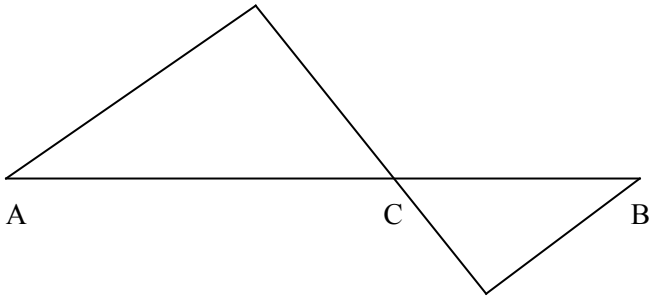
Genutzt wurden diese Zahlenreihen meist nur in wenigen Gliedern. So kommt beispielsweise das Verhältnis 5: 8 häufiger vor. Um diese praxistauglicher zu machen, wurden Zollmaße, die der Handwerker kannte, mit den Zahlen der Zahlenreihe multipliziert. So daß der Handwerker in den seltensten Fällen die einzelnen Zahlen verwendete, sondern Vielfache aus Zahlen der Zahlenreihe und dem Zollmaß.[72] Überhaupt lassen sich daraus wieder neue Reihen bilden wie z.B. auf 5 ($5^2 = 25$, $5^3 = 125$).[73]

125 250 375 625 1000 1625 2625 4250

1 2 3 5 8 13 21 34 ...

5.6. Streckenteilung in gleiche Teile oder in Verhältnissen

Das Teilen einer Strecke in Verhältnisse gleicher Teile wurde im Instrumentenbau wohl hauptsächlich bei der Herstellung von Klaviaturen und Windladenmaßen verwendet (Abb. 9).[74]
Auf eine einfache geometrische Art und Weise ist es ebenso möglich eine Strecke in beliebig viele gleiche Teile zu teilen (Abb. 10).



[71] ebd., S. 61
[72] Heyde 1986, S. 61
[73] Neufert, S. 47
[74] Heyde 1986, S. 57

Abb. 9: Teilung einer Strecke im Verhältnis 5:8

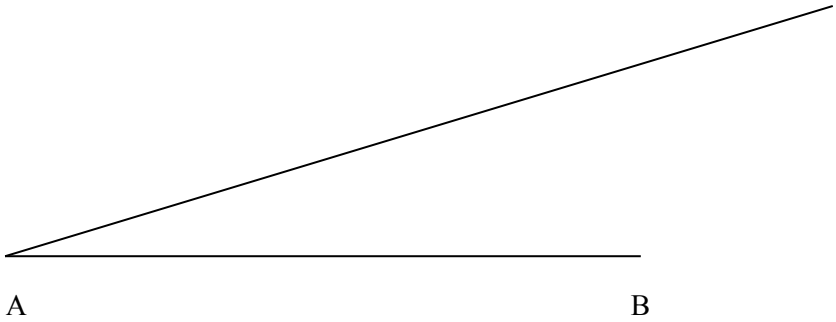


Abb. 10: Teilung einer Strecke in 5 gleiche Teile

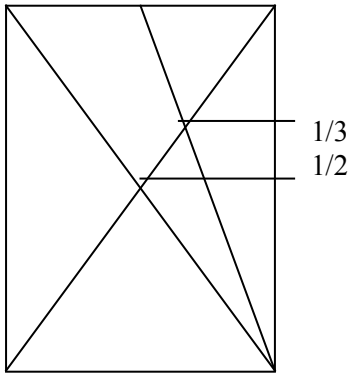


Abb.11: Halbieren und Dritteln eines Rechteckes

5.7. Halbieren und Dritteln

Das Halbieren und Dritteln von Rechtecken wird schon im Bauhüttenbuch des Villard de Honnecourt um 1240 beschrieben.
Durch einfache Diagonalenzeichnung läßt sich die Höhe des Rechteckes dritteln oder halbieren (Abb.10). Diese Methode wurde vermutlich häufiger im Streichinstrumentenbau verwendet. Nachträglich lassen sich in den aus den aus den Umrißen verschiedener Geigen (und Celli) entwickelten Rechtecken (a= Gesamtlänge Korpus, b= maximale Breite des Korpus) genau an den Punkten der gedrittelten Höhe häufig die oberen Ecken finden.

5.8. Proportionale Größenänderung

Mittels des Strahlensatzes lassen sich Strecken, und daraus ableitend Körper proportional verkleinern wie auch vergrößern. Diese Methode wurde in

Geometriebüchern des 16. Jh. ausführlich beschrieben. Albrecht Dürer beschreibt in der *Underweysung der Messung mit dem Zirckel und dem Richtscheyd* (1525, 4. Buch, Abb. *52*) mehrere Methoden zur gleichmäßigen Größenänderung eines Würfels. Eine davon ist jene mittels des Strahlensatzes. Unter der Bezeichnung *Triangulum aequilaterum* geben Marin Mersenne (1588- 1648)[75] und Athanasius Kircher (1601- 1680) [76]diese Methode zur Dimensionierung von Orgelpfeifenweiten an.[77]
Im Gitarrenbau wird diese Methode heute noch zur Bestimmung der Bundabstände verwendet.

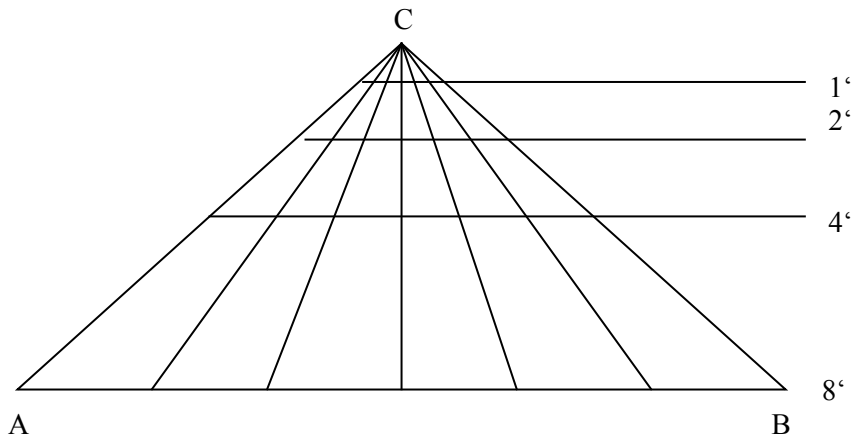


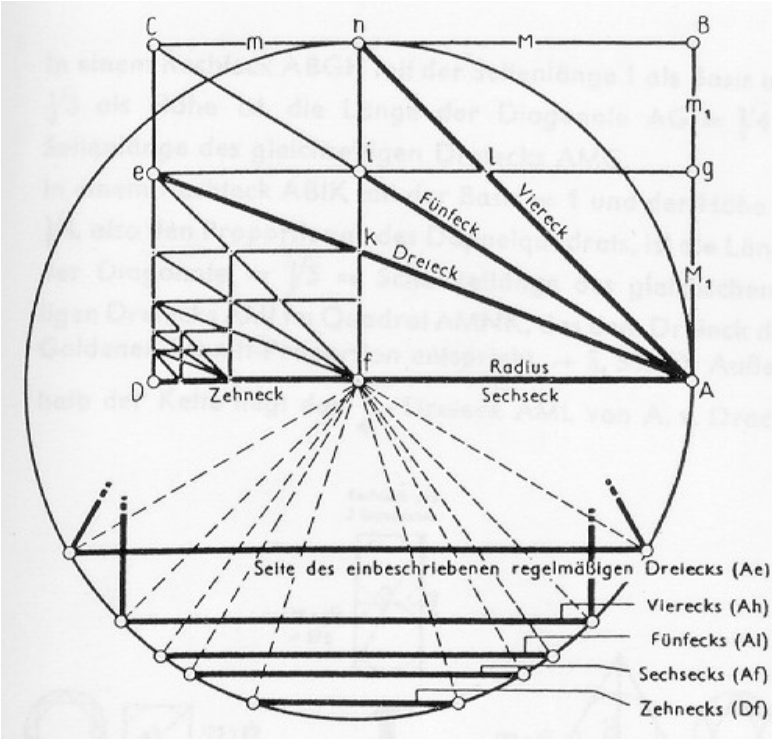
Abb. 12: Konstruktion zur Ermittlung der Orgelpfeifenweiten

5.9. Kreisgeometrie und der Goldene Schnitt

In besonderer Beziehung stehen der Kreis und alle regelmäßigen Vierecke. Ausgehend vom Quadrat, dessen Seitenlänge der Radius eines Kreises darstellt, lassen sich aus diesem Quadrat alle dem Kreis zugehörigen Vielecke

[75] Mersenne, M.: Harmonie universelle, Paris 1636, nach Heyde 1986, S. 58
[76] Kircher, A.: Musurgia, Rom 1650, nach Heyde 1986, S. 58
[77] Heyde 1986, S. 58

Abb.13: Sprossung der Vieleck-proportionen aus dem Rechteck im Goldenen-Schnitt-Verhältnis, proportionale Teilung als Ursprung der regulären Vielecke, nach Dr. A. Zeising



konstruieren. Diese lassen sich konstruieren, wenn das Quadrat im „Goldenen Schnitt“ vergrößert bzw. geteilt wird (Abb. 13).
Diese Untersuchung hat A. Zeising um 1854 dargestellt. Leider ist es nicht gelungen festzustellen, ob diese Zusammenhänge schon vor dem 19. Jh. bekannt waren. Dies muß in zukünftiger Arbeit noch geklärt werden. Aufgrund der hochentwickelten Geometrie der griechischen Antike kann aber vermutet werden, daß dieses Wissen schon damals vorherrschte.

6. Umrißkonstruktionen der Violine

6.1. Hinweise auf Geigenkonstruktionen vor 1782

Wie schon anderer Stelle angedeutet, sind Umrißkonstruktionen für Instrumente der Violinfamilie vor 1782 nicht überliefert. Was erhalten ist, sind u.a. Schablonen, Umrißmodelle, und Konstruktionszeichnungen für die Positionierung der F- Löcher (Abb.14).
Im Jahre 1941 veröffentlichte Euro Peluzzi (Mailand) sein Buch: „Antonio Stradivari ha parlato“. Er berichtet in diesem über den Fund einer Arbeitsschablone A. Stradivaris auf der verschiedene Linien, 3 konzentrische Kreise gezeichnet und über 20 Zahlen geschrieben sind. Peluzzi vertrat die Ansicht, daß dies der Beweis sei, daß Stradivari seine Formen geometrisch, konstruktiv entwickelte. Allerdings wurden Zweifel an der Echtheit dieser Aufzeichnungen laut, da die verwendeten Zahlen noch nicht üblich für die damalige Zeit waren und zum anderen diese mit einer Stahlfeder geschrieben wurden waren, welche aber zu dieser Zeit noch nicht bekannt gewesen sein sollen. [78]
Aus der Werkstatt des A. Stradivari sind Zeichnungen zur Konstruktion der F - Löcher und Umrißschablonen einzelner Instrumente erhalten. Im wesentlichen sind dies die einzig erhaltenen Belege, die darauf hinweisen

[78] Kolneder 1972, S. 147f.

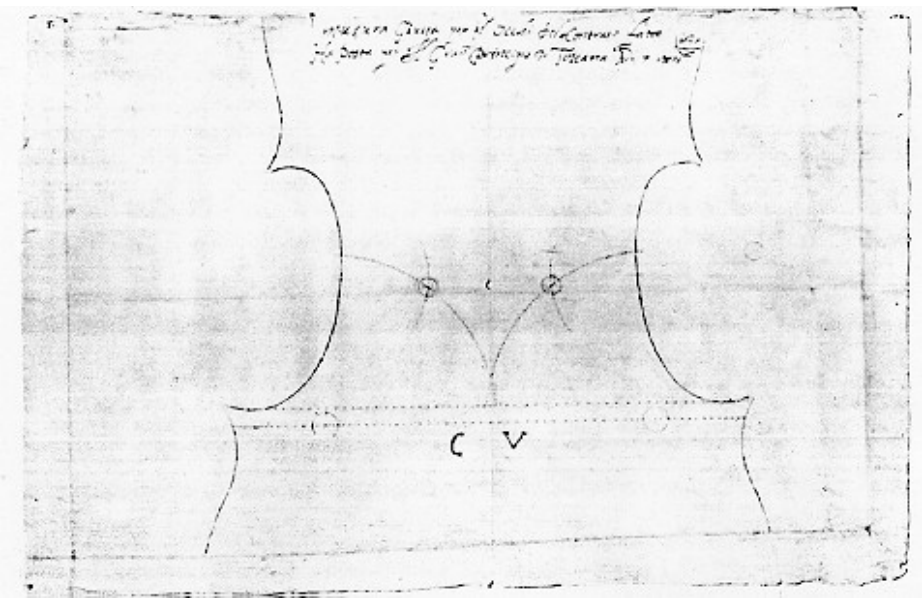


Abb. 14: Konstruktion der F – Löcher durch A. Stradivari

könnten, daß in früheren Zeiten (also vor 1782) Geigenmodelle konstruiert wurden. Trotzdem sollte dieser Fakt nun nicht zu der Schlußfolgerung führen, daß das Konstruieren kein gängige Praxis war und Proportionen keine oder nur eine geringe Rolle spielten. Es gibt verschiedene Gründe, die das Konstruieren von Geigenumrissen möglich erscheinen lassen. Vor allem spricht das Proportionsverständnis in Philosophie und Kunst vom Mittelalter bis zum Barock dafür. Ein direkter schriftlicher Verweis auf das Konstruieren im Geigenbau ist in Leopold Mozarts (1719- 1787) *Violinschule* erhalten. Das Buch entstand 1756 mit dem Beginn der Klassik, also einer Zeit größerer Umbrüche, sowohl des Musikgeschmackes wie auch des Geschmackes in Kunst und Architektur. Den qualitativen Rückgang der Violinen begründet Mozart mit dem Rückgang der proportional- mathematischen Prinzipien im Geigenbau. Klanglich wertvolle Instrumente werden seiner Meinung nach, *„durch ein richtiges System, wie eigentlich die Theile einer Geige sich gegen einander regelmäßig verhalten sollen“* hergestellt. Dies kann *„mit Hülfe der Mathematik mit der Beyziehung eines guten Geigenmachers“* geschehen.[79] Verwiesen sei auch noch einmal auf das schon erwähnte Zitat Praetorius im Kapitel 3.2.3.

Warum also keine Konstruktionen erhalten sind, kann verschiedene Gründe haben. Zum einen könnten die Zeichnungen direkt auf das zu verarbeitende Holz gezeichnet worden sein. Da Schreibmaterial ein kostbares Material war, erscheint dies zweckmäßig. Zum anderen können unter Wahrung des Werkstattgeheimnisses Aufzeichnungen fehlen. Hinweise, daß die Schweigepflicht streng eingefordert wurde, sind u.a. überlieferte Zunftschriften. So erschienen 1459 und 1563 in Straßburg die Ordnungen und Artikel der Haupthütten (Architekten und Bauleute). In diesen Verordnungen wurde das Bewahren der Hüttengeheimnisse eingefordert. Verstöße konnten mit der Todesstrafe geahndet werden, wie im Falle des Dombaumeisters Wolfgang Roritzer und dem Bildschnitzer Michael Loy aus Regensburg im Jahre 1514.[80]

[79] Heyde 1986, S. 29
[80] Neufert (o.J.), S. 54

Bei der Suche nach einer Antwort ob Violinen konstruiert worden, ist auch die Verbindung zwischen Handwerkern/ Geigenbauern und Mathematikern oder Zeichnern zu suchen.
Aus dem Jahr 1564 ist ein Augsburger Rechtsstreit überliefert, der für diese Frage interessant sein kann. In seiner Klagesache schreibt der Schreiner Peter Heyß, daß es jederzeit „gebräuchig war", wenn Schreiner sich für ihre Arbeit die nötigen Zeichnungen anfertigen lassen, wie sie auch mit Vergoldern, Ätzern, Schlossern, Drechslern und Vergoldern zusammenarbeiten. Auch wenn hier keine Instrumentenbauer erwähnt werden, so doch die gängige Praxis, Zeichnungen von ausgebildeten Zeichnern anfertigen zu lassen. Das dies auch für den Geigenbau zutreffen kann, ist nicht auszuschließen.
Weiterhin sind Personen bekannt, die Instrumentenbauer waren und gleichzeitig gute mathematische Kenntnisse besaßen. Einer dieser Persönlichkeiten war der Florentiner Architekt, Kriegsbaumeister und Ratsmusikant Giovanni Cellini (um 1460 - um 1527/28). Sein Sohn Benvenuto Cellini schrieb in seiner Autobiographie über ihn: *„Mein Vater machte zu selbiger Zeit wundersame Orgeln mit hölzernen Pfeifen, Cembali, so schön und gut, als man sie nur damals sehen konnte, Violen, Lauten und Harfen auf das beste."* [81] Ein weiteres Beispiel ist der Franziskanermönch Dardellli, der Ende des 15. Jh. Hersteller von Streichinstrumenten und Lauten war. Angeblich soll er eine Laute für die Herzogin von Mantua gebaut haben, was als Hinweis verstanden werden kann, daß er hochwertige Instrumente baute.[82]
Bevor der Gamben- und Lautenbauer Joachim Tielke seinen Beruf ausübte, studierte er einige Zeit an der Leidener Universität. Hier wurde er auch mit den akustischen Lehren des Galileo Galilei (1564- 1642) bekannt. Durch diese beeinflußt, gestaltete er auch die Beleistung seiner Lauteninstrumente. Ebenfalls immatrikuliert an der Leidener Universität war der Leipziger Gottfried Hoffmann.[83]

6.2. Bildungsmöglichkeiten für Musikinstrumentenbauer

Den meisten Instrumentenbauern war es nicht vergönnt eine Ausbildung an einer Universität zu erhalten. In der Regel mußten sie sich mit dem Werkstattwissen begnügen, welches ihnen während der Lehr- und Gesellenjahre vermittelt wurde.
Erst im 19. Jh. wurden Gewerbeschulen für den Geigenbau eröffnet (1858 Mittenwald, 1873 Schönbach, 1887 Schwerin), in welchen übrigens das Zeichnen auch Lehrfach war.[84]
Ausgehend vom 14. Jh., in welchem sich ein bemerkenswerter Fortschritt, bezüglich der Qualität der Musiker wie auch der Instrumente vollzog, soll ein grober Überblick der Bildungschancen einfacher Musikinstrumentenbauer gegeben werden.
Bedingt durch den wirtschaftlichen Aufschwung der Renaissance, gewinnen der Adel und das Bürgertum mit seinem Patriziat, an Reichtum. Die Kultur gewinnt an Beachtung und Bedeutung. Mit dem gewachsenen Reichtum werden auch Musikinstrumente gewünscht, die diesem Reichtum gerecht werden. Diese Entwicklung fand etwas später in den Ländern nördlich der Alpen statt. Mit diesem „Erwachen" entstand auch immer mehr der Bedarf nach schulischer Bildung. Obwohl die erste Universität 1119 in Bologna

[81] Leben des Benvenuto Cellini, Rowohlts Klassiker 22/23, Hamburg 1957, S.13, zit. aus Heyde 1986, S. 55
[82] Heyde 1986, S. 55
[83] Heyde 1986, S. 56
[84] ebd.

(erste deutsche Universität 1348 in Prag) [85] eröffnet wurde, waren es noch lange Zeit die Mönche, die in der Regel die Wissenschaften vertraten. Erst als im 13. Jh. *Fahrende Scholare* begannen Schreibschulen zu eröffnen, wird es auch den einfacheren Bevölkerungsschichten möglich, Kenntnisse im Lesen und Schreiben zu erlangen. In erster Linie waren es Kinder von Handelsleuten. Im 15. Jh. wurde der Unterricht teilweise durch Rechenmeister erweitert. [86]
So wurde es auch mehr und mehr möglich, daß Instrumentenbauer Kenntnisse in Lesen und Schreiben und der Mathematik erwerben konnten. Neben den Schreibschulen entwickelten sich noch sogenannte *Winkelschulen*, private Schulen, die ebenfalls hauptsächlich von den Kindern der Handelsleute besucht worden.[87]
Um 1500 waren nur ca. 1 % - 3,4 % der Bevölkerung (meist Geistliche und akademisch Gebildete) Alphabeten. Aufgrund der Schulen konnte sich diese Situation verbessern.[88] Der *Dreißigjährige Krieg* verschlechterte diese Situation wieder und möglicherweise wurde als Reaktion darauf, in einigen Ländern begonnen, die Schulpflicht einzuführen. So geschah dies in Deutschland 1642 in Sachsen- Coburg- Gotha, 1649 in Württemberg, 1662 in Brandenburg, 1717 und 1736 in Preußen und 1802 in Bayern.[89]
Diese Maßnahmen hatten aber nicht den gewünschten Erfolg, da es sich viele Familien nicht leisten konnten, ihre Kinder auf Schulen zu schicken. Für die Zeit des 15. – 16. Jh. ist folgende Bevölkerungszusammensetzung überliefert: 1. Patrizier (v.a. Kaufleute, Verleger, Unternehmer, reiche Zunftmeister, hohe Kleriker); 2. nichtpatrizische Kaufleute, wohlhabende Handwerker, Priester, Kantoren, Beamte, Krämer; 3. arme Handwerker, Ackerbürger, Schreiber, Mönche; 4. Gesellen, Knechte, Mägde, Tagelöhner, Spielleute, Bierfiedler, Marktfrauen, Bettler. Die letztgenannte Bevölkerungsschicht machte im 16. Jh. in den größeren Städten 50- 60 % aus.[90] Auch bis zum 19. Jh. änderte sich in der sozialen Stellung der Instrumentenbauer nicht viel. Sie gehörten immer zur klein- und mittelbürgerlichen Schicht, wobei dies nichts über finanzielle Möglichkeiten einzelner Instrumentenbauer aussagt. So konnten einzelne Vertreter sehr reich werden, hingegen andere völlig verarmt waren. Allgemein ist zu den Geigenbauern zu sagen, daß diese nie zu den Reichsten innerhalb der Instrumentenbauer gehörten. Sie führten in der Regel eine kleinbürgeriche Existenz.[91]

6.3. Vorstellen der Umrißkonstruktionen

Nachdem in einem langen Vorwort zu diesem Kapitel die theoretischen Kenntnisse eines Geigenbauers betrachtet wurden, sollen nun die eigentlichen Konstruktionsvorschläge folgen.
Die älteste erhaltene Konstruktionsanweisung, ist die des Antonio Bagatella/ Padua Das erstmalige an seiner 1782 erschienenen Schrift ist das Ziel, daß „Konstruktionsgeheimnis“ der Cremoneser Geigenbauer wieder zu entdecken. Alle anderen, von mir bekannten Konstruktionsanweisungen, stammen im wesentlichen aus dem jüngst abgelaufenen Jahrhundert

[85] Meyers Großes Handlexikon 1996
[86] Heyde 1986, S. 53
[87] ebd.
[88] ebd., S.54
[89] ebd.
[90] Heyde 1986, S. 14
[91] ebd., S. 50

(Noch eine Bemerkung zur Handhabung dieser Anleitungen: Ich habe versucht in kurzer Form diese wiederzugeben. Ich habe mich also nur auf die unbedingt nötigen Angaben beschränkt. Bei einer evtl. intensiveren Beschäftigung mit diesem Thema, ist es unbedingt erforderlich, die Originaltexte zu lesen).

6.3.1. Die Konstruktion des Antonio Bagatella (1782)

Antonio Bagatella (1716 - 1806), der erst nach seinem zwanzigstem Lebensjahr als Autodidakt mit dem Geigenbau begann, befaßte sich scheinbar aus eigenem Antrieb mit dem Konstruieren von Geigen. Über die Arbeitsweise der alten Cremoneser Meister war zu dieser Zeit offensichtlich nur noch sehr wenig bekannt. Erstmalig an der Schrift des Bagatellas ist der Versuch einer Rekonstruktion im Geigenbau. Also nicht das Schaffen von etwas neuem steht im Vordergrund, sondern das Alte als Vorbild soll wieder ergründet werden und „auferstehen". Über 30 Jahre betreute er die Instrumente des Geigers und Komponisten Giuseppe Tartini (1692- 1770) und dessen Schüler. Seine Beobachtungen beschrieb Bagatella folgendermaßen: Es „ *brachte mir viele Violinen der genannten Gebrüder Amati zu Händen, welche aufmerksam von mir untersucht wurden und immer denselben Riß, im Großen, wie in mittlerer Größe und im kleinen- sämtlich jedoch im Verhältnis zur Größe einen erheblichen Unterschied in der Höhe der Zargen, der Distanz der FF, der Länge des Halses und der Dicke der Teile ergaben. Diese Bemerkung fiel mir auf und ließ mich glauben, daß diese berühmten Lehrmeister entweder selbst tüchtige Geometer, oder doch von einem ausgezeichneten Mathematiker beraten wären: um so mehr, da niemals ein Schüler den Riß ihres Meisters gemacht, auch nie der Größe des Instrumentes die Proportionen der Dicke, welche die Amati stets beobachteten, angepaßt hat, wie man bei einer Prüfung der Violinen von Antonio Stradivari, Gianuario Ruggier genannt il Per, Andrea Guarneri usw. sehen kann*." [92]
Seine Konstruktion baute auf einem Rechteck im Verhältnis 9:5 auf, wobei Ober- und Unterbug im Verhältnis 4:5 stehen. (Konstruktionszeichnung im Anhang).

1. Teile die Längsachse des Korpus in 72 gleiche Teile.
2. Zeichne im rechten Winkel Hilfslinien dazu Punkt 14, 20, 25, 33, 43, 48, 57.
3. Schlage von 0 aus mit dem Zirkel 9 Teile nach a und b ab.
4. Schlage von Punkt 24 aus den Bogen a 0 b um den Halsstock ab.
5. Trage von Punkt 14 aus zu beiden Seiten je 2 Einheiten ab, d d.
6. Von d aus bis b gehend, ziehe diesen Radius bis zu der durch Punkt 20 gehenden Hilfslinie, so daß der rechte seitliche Oberflügel entsteht. Auf der anderen Seite tue das gleiche.
7. Die Begrenzung ff der Mittelbügel in Höhe von Punkt 33 ist 10½ Punkte von der Mittellinie entfernt, und das Zentrum gg für die Mittelbügel 25½ Punkte.
8. Ziehe von g aus mit dem Radius fg Kreisbögen bis zu den Querlinien bei Punkt 25 und 43.
9. Trage von Punkt 72 aus 9 Einheiten bis i und j ab.
10. Schlage von Punkt 40 aus einen Kreisbogen von i nach j durch Punkt 72 gehend.
11. Trage von Punkt 57 ausgehend 3 Einheiten m m und 6 Einheiten n n zu beiden Seiten ab.

[92] Bagatella 1909, S. 17

12. Schlage von n ausgehend die Bogenstücke jk und von m ausgehend kl.
13. Die Zargenhöhe am Unterklotz betrage 6¼ (Violinen, Bratschen) bzw. 12 Teile (Celli, Bässe). Zum Hals verringere sich die Höhe auf 6 bzw. 11¼ Teile.
14. Der Stegschnitt der F- Löcher stehe in Höhe von Punkt 40. Abstände der Stegschnitte = Länge der F- Löcher = 15 Teile.
15. Der Baßbalken soll mindestens 36 Teile lang sein.
16. Die Stimme soll 1½ Teile unterhalb des Stegfußes liegen.
17. Die Deckenstärke betrage im Kreis mit Radius von 3 Teilen um Punkt 40 2/3 Teile, in einem zweiten Kreis mit dem Radius 7½ Teile ½ Teil. Außerhalb dieser Weite bleiben die Stärke bei Violinen und Bratschen gleich, bei Celli und Bässen nehme sie den Zargen zu auf ¼ Teil ab. Bei dieser Ausarbeitung entstünde ein silbriger Klang. Solle er der menschlichen Stimme ähnlich sein, müsse die Decke wie der Boden ausgearbeitet werden.
18. Bodenstärke: Um den Punkt 42 werden 3 Kreise mit den Radien von 4, 8 und 12 Teilen gezogen, in denen die Stärke von 1 auf ½ Teil abnehme.

6.3.2. Die Konstruktion des Gustav A. Wettengel (1828)

Der Markneukirchner Bogenmacher Gustav Adolph Wettengel veröffenlichte 1828 sein *Lehrbuch der Geigen- und Bogenmacherkunst*. In diesem bespricht er „Die genauere Form und die Dimensionen des Korpus.“ (S. 68f.). Wesentlichster Inhalt dieses Kapitels ist die Wiedergabe der Konstruktionsanweisung des A. Bagatella. Interessant ist die Einleitung dieses Kapitels, in dem er die Bedeutung dieser Konstruktion erklärt. *„Nachdem wir im vorigen Paragraphen die Form des Korpus und die Beschaffenheit seiner einzelnen Theile im Allgemeinen kennen gelernt haben, müssen wir uns nunmehr mit den Dimensionen und Formverhältnissen desselben genauer bekannt machen. Denn die Erfahrung hat längst dargethan, daß nur eine genaue Beobachtung all dieser die Herstellung von Geigen ermöglicht, welche den Vergleich mit den besten alter Instrumenten aus der Blüthezeit des Geigenbaues vertragen. Die strenge Nachahmung der alten Muster gilt in dieser Hinsicht als das zuverlässigste Verfahren, allein man hat doch auch eine Menge von Vorschriften, die mehr oder minder diesen alten Mustern entlehnt sind.“* [93]

Desweiteren beschrieb er eine eigene Konstruktionsmethode, die aber stark an der von Bagatella angelehnt war. So baute er ebenfalls seine Konstruktion in 72 Teilen auf. Hierzu nahm er den Umriß einer nicht weiter beschriebenen älteren, klanglich guten Geige.[94]

Wettengel war vielleicht derjenige der die Konstruktion des Bagatella in Markneukirchen bekannt machte. Sie wurde auch noch am Ende des Jahrhunderts gelehrt. So schreibt Fridolin Hamma, daß er diese während seiner Lehrzeit in Markneukirchen zwischen 1896- 1900 kennenlernte.[95]

6.3.3. Die Konstruktion des Adolf Beck (1923)

[93] Wettengel 1828, S. 68f.
[94] ebd., S. 68f.
[95] Hamma 1937 (?), S. 5

Der Geigenbauer Adolf Beck (1891 - 1964) veröffentlichte 1923 sein Buch *Die proportionale Konstruktion der Geige* (Abb.15).

Abb. 15: Konstruktion des Adolf Beck

1. Zeichnen der Senkrechten AB mit der Länge von 347 mm

2. Mittelpunkt C einzeichnen
3. Errichten einer Senkrechten auf C (Strecke Ca) mit der Länge ½ AB.
4. Strecke Ca im Goldenen Schnitt teilen. Es entsteht Punkt c.
5. Verbinden der Punkte A und B mit c.
6. Strecke AC und BC so im Goldenen Schnitt teilen, daß der Minor der Strecke AC nach oben zeigt und der Minor der Strecke BC nach unten zeigt Es entsteht Punkt G auf der Strecke AC und Punkt g auf der Strecke BC.
7. Das Lot fällen auf B mit der Streckenlänge BE = ½ AB. Verbinden der Punkte E und A, so daß das Dreieck ABE entsteht.
8. Kreisbogen von E mit dem Radius BE schlagen und auf Strecke AE den Punkt e kennzeichnen. Von diesem ein Lot auf Strecke AB fällen im Punkt D. Dieser teilt die Strecke AB etwa im Verhältnis 4:5 und markiert die Stegposition.
9. Teilen der Strecke DA im Goldenen Schnitt im Punkt i. Der Minor ist die Strecke Di.
10. Errichten der Senkrechten auf i. Diese schneidet die Strecke Ac im Punkt h, welcher die Lage der oberen Ecken angibt.
11. Teilen der Strecke iB im Verhältnis des Goldenen Schnittes im Punkt k. Errichten der Senkrechten auf k und beim Schnittpunkt der Strecke Bc entsteht Punkt H. Hier ist die Position der unteren Ecken festgelegt. Bei einigen Geigenmodellen ist der Punkt H so weit nach unten von D entfernt, wie C von D.
12. Das Verhältnis obere Breite zu unterer Breite ist ca. 4:5. Bei einigen Modellen, wie das der Andreas und Nicolaus Amati, ist die obere Breite etwa gleich der Strecke DB und die untere Breite entspricht etwa der Strecke AD. Bei Modellen, wie das von Maggini und Stradivari, verhält es sich anders. Hier ist die halbe untere Breite gleich der Strecke Mm, errichtet auf dem Punkt g. Die Punkte M und m erhält man, wenn man eine Waagerechte durch g zeichnet. Diese schneidet die Strecke Bc im Punkt M und die Strecke AE im Punkt m.
13. Die obere Breite findet man, indem man die untere Breite in 5 Teile teilt und 4 Teile ergeben die obere Breite. Eine exaktere Methode ist die geometrische. Dazu zeichnet man in einer Nebenzeichnung eine Strecke AB mit der Länge der unteren Breite. Im Punkt B wird das Lot gefällt und die Strecke BC (= ½ AB) gezeichnet. Verbinden der Punkte AC. Strecke AB über B hinaus verlängern. Kreisbogen um A mit dem Radius AC schlagen . Dieser schneidet die verlängerte Strecke AB im Punkt D. Strecke AD im Goldenen Schnitt im Punkt E teilen. Strecke AE an Strecke AD ansetzen. Es entsteht Strecke DF. Diese entspricht der gesuchten oberen Breite.
14. Die Lage der schmalsten Stelle Punkt r ist genauso weit vom Punkt D entfernt, wie Punkt C von D. Bei Stradivarius soll die schmalste Stelle der halben Breite des unteren Bug entsprochen haben.
15. Die wichtigsten Umrißpunkte sind nun konstruiert und sie können zu einer innenform verbunden werden.
16. Zur Konstruktion der F- Löcher wird ein Kreisbogen um D mit dem Radius Dr geschlagen. Entfernung der F- Löcher voneinander wie auch die ganze Länge der F- Löcher von Klappenspitze zu Klappenspitze ist gleich dem Durchmesser dieses Kreises. Die Stegkerbe liegt genau in der Mitte.
17. Zeichnen des Kreises um M und M‘ mit dem Radius MN. Damit ist die Form des Unterbug angedeutet.
18. Zum konstruieren des Oberbug wird ein Kreis um S und S‘ mit dem Radius SP geschlagen.

19. Verbinden der Punkte zu einem Innenform – Modell.
20. Die Stimme befindet sich an folgender Position: Kreis um D mit dem Radius DC. Teilen der Strecke r'D im Goldenen Schnitt wobei der Minor bei D liegt. Senkrechte auf dem Teilungspunkt o.. Da wo sie den kleinen Kreis um D schneidet, entsteht der Punkt . Dieser ist die Position der Stimme. Die Strecke oA entspricht der unteren Breite.
21. Der Baßbalken verläuft unter dem linken Stegfuß. Die Balkenlänge läßt sich errechnen aus der Strecke AC und der Strecke AE. Vom Mensurpunkt wird die Streckenlänge Ac zum Unterbug hin abgetragen und endet im Punkt T. Das andere Teilstück wird nach oben hin abgetragen zum Punkt T. Damit ergibt sich eine Balkenlänge von 280 mm.

Diese Konstruktion soll auch für die Konstruktion von Violen gelten und in einigen Abänderungen für Violoncelli.

6.3.4. Die Konstruktion des Paul O. Apian – Bennewitz (1920)

Paul Otto Apian- Bennewitz' Buch *Die Geige* erschien posthum durch Otto Möckel 1920. Es ist ein umfangreiches Sachbuch über den Geigen- und Bogenbau. Seine von ihm vorgestellten Konstruktionen sind nicht eigene Überlegungen, sondern die verschiedener Leute. So schenkt er besonderer Beachtung der schon erwähnten Konstruktion von A. Bagatella und der darauf aufbauenden Konstruktion von G.A. Wettengel. Weiterhin wird eine 100 teilige Konstruktion von V. Wettengel, dem Sohn von Gustav A.Wettengel, erwähnt. Positiv berichtet er über die Untersuchungen des Wiesbadeners Dr. Alfred Stelzner. Dieser sieht in Kegelschnitten die geometrische Grundlage für Geigenwölbungen. Auch wenn Bennewitz diesen Gedanken noch nicht ausgereift sieht, so nimmt er ihn doch mit Interesse wahr[96].
Im weiteren Text gibt Bennewitz die Untersuchung des Franzosen Mondret wider. Dieser untersuchte verschiedene Modelle mit der Methode des Bagatella und kam zu einem bestätigendem Ergebnis für Bagatella. Zum einen fand er geometrische Zusammenhänge wie Bagatella wider und auch Zusammenhänge zwischen verschiedenen Meistern, die wohl von Amati beeinflußt waren. Bagatella ging vom Amati – Modell aus.
Leider wird Mondret nicht konkret, was die einzelnen Modelle betrifft. So liegt die Vermutung nahe, daß er ein bestimmtes ideelles Modell des jeweiligen Geigenbauers im Sinn hatte. Ebenfalls erfährt man nicht, ob diese Methode an verschiedenen Instrumenten der einzelnen Instrumentenbauer überprüft wurde. Gemeinsamkeiten und Unterschiede sind nun in nachstehender Tabelle angeführt (siehe auch Anhang : Konstruktion des Bagatella und Abb.16).

Modell	Bagatella	Stainer	Stradivari	Guarneri
oberer Kreisbogen durch Pkt. A / X um Punkt	24	27	27	27
Entfernung der Punkte b / b' von A	9 Teile	10 Teile	9 Teile	7 Teile
max. Oberbugbreite in	14	14	13 ½	13

[96] Bennewitz 1920, S. 62f.

Punkt				
Kreiszentrum für Bogen be	2 Teile neben Punkt 14	2 Teile neben Punkt 14	3 Teile neben Punkt 13 ½	4 Teile neben Punkt 13
Länge des Oberbug begrenzt in Punkt	20	21	20	20
Schmälste Stelle des Mittelbug in Punkt	33	32	32	32
Mit einer Breite von	20 (2x10)Teilen	20 (2x10) Teilen	21 (2x10 ½) Teilen	22 (2x11) Teilen
Kreisradius Mittelbug	15 Teile	19 Teile	21 Teile	15 Teile
Kreisbogen des Mittelbug von Punkt	25 – 43	26 – 41	25 – 43	23 – 41
Unterer Kreisbogen durch A‘ um Punkt	43	27	27	27
Entfernung der Punkte z / z‘ von 72	11 Teile	11 Teile	12 ½ Teile	12 Teile
Max. Unterbugbreite in Punkt	57	57	57	57
Länge des Unterbug begrenzt in Punkt	48	46	48	47

6.3.5. Die Konstruktion des Max Möckel (1925)

Der Berliner Geigenbauer M. Möckel (1869 – 1938) fand einen recht eigenwiligen Weg zur Konstruktion von Geigenumrissen. Seine Überlegungen veröffentlichte er 1925.[97]
Die Konstruktion baut auf dem Kreis auf. Durch Einzeichnung des Fünfecks und verschiedener Quadrate, werden die Punkte des Geigenmodells gefunden.

6.3.6. Die Konstruktion des Friedrich Kleverkaus (1929)

Im Paul de Wit Verlag erschien 1929 ein Buch von F. Kleverkaus. Er selber nannte sich einen Geigenliebhaber und befaßte sich mit den Proportionsfragen dieser . Er beschrieb die alten italienischen Geigen als auffällig ähnlich [98] und leitete daraus die Erkenntnis ab, daß die früheren Geigenbauer auf jeden Fall ihre Instrumente konstruierten. Eine solche mögliche Konstruktion stellte er in dem Buch *Die Konstruktion des Geigenkörpers aus den Teillängen der Saite* vor. Aufbauend auf die Schwingungsverhältnisse der Saite, leitete er die Maße seiner Konstruktion ab. Er schrieb dazu: *„Die in der vorliegenden Abhandlung entwickelte Theorie ist ein Versuch zur Rekonstruktion der alten*

[97] Möckel 1925
[98] Kleverkaus 1929, S. 3

italienischen Modelle, durch Anwendung einfacher, bekannter akustischer Grundgesetze, die bei der schwingenden Saite vorwalten, auf den Resonanzkörper der Geige.“ [99]

Für die Schwingungszahl der leeren Saite gibt er die 1 an, für die kleine Sekunde 16/15, für die große Sekunde 9/8, für die kleine Terz 6/5, für die große Terz 5/4, für die Quarte 4/3, für die übermäßige Quarte 45/32, für die Quinte 3/2, für die kleine Sexte 8/5, für die große Sexte 5/3, für die kleine Septime 9/5, für die große Septime 15/8 und für die Oktave 2. Er geht von einer schwingenden Saitenlänge =324 mm aus. Damit errechnen sich die für die jeweiligen Intervalle, u.a. kleine Terz (324 x 5/6 = 270 mm), der Quinte (324 x 2/3 = 216 mm) und der Oktave (324 x 1/2 = 162 mm). Die maximale untere Breite (202,5 mm) und die maximale obere Breite (162 mm) verhalten sich wie 5/4, also wie das Verhältnis der großen Terz. Im gleichen Verhältnis teilt sich die Decke am Mensurpunkt. (Konstruktion im Anhang).

1. Senkrechte Strecke AB =324 mm zeichnen
2. Strecke AC =180 mm (180 mm entspricht der Saitenlänge der kleinen Septime 324 x 5/9) auf Strecke AB abtragen, es ergibt sich Strecke BC mit der Länge 144 mm (halbe Saitenlänge der großen Sekunde 324 x 8/9).
3. Querlinie HH^1 durch C ziehen. Dies ist die rückwärtige Kante der Stegfüße., teilt die frei schwingende Decke in große Terz (180:144 = 5:4).
4. Zeichnen des Punktes D auf Strecke AC. Dieser ist von Punkt C 129,6 mm entfernt (halbe Saitenlänge der großen Terz 324 x 5/4).
5. Senkrechte EE^1 auf Strecke AC durch Punkt D und abtragen auf beiden Seiten von 81 mm ergibt die größte obere Breite der Innenform von 162 mm (halbe Saitenlänge der leeren Saite).
6. Punkt F im Abstand von =86,4 mm von C (halbe Saitenlänge der großen Septime 324 x 8/15) auf Strecke BC abtragen.
7. Senkrechte auf BC durch F eintragen und beidseitig 101,25 mm auf dieser Senkrechten abtragen, Punkte G und G^1 entstehen, ergibt die untere Breite der Innenform =202,5 mm (Saitenlänge der kleinen Sexte 324 x 5/8)
8. Strecke CF und CD (Abstand der untersten und obersten Breite von C) stehen im Verhältnis 2:3, also wie das der Quinte.
9. Senkrechte pp^1 auf Stecke AC im Abstand von 2 mm zu HH^1 eintragen, auf dieser auf beiden Seiten 121,5 mm abtragen (halbe Saitenlänge der Quarte 324 x 3/4), kennzeichnet die breiteste Stelle der Innenform am Mensurpunkt
10. Zirkel in Punkt I einstechen und mit r =60,75 mm (ein Viertel der Saitenlänge, entspricht der Quarte) Kreisbogen von Punkt E nach Punkt A hin abtragen.
11. Zeichnen einer Strecke von 144 mm (halbe Saitenlänge der großen Sekunde) durch Punkt I, so, daß das eine Ende die Strecke DC in Punkt K schneidet und das andere Ende den eben gezeichneten Kreisbogen schneidet.
12. In Punkt K mit dem Zirkel einstechen und einen Bogen mit r = Strecke KL von L nach X schlagen.
13. In Punkt E einstechen und mit r = 101,25 mm (Strecke I^1E, halbe Saitenlänge der kleinen Sexte) Bogen nach Punkt N schlagen, der von Strecke EE^1 einen senkrechten Abstand =60,75 mm (Strecke ON, ein Viertel der Saitenlänge der Quarte) hat. Damit ist der Umriß des Oberbugs abgeschlossen.

[99] ebd., S. 4

14. Von Punkt G den Punkt P auf Strecke GG^1 im Abstand von 67,5 mm (ein Viertel der Saitenlänge der kleinen Terz) abtragen
15. Zirkel in Punkt P einstechen und mit r =67,5 mm (Strecke GP) einen Bogen nach Punkt B hin schlagen.
16. Strecke QR =202,5 mm (Saitenlänge der kleinen Sexte) so zeichnen, daß sie durch Punkt K läuft und das eine Ende im R den vorher gezeichneten Kreisbogen schneidet und das andere Ende die Strecke AC in Punkt Q schneidet.
17. Abschlußbogen mit r =QR zu Punkt Y der Strecke AB ziehen
18. Bogen von Punkt G bis Punkt T mit r =108 mm (Strecke SG, halbe Saitenlänge der Quinte) schlagen. Punkt T befindet sich, gemessen im rechten Winkel, 75,94 mm (ein Viertel der Saitenlänge der kleinen Sekunde) über der Strecke GG^1. Damit ist der Umriß des Unterbugs abgeschlossen.
19. Verlängerung der Strecke ST über Punkt T hinaus
20. Zirkel in Punkt T einstechen und mit r = 45 mm (Strecke VT, ein Viertel der Saitenlänge der kleinen Septime) nach Punkt a schlagen. Punkt a befindet sich im geradlinigen Abstand zu T von 22,5 mm
21. Mit r =18,98 mm (1/16 der Saitenlänge der kleinen Sekunde) Zirkel in Punkt b stechen, Bogen von Punkt T bis Punkt c schlagen, Punkt c =18,98 mm in geradliniger Entfernung von Punkt T.
22. Mit gleichem Radius den Punkt e von c auf dem Bogen GT abtragen.
23. Von Punkt e und c den Punkt d abtragen (r =18,98 mm)
24. Zirkel in Punkt d einstechen und mit der Zirkelspanne r =18,98 mm den Bogen ce ziehen. Damit ist das untere Eck gezeichnet.
25. Verlängern der Gerade NI^1 über N 32,4 mm (1/8 der Saitenlänge der großen Terz) hinaus zum Punkt Z.
26. Diese Spanne in den Zirkel nehmen und in Punkt Z einstechen und einen Bogen von N bis Punkt f schlagen. Punkt f liegt 18 mm (1/16 der Saitenlänge der großen Sekunde) in geradliniger Entfernung von Punkt N entfernt.
27. Zirkel in g einstechen und Bogen von N nach h schlagen mit r =15,2 mm (Hälfte von Strecke NZ, deshalb muß es vermutlich 16,2 mm heißen, d.A.). Punkt h 15,2 mm (vermutl. 16,2 mm, d.A.) im geradlinigen Abstand von Punkt N entfernt.
28. Mit r =18 mm Zirkel in Punkt h einstechen und Punkt i auf Bogenstück EN abtragen.
29. Eine Gerade durch die Punkte I^1i zeichnen und über i verlängern (vermutl. um 22,5 mm, d.A.). Es entsteht Punkt k.
30. Zirkel in Punkt k mit r =22,5 mm einstechen und Bogen ih schlagen. Damit ist das obere Eck gezeichnet.
31. Verlängern er Gerade aV um 121,5 mm (halbe Saitenlänge der Quarte) bis Punkt W.
32. Zirkel in Punkt W einstechen und mit r = Strecke Wa einen Bogen auf af ziehen.

Damit ist die Konstruktion beendet. Zieht man nun eine Senkrechte von Punkt W auf die Strecke AB, so teilt sie diese im Punkt der halben Saitenlänge der Quinte (324 x 2/3) bei 108 mm.

6.3.7. Die Konstruktion des Fridolin Hamma (1937)

Einen ganz anderen Lösungsansatz lieferte der Stuttgarter Geigenbauer (1881 - 1959) in seiner um 1937 erschienenen Schrift *Materialkenntnisse und Goldener Schnitt im Geigenbau*. Wie aus dem Titel ersichtlich, ist für Hamma

der *Goldene Schnitt* entscheidend für ein wohlproportioniertes Instrument. Seine Konstruktion hilft dabei, die wichtigsten Punkte zur Proportionierung des Instrumentes zu finden, legt aber den endgültigen Umriß nicht streng fest. Scheinbar nutzte Hamma diese Form auch zur Konstruktion von Gambenmodellen. Nachdem alle nötigen Umrißpunkte der Konstruktion gefunden sind, schreibt er, daß diese in Gamben- oder Violinform jetzt verbunden werden können.[100] (Konstruktion im Anhang).

Das Verhältnis Breite Unter- und Oberbug gibt er mit ca. 5:4 an.
Die Länge einer Geige beträgt 355 mm, abzüglich der Zargenstärke und des Randüberstandes ergibt sich eine Länge der Innenform von 348 mm.

1. Zeichnen der senkrechten Strecke AB
2. Zeichnen der Strecke BC im rechten Winkel zu Strecke AB. Auf der Strecke BC die halbe Strecke AB abtragen.
3. Punkte C und A verbinden, es entsteht das Dreieck ABC.
4. Mitelpunkt M der Strecke AB einzeichnen.
5. Kreisbogen von Punkt C mit r = Strecke BC auf Strecke AC schlagen, es entsteht Punkt D
6. Abtragen der Strecke AD auf AB von Punkt A aus, es entsteht Punkt D‘
7. Dadurch Strecke AB im Goldenen Schnitt geteilt.
8. Senkrechte auf Strecke AB durch Punkt D, es entsteht Punkt E auf der Strecke AB. Dreieck AED entsteht. Strecke AE entspricht der Deckenmensur (minus Randüberstand und Zargenstärke).
9. Senkrechte auf M errichten, diese schneidet Strecke AC in Punkt N. Dreieck AMN entsteht.
10. Zeichnen einer Geraden von B durch D und verlängern diese, daß sie die verlängerte Strecke MN in Punkt O schneidet.
11. Zeichnen einer Geraden von Punkt O nach Punkt A.
12. Teilen des Dreieckes AED im Goldenen Schnitt (Konstruktion des Goldenen Schnitt: siehe Kapitel 5.3., oder Teilung des Dreieck ABC im Goldenen Schnitt zu Dreieck AED)
13. Errichten der Senkrechten auf Strecke AE in Punkt F‘, diese schneidet Strecke AO in Punkt 3, welches die Spitze der oberen Ecke ergibt.
14. Zirkel in Punkt E einstechen und Kreisbogen mit r = Strecke EM schlagen, schneidet Strecke ED in Punkt a und Strecke EB in M‘
15. Senkrechte auf M‘ errichten, diese schneidet Strecke BO in Punkt 6, der Spitze der unteren Ecke.
16. Dreieck AMN im Goldenen Schnitt teilen, auf der Strecke AC entsteht Punkt H.
17. Senkrechte auf Strecke AC durch Punkt H, ergibt Punkt J auf der Stecke AC. Dreieck AHJ entsteht
18. Zirkel mit dem r = Strecke MO in Punkt M einstechen und Punkt R auf der Strecke AM und Punkt Q auf der Strecke MB abtragen, diese sind die Punkte der jeweils breitesten Stellen von Ober- und Unterbug
19. Senkrechte auf Punkt R und Q errichten.
20. Strecke MJ (Minor der Strecke AM, entspricht der halben Strecke EB) auf Senkrechten von R abtragen, es entsteht Punkt 2.
21. Strecke AJ (Major von Strecke AM, entspricht der halben Strecke AE) auf der Senkrechten von Q abtragen, es entsteht Punkt 7.
22. Teilen des Dreiecks AJH im Goldenen Schnitt. Es entsteht Punkt K auf der Strecke AC und durch zeichnen der Senkrechten auf Strecke AC durch Punkt K, entsteht Punkt L auf der Strecke AC.

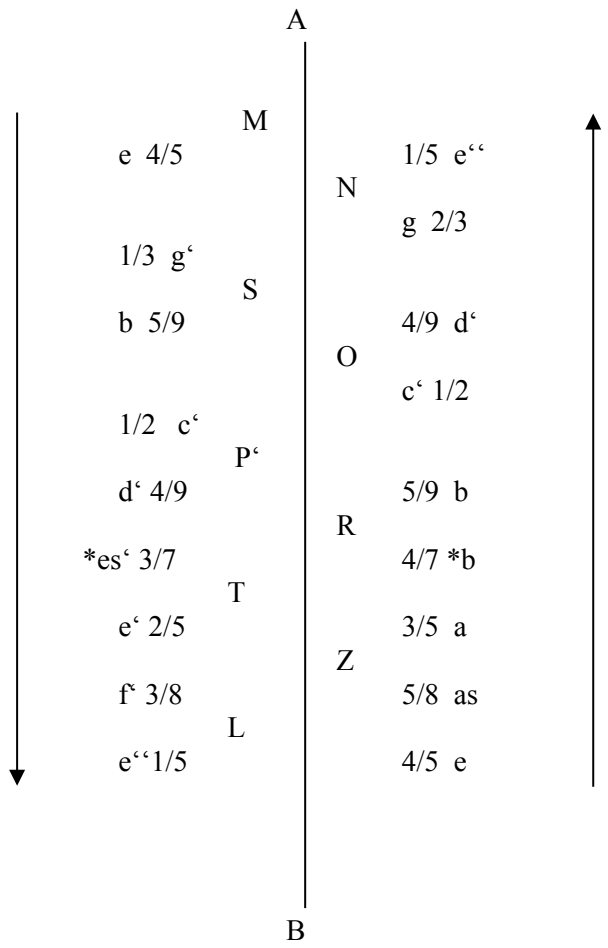
[100] Hamma 1937 (o.J., ca. 1937), S. 6

23. Zirkel in Punkt F‘ einstechen und Kreisbogen mit r = Strecke AL schlagen, Kreisbogen schneidet Punkt H und R.
24. Kreisbogen mit gleichem Radius um Punkt E. Kreisbogen schneidet Strecke ED in Punkt b.
25. Diese Punkte geben später den Verlauf des Mittelbugs an, welcher die Kreisbögen in Punkt 4 und 5 schneidet.
26. Verbinden der Punkte in Gamben- oder Violinform, Punkt A nach Punkt 2, Punkt 2 mit Punkt 3, Punkt 3 unter Berührung der Kreisbögen um F‘ und E in Punkt 4 und 5 nach Punkt 6, Punkt 6 nach 7 und Punkt 7 nach B.
27. Konstruieren der F- Löcher: Senkrechte in Punkt a auf Strecke MN
28. Strecke ab halbieren in Punkt c
29. Zirkel in Punkt E einstechen und mit r = Strecke Ec Kreisbogen schlagen, der Strecke AE in Punkt T schneidet.
30. Senkrechte auf Strecke AE in Punkt T, welche Mittelbug in Punkt U schneidet.
31. Dreieck ALK im Goldenen Schnitt teilen, so daß auf Strecke AC Punkt S entsteht und die Senkrechte Strecke AB in Punkt P schneidet.
32. Zirkel in Punkt U einstechen und mit r = Strecke AP Kreisbogen schlagen, welcher den mittleren Kreis (um Punkt E mit r = Strecke Ec) in Punkt e schneidet. Punkt e ist der mittlere Punkt der oberen F- Kugel.
33. Zirkel in Punkt c einstechen und mit r = Strecke ce Kreisbogen schlagen, welcher die Senkrechte auf D‘ in f schneidet. Punkt f ist der mittlere Punkt der unteren F- Kugel. Mittels dieser Punkte ist es möglich ein richtig proportioniertes, eigenes F- Loch Modell zu entwickeln.
34. Zur Kontrolle ob die Zeichnung richtig ausgeführt wurde, schlägt man einen Kreisbogen um f mit dem r = Strecke fe. Dieser Bogen muß den Punkt O schneiden.

6.3.8. Die Konstruktion des Hans Kayser (1947)

Eine Konstruktionsanweisung, die in gewisser Weise der von Kleverkaus ähnelte, beschrieb Hans Kayser 1947. Weiterführend auf seine 1945 erschienene Schrift *Harmonik,* baute er seine Konstruktionsanweisung aus. Diese Schrift versucht die Bedeutung der Harmonielehre vergangener Epochen zu beweisen.
Zentrale Bedeutung hatte für Kayser das Monochord in der Herausprägung des Proportionsbegriffes hatte. Er nahm nun Verhältnisse ausgewählter Intervalle zum ermitteln einzelner Längen und Radien für seine Konstruktion. Nachdem er noch einmal kurz auf den Harmoniebegriff einging, erläutert er die Konstruktion dieser Teillängen, um dann auf die eigentliche Konstruktion einzugehen.
Die vorbereitenden Konstruktionen sind im Anhang beigefügt.
Noch ein Wort zur Person Hans Kayser: In seiner Schrift bezeichnet er sich als Liebhaber der Streichinstrumente. Er selber spielt Cello und hat sich mit dem Geigenbau befaßt. Da er nun selber Cellist ist, entschied er sich für eine Konstruktion eines Cellos. Seine Konstruktion soll aber auch Gültigkeit für Geigen haben. (Konstruktion im Anhang).

1. Zeichnen der Senkrechten AB (Violine = 350 mm) und in den vorgegebenen Punkten teilen. Siehe nachfolgende Abbildung. Diese können mathematisch oder geometrisch ermittelt werden (Abb.17.).



2. Waagerechte durch Punkt L (1/5, 4/5) und auf dieser Waagerechten von L aus beidseitig je 2/7 abtragen, also die Hälfte der Strecke AR. Die Endpunkte mit C und D bezeichnen. Strecke CD hat somit eine Länge von 4/7 und ist die untere Breite des Umrisses.
3. Waagerechte durch S (5/9, 4/9) und beidseitig um 1/7 verlängern. Die Endpunkte ergeben E und F, welche gleichzeitig die schmalste Breite markieren. Diese Breite entspricht der halben Breite des Unterbug (2/7).
4. Waagerechte durch M (4/5, 1/5) die nach beiden Seiten jeweils um 2/9 verlängert wird und in den Punkten G und H endet. Es entsteht die obere Breite mit einer Länge von 4/9.

Das Verhältnis untere und ober Breite entspricht 9/7 (4/7 : 4/9 = 36/28 = 9/7). Dies ergibt einen Wert von 1,286, welcher dem Wert von 5/4 (= 1,250) recht nahe kommt. Kayser sah dies als gezielte proportional, harmonikale Gestaltung.

5. Waagerechte durch Z (3/8, 5/8) mit jeweils einer Länge von 2/9 und den Endpunkten J und K.
6. „Nun legen wir an den Punkten C und J die ... Teiltonkurve (Schablone) [siehe Abb.18] mit der Wölbung nach außen und mit der Spitze nach schräg oben rechts so an, daß ihre gerade Linie genau den Punkt F trifft. Hierzu benützt man am besten ein Lineal, welches man an die gerade Linie der Teiltonkurve anlegt, so daß die Linie bis F verlängert wird. Die Schablone wird so lange hin und hergerückt, bis die Kurve genau durch C und J geht und den Punkt F trifft. Dann zeichnet man den Umriß der Schablone. Dasselbe führt man mit umgedrehter Schablone

spiegelbildlich auf der rechten Seite aus, bis die Kurve genau durch D und K geht und ihre gerade Linie den Punkt E trifft. Auch hier zeichnet man den Umriß der Schablone. Den Punkt, wo die beiden Kurven oben die Monochordlinie schneiden, bezeichnen wir mit P. Er ist (beim Cello) der Ort, wo der Steg steht. Mit dieser Operation haben wir die Hauptkurven der unteren Form gefunden.“[101]

7. Selbes am Oberbug wiederholen. Dabei wird die Teiltonkurve „mit der Spitze nach rechts unten und die Wölbung nach links außen so angelegt, daß die Spitze den Punkt F trifft und die Wölbung den Punkt G berührt.“[102] Gleiches auf der anderen Seite wiederholen. Der innere Umriß des Oberbug ist damit gezeichnet.
8. „Die mittleren Einbuchtungen erhalten wir, indem wir (links) die Schablone der Teiltonkurve mit der Wölbung nach rechts und der Spitze nach links unten so anlegen, daß sie die Punkte J, E und X trifft. (Die Punkte X und Y erhalten wir, indem wir durch N [2/3, 1/3] eine Waagerechte zeichnen, welche die beiden Teiltonkurven der oberen Breiten in X und Y schneiden. NX und NY haben dieselbe Länge wie ZL) Rechts machen wir in bezug auf die Punkte KFY dasselbe mit umgekehrter Schablone.“
9. Die noch zu verbindenden Linien bei A und B können nun frei Hand nachgezeichnet werden oder mit einem Zirkel. Dabei ist das Zentrum für den oberen Teil in N und der Radius = NA und für den unteren Teil ist es das Zentrum O mit dem Radius OB.
10. Die Steglage für das Cello liegt beim Schnittpunkt der sich kreuzenden zwei unteren Teiltonkurven im Punkt P. Bei Geigen liegt dieser häufig im Punkt P‘.
11. Die Lage der F- Löcher werden folgendermaßen ermittelt: Kreisbogen um T mit em Radius T S schlagen. Dieser schneidet die durch T gezogene Waagerechte im Punkt U. Dies ist das Zentrum der unteren Kugel. Mit selbem Radius UT (= TS) um U einen bogen nach rechts oben schlagen. Dieser schneidet den vorherigen Bogen im Punkt V, welcher das Zentrum der oberen Kugel ist. Die Waagerechte durch den Punkt P markiert die innere Kerbe des F- Loches. Damit sind die wichtigsten Punkte des Schalloches gegeben und es kann damit ein eigenes Modell entwickelt werden.

6.3.9. Die Konstruktion des Simone F. Sacconi (1976)

Auch der italienische (Cremona) Geigenbauer Simone F. Sacconi, der die längste Zeit seines Lebens in Amerika arbeitete, befaßte sich mit der Frage, ob die alten italienischen Geigenbauer ihre Instrumente konstruierten. Dazu entwickelte er einen Entwurf, dem die *Cremoneser Elle* (*braccio*; = 484 mm) zu Grunde lag. Diese wurde unterteilt in 12 Unzen (*once*; = 40,33 mm).
Somit besteht nach dieser Konstruktion die Gesamtlänge des Korpus aus 9 Teilen (40,33 x 9 = 363 mm), die maximale Breite des Unterbug aus 5 Teilen (40,33 x 5 = 201,6 mm) und die maximale Breite des Oberbug aus 4 Teilen (40,33 x 4 = 161,3 mm). Unterbug und Oberbug stehen also im Verhältnis 5:4.[103]

1. Man zeichnet ein gleichschenkliges Dreieck mit der Höhe H – I und der Basis H^1 - H^2 von gleicher Länge.
2. Punkt A halbiert die Mittellinie H – I.

[101] Kayser 1947, S. 26f.
[102] ebd.
[103] Sacconi 1972, S. 9f

3. Man zieht einen Kreisbogen um H^1 mit r H^1- H, analog um H^2 die durch eine Gerade verbundenen Schnittpunkte mit den Schenkeln I - H^1und I - H^2 ergeben auf der Mittellinie den Punkt B.
4. Analog konstruiert man das Dreieck H - I^1 - I^2 und bestimmt den Punkt C.
5. Die waagerechte Gerade durch B schneidet die Schenkel H - I^1 und H - I^2 in den Punkten B^1 und B^2; analog erhält man die Punkte C^1 und C^2 (H – A = H - B^1 = I - C^1).
6. Man schlägt einen Kreis um A mit r A- C^1; er schneidet die Waagerechte Mittelachse in den Punkten A^1 und A^2 und die Strecke A- I in Punkt F.
7. Man schlägt je einen Kreis um A^1 und A^2 mit r V –Z/ 2 = V – L; sie schneiden die Mittellinie in den Punkten E und G und die Schenkel I - H^1 und I - H^2 in den Punkten N und N^1.
8. Die Kreisbögen um H^1 mit r H^1 - H, analog um H^2, schneiden die Schenkel H - I^1 und H - I^2 in den Punkten O^1 und O^2.
9. Man schlägt einen Kreisbogen um E mit r E - C^1; er schneidet die Mittellinie in Punkt D.
10. Man schlägt einen Kreisbogen um D mit r D - D^1 [vermutlich muß es O^1 heißen, d.A.], er schneidet die Mittellinie in Punkt L, der die Lage der größten unteren Breite bestimmt.
11. Man schlägt einen Kreis um C mit r C – D; er schneidet die Gerade C^1 - C^2 in den Punkten P und Q, der mittleren Breite.
12. Man schlägt einen Kreisbogen um E mit E – N; er schneidet die Mittellinie in Punkt M, der die Lage der größten oberen Breite bestimmt.
13. Man schlägt einen Kreisbogen um E mit r C – L; er schneidet die Strecke E – I in Punkt Y.
14. Man schlägt einen Kreisbogen um D mit r O^1 - O^2; er schneidet die Strecke D – H in Punkt W. Y – W ist die Länge der Form.
15. Nach Ausführung dieser Konstruktionsschritte ist die Innenform und die Gesamtlänge des Instrumentes fertiggestellt. Die weitere Konstruktion, bis zur Vollendung des Umrißes, führt er nun an einer fertigen Umrißschablone Stradivaris aus. Dazu wird die Strecke H – I neu bestimmt und somit auch die Punkte A, B und C. Er fährt mit der Konstruktionsanweisung fort:
16. Punkt A halbiert die Länge der Form
17. Punkt b stellt das akustische Zentrum und den Schwerpunkt dar, es teilt die Decke in zwei gleich große Flächen und in zwei gleich schwere Teile. Außerdem bestimmt es die Lage der unteren ff- Kerben und der Stegfüße.
18. Punkt C ist der entsprechende obere Gegenpunkt, der auch die Position der stärksten Stelle des Bodens angibt. Alle anderen Punkte werden unverändert aus der Konstruktion Fig. 5 übernommen; Ausnahmen P und Q wandern auf die neue Position von C.
19. Man schlägt um E mit r C – F einen Kreisbogen; er schneidet die Gerade T – U in den Punkten M^1 und M^2; analog schlägt man um D mit r C – G einen Kreisbogen; er schneidet die Gerade V – Z in den Punkten L^1 und L^2.
20. Die Punkte R und S liegen auf der verlängerten Geraden P – C – Q. P – R = F – Y; Q – S = F – Y.

Abb. 19: Konstruktion der Innenform (Simone F. Sacconi)

Abb. 20: Konstruktion der Außenform (Simone F. Sacconi)

Nun läßt sich der Umriß der Form mit Zirkelschlägen vollenden.

Die Verhältnisse des Goldenen Schnittes finden sich mehrmals innerhalb der Zeichnung: I – F zur oberen Breite, G – H zur unteren Breite, D – E zu F – G, dem Mittelteil der Form.

6.3.10. Die Konstruktion des Wolfgang Stalling (1983)

Wolfang Stalling führte Untersuchungen zu verschiedenen Geigenmodellen von ca. 1620/30 bis 1744 durch. Dabei handelte es sich um Instrumente von Giovanni Paolo Maggini, Antonio Stradivari, Jacob Stainer, Joseph Guarneri, Giuseppe Guarneri del Gesu, Francesco Ruggieri, Francesco Gobetti, Joan Guidantus, David Tecchler und Carlo Bergonzi. Es sind also Instrumente die in Italien gebaut wurden oder durch die italienische Bauweise geprägt waren, wie im Falle J. Stainers.
Die Überlegung Stallings war ähnlich wie die von Bagatella. Er sah die Vielzahl der unterschiedlichen Geigenmodelle, die sich aber nicht wesentlich von der Geigenform, wie sie seit dem Beginn der 2. Hälfte des 16. Jahrhunderts auftrat, unterschied.
Im Gegensatz zu den bisher angeführten Konstruktionen verwendete er also schon bestehende Umriße, in die er nun ein „Gerüst“ konstruierte. Dieses „Gerüst“ war es nun, welches er verglich.
Auf der Rückseite des Torazzo von Cremona ist das Maß der *Cremoneser Elle* eingemeißelt. Ausgehend davon, daß dieses Maß sich schon im 17. und 18. Jh. dort eingemeißelt befand, wählte es Sacconi schon für seine Geigenkonstruktion. Wie in dieser Konstruktion schon angeführt, betrug das Maß dieser *Cremoneser Elle* (nach Sacconi) 484 mm. Im Gegensatz zum heutigen Dezimalsystems war 12 der Teiler der Elle. Der 12. Teil einer Elle (40,33 mm) ist die *Unze* oder die *once.* Neun *Unzen* ergeben ziemlich genau die Korpuslänge einer Geige (40,3 x 9 =363 mm). Daraus schlußfolgernd teilte Sacconi die Länge des Korpus in 9 Teile. Dies aufgreifend, teilte auch Stalling die Korpuslänge in 9 Teile. Um vergleichbare Werte zu erzielen, mußte er konsequenterweise diese Teilung bei allen Instrumenten beibehalten, egal ob es sich um Cremoneser Instrumente handelte oder nicht. Also ob bei ihnen je nach Fertigungsort das Cremoneser Maß zugrundelag oder nicht
Das Ergebnis dieser Arbeit erschien 1983 in der Zeitschrift *Das Musikinstrument*.[104]
Einer sprachlich möglichst unkomplizierten Wiedergabe der Konstruktionsanweisung zuliebe, habe ich eine andere Eckpunktbezeichnung, als im Original vorgegeben, gewählt. Diese Änderung ist in der beigefügten Tabelle beachtet wurden, die ansonsten aber dem Originaltext entspricht.

1. Aufzeichnen der Außenform des Instrumentes und zeichnen der Mittellinie AB.
2. Teilen der Strecke AB in 9 gleiche Teile.
3. Zeichnen eines Rechteckes CDEF um den Umriß mit der Länge AB und der Breite die der halben Strecke AB entspricht.
4. Strecke AB im Punkt M halbieren.
5. Senkrechte auf Strecke AB in Punkt M mit der Länge MQ, die der Gesamtbreite des Rechteckes entspricht.
6. Strecke MQ im Goldenen Schnitt teilen, es entsteht Punkt G auf Strecke MQ (Major = Strecke MG).

[104] Stalling 1983, Heft 2, S. 156f

7. Vom Punkt M aus wird der Major MG auf der Strecke MA und MB in den Punkten H und J abgetragen. Punkt H markiert die Stelle der größten oberen Breite.
8. Senkrechte auf Strecke MA durch Punkt H. Diese schneidet die Umrißlinie in den Punkten Z und Z‘.
9. Abtragen der Minorstrecke GQ von Punkt M auf Strecke MA. Es entsteht Punkt K. Dies ist die schmalste Stelle der oberen Ecken.
10. Abtragen der Minorstrecke GQ von Punkt 5 auf Strecke BM. Es entsteht Punkt L, welcher die Position der schmalsten Breite bei den unteren Ecken bestimmt.
11. Punkt 5 markiert die schmalste Stelle im Brustbereich. Diese (Strecke PP‘) entspricht bei einigen Modellen dem Major MG der Strecke MQ.
12. Vom Punkt J die Strecke K4 auf Strecke JM in Punkt h abtragen. Punkt h markiert die Position der größten Breite des Unterbug.
13. Bei der Neunerteilung einer Strecke entspricht der sechste Punkt dem Teilungsverhältnis 4:5. Um das Breitenverhältnis 4:5 von Ober- und Unterbug zu verdeutlichen wird ein Kreisbogen um den Punkt 1 mit der Strecke XX‘ geschlagen. Um den Punkt 10 wird mit dem Radius der Strecke ZZ‘ ebenfalls ein Kreisbogen geschlagen. Die Schnittpunkte der sich schneidenden Kreise werden mit einer Linie verbunden, die im Punkt 6 oder nahe des Punktes 6 die Strecke AB schneidet. Damit sind die wichtigsten Punkte der Innenform gesetzt und die Außenform kann untersucht werden
14. Zirkel in Punkt 3 einstechen und den Major (Strecke MG) auf die Rechteckseiten übertragen. Es entsteht Punkt Y und Y‘.
15. Linie von A durch Y und durch Y’ zeichnen. Die Strecke Y schneidet die Strecke MQ im Goldenen Schnitt, Punkt G. Entsprechend schneidet die Strecke durch Y‘ Strecke MQ‘ im Punkt G‘.
16. Punkte U und U‘ werden durch den Kreisbogen um J mit dem Radius von 3 Teilen konstruiert. Sie entstehen an den Schnittpunkten der Rechteckseiten. Mit einer Linie von B durch U und U‘ werden diese mit den Strecken MQ bzw MQ‘ verbunden. Schnittpunkt auf dieser Strecke kann G/G‘ sein. Somit bilden sie mit den zwei ersten Linie die Figur einer Raute. Alle zuletzt gezogenen vier Linien schneiden die Ecken in ihrer Mitte und bestimmen somit ihren Verlauf.
17. Zur Konstruktion der Eckenlänge innerhalb der Spitzform, wird das Maß der Zargenstärke und der Randüberstand addiert. Dieses ist an den Ecken aufgrund einer breiteren Verleimung etwa 4 - 4,5 mm, während es am übrigen Korpus ca. 3 - 3,5 mm ist. Im Abstand von 4 - 4,5 mm zeichnet man eine Parallele zu den Ecken innerhalb des Umrisses. Der Schnittpunkt bei den oberen Ecken mit Strecke AG ergibt den Punkt S bzw. auf Strecke AG‘ den Punkt S‘. Bei den unteren Ecken ist es der Schnittpunkt mit der Strecke BG bzw. BG‘. Dieser ist jeweils identisch mit dem Punkt U und U‘. Von H eine Linie über S hinaus ziehen, die die noch zu zeichnende Linie von J durch U im Punkt T schneidet. Die bei dieser Konstruktion ebenfalls entstandenen Strecken UT und ST stehen annähernd im Verhältnis 4:5.

Diesen Konstruktionsvorgang führte Stalling an einer Geige A. Stradivaris (1713; „ex. A. Busch“). Diese war das Referenzinstrument für 13 weitere Instrumente (der oben genannten Geigenbauer).
Gemeinsamkeiten findet er in 7 Punkten:

1. Der Punkt auf der Längsachse für die obere Breite (H),der sich immer im Goldenen Schnitt der oberen Hälfte der Längsachse befindet.
2. Der Punkt auf der Längsachse für die geringste mittlere Breite, welcher immer im Punkt 5 sich befindet.
3. Der Punkt auf der Längsachse für die untere Breite. Er ist immer durch die gleiche proportionale Konstruktion festgelegt (siehe oben).
4. Die Proportion zwischen oberer und unterer Breite im Verhältnis 4:5, die unabhängig von der Breite des Umrisses eingehalten wird.
5. Das Rechteck mit den Seitenverhältnissen 2:1, ohne das die Konstruktion nicht möglich ist.
6. Die Neunteilung der Längsachse, die ebenso eine absolute Notwendigkeit für die Konstruktion darstellt.
7. Die Anwendung des Goldenen Schnittes.

In einer abschließenden Tabelle listet er die Merkmale der Modelle gegeneinander auf:

Jahr	**Modell**	**Radius o. Rh.***	**Radius u. Rh.***	**Schmalste Stelle CC**	**obere Ecke**	**untere Ecke**
ca. 1630	G.P. Maggini Ex S. Pergatti	Major um 3	3 Teile um P	Major	S	U
1660	J. Stainer, Fuchs- Taxe[105]	3 Teile um H	Major um Mu**	Major – 6mm	W – S minus b - G	V – U minus a – G
1665	J. Stainer Ex Hill, Ex Werro, Jaap Schröder	Major um 3	Major um 8	Major	S	U
„1664“	Fr. Ruggieri Ex Gerber Ex Baumgartner	Major um 3	Major um 8	Major – 1mm	S	U
1710	Jos. Guarneri Ex Prieto	Major um 3	Major um 8	Major – 6 mm	S	V – U minus a – G
1712/ 1714	A. Stradivari Oleg Kagan, Russ. government	Major um 3	Major um 8	Major	S	U
1713	A. Stradivari Ex A. Busch	Major um 3	Major um 8	Major	S	U
1715/ 1720	Fr. Gobetti Ex Prieto Ex Baumgartner	3 Teile um H	3 Teile um P	Major + 1,5 mm	S	U
1731	D. Tecchler Ex Gerber Mme Fournier	3 Teile um H	Major um P	Major + 1 mm	S	U
1733	C. Bergonzi Ex Tarisio Tschudy-Martzy[106]	Major um P (?)	Major um P‘ (?)	Major – 3 mm	S	U

[105] A. Fuchs: Taxe der Streichinstrumente“, 9. Auflage, 1975, Abb., aus Stalling 1983, S. 162
[106] Walter Hamma: Meister italienischer Geigenbaukunst, 4. Auflage, 1976, Abb. S. 84- 85 und S. 414- 415

1733	S. Seraphin C. Virag Ex Vidoudez	3 Teile um H	3 Teile um P	Major	S	U
1744	del Gesù Ex Hill	Major um 3	Major um 8	Major – 4 mm	S	U
1735	del Gesù D'Egville[107]	Major um 3	Major um 8	Major – 2,5 mm	S	U
1735/ 1740	Fl. Guidantus Ex Baumgartner Stalling	Major um b	3 Teile um P	Major + 1,5 mm	W – S minus G - b	U

* = Radius zur Konstruktion der oberen Rautenhälfte und Punkt auf der Längsachse, um den gezirkelt wird. Desgleichen für die untere Rautenhälfte.

7. Versuch einer Maßanalyse

7.1. Maße einzelner Violininstrumente und deren Proportionen

Im folgenden sind Instrumente aufgelistet. Diese wurden in ihren wichtigsten Umrißmaßen angegeben. Dies sind die Gesamtlänge (L ges), Unterbug (UB), Mittelbug (MB) und Oberbug (OB). Im Kopf der Tabelle erscheinen verschiedene Divisor , mit denen die einzelnen Werte dividiert wurden. Dies geschah mit dem Ziel, den Maßgrund herauszufinden auf dem die einzelnen Umriße konstruiert waren. Da Cremona Zentrum des Geigenbaus war und somit auf verschiedene Schulen ausgestrahlte, entschied ich mich für Cremoneser Maße. Es ist nicht sicher, mit welchem Zoll in Cremona gearbeitet wurde, daher auch verschiedene Maße in anstehender Tabelle, die sich folgendermaßen erklären:

Für Cremona sind zwei Maße überliefert: der „Braccio", am Sockel des Torazzo – Turmes eingemeißelt, und ein weiterer kürzerer „Braccio". Ersterer wurde von S. F. Sacconi mit 484 mm (484 mm : 12 = 40,33 mm) ermittelt. Frantisek Najmon richtete sich nach einer italienischen Quelle aus dem Jahr 1771, welche diesen als 17 Pariser *Pouces 10 Ligne et 2/5* = 483,65 mm (483,65 mm: 17 = 28,45 mm) angibt.
Der zweite erwähnte „Braccio" hatte eine Länge von 594,936 mm zu je 12 Once (594,936mm : 12 = 49,58 mm) . Wahrscheinlicher aber ist eine Teilung zu 18 Once (594,936 mm : 18 = 33,05 mm).
Außerdem sind im Nachlaß A. Stradivaris 2 Lineale erhalten, die eine ungefähre Länge von 20 cm haben. Die Maßeinteilung auf diese ist ein dezimalgeteilter Zoll mit einer Länge von 38,87 mm bzw. 18,66 mm.[108]
Alleine aus dem Grund des Ausprobierens wurde das Maß 483,65 mm durch 18 geteilt, was 26,87 mm ergibt.

Damit sind mögliche Zoll- oder Grundmaße gefunden, mit diesen alle Werte der Umrißformen dividiert wurden. Ziel war es, das geeignete Grundmaß der Umrisse zu finden.
Nachdem alle Werte errechnet waren, wurden die Ergebnisse ausgezählt. Dabei zeigte sich, daß 18,66 mm am häufigsten das mögliche Maß war. Von 22 Geigen war dieser Wert 13 mal das mögliche Maß.

[107] siehe 102 und 103
[108] Heyde 1986, S. 75

Häufigkeit:	Wert:
13	18,66 mm
8	38,87 mm; 49,58 mm; 26,87 mm
7	40,33 mm
3	33,05 mm
1	28,45 mm

Zur Auszählweise:
Ein Wert wurde als richtig erachtet, wenn er nicht mehr als 0,25 vom Ganzen abwich.
z.B.: A. Stradivari 1715 beim Wert 18,66 mm: 11,15
6
9
19,13

Dies konnte aber auch bei einem anderem Wert, bei der selben Geige auftreten, so das hier mehrfach gezählt werden mußte.
z.B.: A. Stradivari 1715 beim Wert 40,33 mm: 5,16
2,78
4,17
8,85

Ausnahmen waren Instrumente bei denen 2 - 3 Werte sehr gut übereinstimmten, aber ein Wert aus dem Toleranzbereich abwich. Dieses Maß wurde dann ebenfalls mitgezählt:
z.B.: N. Amati 1658 beim Wert 18,66 mm: 11,04
5,7 (!)
8,95
18,92

			x : 40,33	x : 28,45	x : 26,87	x : 49,58	x : 33,05	x : 38,87	x : 18,66
A. Stradivari,	Unterbug	208 mm	5,16	7,31	7,74	4,19	6,29	5,35	11,15
Cremona,	Mittelbug	112 mm	2,78	3,94	4,16	2,26	3,39	2,88	6
1715,	Oberbug	168 mm	4,17	5,91	6,25	3,39	5,08	4,32	9
Violine*	L gesamt	357 mm	8,85	12,55	13,29	7,2	10,8	9,18	19,13

A.Stradivari	UB	208 mm	5,16	7,31	7,74	4,2	6,29	5,35	11,15
1719,	MB	109 mm	2,7	3,83	4,06	2,2	3,3	2,8	5,8
Violine**	OB	167 mm	4,14	5,87	6,22	3,37	5,05	4,3	8,95
	L ges	357 mm	8,85	12,55	13,29	7,2	10,8	9,18	19,13

C.Bergonzi,	UB	206,5 mm	5,12	7,26	7,69	4,16	6,25	5,31	11,07
Cremona,	MB	107,4 mm	2,66	3,78	4	2,17	3,25	2,76	5,75
1731,	OB	165 mm	4,09	5,8	6,14	3,33	5	4,24	8,84
Violine*	L ges	353,5 mm	8,77	12,43	13,16	7,13	10,7	9,09	18,94

A. Amati,	UB	195,5 mm	4,85	6,87	7,28	3,94	5,92	5,03	10,47
Cremona,	MB	107 mm	2,65	3,76	3,98	2,16	3,24	2,75	5,73
(o.J.)	OB	159 mm	3,94	5,59	5,92	3,21	4,81	4,09	8,52
Violine,**	L ges	344 mm	8,53	12,09	12,8	6,94	10,41	8,85	18,44

N. Amati,	UB	206 mm	5,11	7,24	7,67	4,15	6,23	5,3	11,04
1622,	MB	107 mm	2,65	3,76	3,98	2,16	3,24	2,75	5,73
Violine**	OB	166,5 mm	4,13	5,85	6,2	3,36	5,04	4,28	8,92
	L ges	354 mm	8,78	12,44	13,2	7,14	10,71	9,11	18,98

N. Amati,	UB	206 mm	5,11	7,24	7,67	4,15	6,23	5,3	11,04
1658,	MB	107mm	2,65	3,76	3,98	2,16	3,24	2,75	5,7
Violine***	OB	167 mm	4,14	5,87	6,21	3,37	5,05	4,3	8,95
	L ges	353 mm	8,75	12,41	13,14	7,12	10,68	9,08	18,92

N. Amati,	UB	202,25 mm	5,01	7,11	7,53	4,08	6,12	5,2	10,84
1649,	MB	110,5 mm	2,74	3,88	4,11	2,23	3,34	2,84	5,92
"Alard",	OB	163,5 mm	4,05	5,75	6,08	3,3	4,94	4,21	8,76
Violine*	L ges	351,5 mm	8,72	12,36	13,08	7,09	10,64	9,04	18,84

A. Amati,	UB	200 mm	4,96	7,03	7,44	4,03	6,05	5,15	10,72
1566,	MB	101,5 mm	2,52	3,57	3,78	2,05	3,07	2,61	5,44
Violine***	OB	162,5 mm	4,03	5,71	6,05	3,28	4,92	4,18	8,71
	L ges	351 mm	8,7	12,34	13,06	7,08	10,62	9,03	18,81

Gebr.Amati,	UB	267,5 mm	6,63	9,4	9,96	5,4	8,09	6,88	14,34
1592,	MB	153,5 mm	3,81	5,4	5,71	3,1	4,64	3,95	8,23
Viola*	OB	219 mm	5,43	7,7	8,15	4,42	6,63	5,63	11,74
	L ges	454 mm	11,26	15,96	16,9	9,16	13,74	11,68	24,33

A. Guarneri,	UB	202 mm	5,01	7,1	7,52	4,07	6,11	5,2	10,83
Cremona,	MB	109 mm	2,7	3,83	4,06	2,2	3,3	2,8	5,84
1689,	OB	163 mm	4,04	5,73	6,07	3,3	4,93	4,19	8,73
Violine***	L ges	353 mm	8,75	12,41	13,14	7,12	10,68	9,08	18,92

G. Guarneri	UB	202 mm	5,01	7,1	7,52	4,07	6,11	5,2	10,83
del Gesu,	MB	101,5 mm	2,52	3,57	3,78	2,05	3,07	2,61	5,44
Cremona,	OB	162,5 mm	4,03	5,71	6,05	3,3	4,92	4,18	8,71
1734,Vli***	L ges	350 mm	8,68	12,3	13,03	7,06	10,59	9	18,76

F. Ruggieri,	UB	203,5 mm	5,05	7,15	7,57	4,1	6,16	5,24	10,91
Cremona,	MB	108 mm	2,68	3,8	4,02	2,18	3,27	2,78	5,79
169?,	OB	165 mm	4,09	5,8	6,14	3,33	4,99	4,24	8,84
Violine**	L ges	358 mm	8,88	12,58	13,32	7,22	10,83	9,21	19,19

F. Ruggieri,	UB	439 mm	10,89	15,43	16,34	8,85	13,28	11,29	23,53
Cremona,	MB	255 mm	6,32	8,96	9,49	5,12	7,72	6,56	13,67

1680,	OB	359 mm	8,9	12,62	13,36	7,24	10,86	9,24	19,24
Cello**	L ges	739 mm	18,32	25,98	27,5	14,91	22,36	19,01	39,6

J. Stainer,	UB	200 mm	4,96	7,03	7,44	4,03	6,05	5,15	10,72
Absam,	MB	110 mm	2,73	3,87	4,09	2,22	3,33	2,83	5,89
1679	OB	162,5 mm	4,03	5,71	6,05	3,28	4,92	4,18	8,71
Violine*	L ges	351,5 mm	8,72	12,36	13,08	7,09	10,64	9,04	18,84

P. Maggini,	UB	242,5 mm	6,01	8,52	9,02	4,89	7,34	6,24	13
Brescia,	MB	134 mm	3,32	4,71	4,99	2,7	4,05	3,45	7,18
Viola*	OB	192,5 mm	4,77	6,77	7,16	3,88	5,82	4,95	10,32
	L ges	416 mm	10,31	14,62	15,48	8,4	12,59	10,7	22,29

G.B.	UB	199,5 mm	4,95	7,01	7,42	4,02	6,04	5,13	10,69
Guadagnini,	MB	109 mm	2,7	3,83	4,06	2,2	3,3	2,8	5,84
Turin,	OB	164 mm	4,07	5,76	6,1	3,3	4,96	4,22	8,79
1776, Vli*	L ges	352 mm	8,73	12,37	13,1	7,09	10,65	9,06	18,86

A.Gagliano,	UB	203 mm	5,03	7,14	7,55	4,09	6,14	5,22	10,88
Neapel,	MB	111 mm	2,75	3,9	4,13	2,24	3,36	2,86	5,95
1710, Vli,	OB	164 mm	4,06	5,76	6,1	3,31	4,96	4,22	8,79
"Rotondo"*	L ges	354,5 mm	8,79	12,46	13,19	7,15	10,73	9,12	19

N.Gagliano,	UB	206 mm	5,11	7,24	7,67	4,15	6,23	5,3	11,04
Neapel	MB	110 mm	2,73	3,87	4,09	2,22	3,33	2,83	5,89
1761	OB	166 mm	4,12	5,83	6,18	3,35	5,02	4,27	8,9
Violine**	L ges	350 mm	8,68	12,3	13,03	7,06	10,59	9	18,76

B.Calcanius	UB	202 mm	5,01	7,1	7,52	4,07	6,11	5,2	10,83
Genua	MB	112,8 mm	2,8	3,96	4,2	2,28	3,41	2,9	6,05
(o.J.)	OB	162,3 mm	4,02	5,7	6,04	3,27	4,91	4,18	8,7
Violine	L ges	355 mm	8,8	12,48	13,21	7,16	10,74	9,13	19,02

T. Carcassi,	UB	208,5 mm	5,17	7,33	7,76	4,2	6,31	5,36	11,17
Florenz,	MB	110,5 mm	2,74	3,88	4,11	2,23	3,34	2,84	5,92
1761,	OB	167,5 mm	4,15	5,89	6,23	3,38	5,05	4,31	8,98
Violine**	L ges	361 mm	8,95	12,69	13,44	7,28	10,92	9,29	19,35

J.F.	UB	205 mm	5,08	7,21	7,63	4,13	6,2	5,27	10,99
Guidantus,	MB	110,5 mm	2,74	3,88	4,11	2,23	3,34	2,84	5,92
Bologna,	OB	164 mm	4,07	5,76	6,1	3,31	4,96	4,22	8,79
1761(Vli)**	L ges	358 mm	8,88	12,58	13,32	7,22	10,83	9,21	19,19

* Umriß und Maße aus „The Strad“

** Umrißzeichnungen in Originalgröße von Originalinstrumenten entnommen
*** Umriß und Maße aus Editrice Turris

Im nächsten Schritt wurden die einzelnen Korpusmaße miteinander ins Verhältnis gesetzt,
also: Gesamtlänge (L ges) : Unterbug (UB)
Unterbug : Oberbug (OB)
Unterbug : Mittelbug (MB)
Oberbug : Mittelbug

Dabei zeigten sich bestimmte Verhältnisse.
Für das Verhältnis der Gesamtlänge / Unterbug ergab sich ein Durchschnittswert von :

1,75 = 7/4 (1,70 – 1,76)

Für das Verhältnis Unterbug / Oberbug:

1,25 = 5/4 (1,22 – 1,26)

Für das Verhältnis Oberbug / Mittelbug:

1,5 = 6/4 (1,43 – 1,60)

Weiterhin zeigte sich bei einer chronologischen Ordnung des Wertes aus dem Verhältnis UB / OB, daß die zugeordneten Instrumente mit zunehmendem Zahlenwert aus immer jüngerer Vergangenheit waren.

	Instrument außer Violine	L ges : UB	UB : OB	UB : MB	OB : MB
Gebr. Amati,1592	Viola	1,70	1,22	1,74	1,43
F. Ruggieri, 1680	Cello	1,68	1,22	1,88	1,53
G.B.Guadagnini, 1776		1,76	1,22	1,83	1,60
A. Amati,1566		1,75	1,23	1,97	1,60
N. Amati,1658		1,71	1,23	1,93	1,56
F. Ruggieri, 16 (?)		1,76	1,23	1,88	1,53
J. Stainer,1679		1,76	1,23	1,82	1,48
N. Amati,1622		1,72	1,24	1,93	1,56
N. Amati,1649		1,74	1,24	1,83	1,48
A. Guarneri,1689		1,75	1,24	1,85	1,50
A. Gagliano,1710		1,75	1,24	1,83	1,48
A. Stradivari, 1715		1,72	1,24	1,86	1,50
Guarneri del Gesu, 1734		1,73	1,24	1,90	1,60
B. Calcanius, o.J.		1,76	1,24	1,79	1,42
T. Carcassi,1761		1,73	1,24	1,89	1,52
J.F.Guidantus,1761		1,75	1,24	1,87	1,51
A. Stradivari,1719		1,72	1,25	1,91	1,53
C.Bergonzi,1731		1,71	1,25	1,92	1,53
N. Gagliano, 1761		1,70	1,25	1,83	1,48

P.Maggini, o.J.	Viola	1,72	1,26	1,81	1,44

8. Anhang

Die Monochordteilung und die Teiltonkurve (zu 6.3.)

Zur Ausführung der Konstruktion von Kayser ist die Ermittlung der Monochordteilung und die Konstruktion der sogenannten „Tonspirale“ notwendig. Diese Monochordteilung kann rechnerisch oder geometrisch ermittelt werden. Eine solche Teilung in der sog. „harmonischen Proportion“ geschieht folgendermaßen (siehe auch Abb.17):

1. Zeichnen der Linie AC und im Punkt B halbieren. Die Strecke AC entspricht der inneren Korpuslänge des Instrumentes, welches man konstruieren will. Der Punkt B ist die halbe Saitenlänge = ½ c‘.
2. Markieren eines beliebigen Punktes S außerhalb der Strecke AC. Diesen Punkt S verbindet man mit den Punkten AC und zeichne das Dreieck ACS.
3. Auf der Strecke AS wird ein beliebiger Punkt D markiert. Von diesem wird eine Parallele zur Strecke AC gezogen und schneidet die Strecke SC in Punkt F.
4. Verbinden der Punkte D mit C und F mit A. Diese Strecken schneiden sich im Punkt E.
5. Ziehen einer Linie von S durch E, welche die Strecke AC im Punkt B (1/2) schneidet.
6. Zeichnen der Strecke BF, diese schneidet die Strecke CD im Punkt a.
7. Zeichnen der Linie von S durch a und diese Linie schneidet Strecke AC in g‘ (1/3).
8. Von g‘ wird eine Linie nach F gezogen und schneidet die Strecke CD im Punkt b.
9. Verbinden der Linie S durch b. Es entsteht Punkt ¼ c‘‘ auf der Strecke AC. Auf diese Weise werden die weiteren Punkte gezeichnet, wie auf untenstehender Zeichnung.

Einen großen Nachteil bisheriger Konstruktionen sieht Kayser in der mehr oder weniger freien Gestaltung der Kurvenverläufe der Büge. Für ihn sind diese Kurvenverläufe genau bestimmt durch die „Tonspirale“ oder „Teiltonkurve“ (Abb.18) . Diese wird ermittelt durch Umrechnung der Intervallverhältnisse in Winkelgrade:

z.B. $(8/15 \cdot 360 \div ½) – 360 = 24°$

$(x/y \cdot 360 \div ½) – 360$ = gesuchter Winkel

1. Es wird eine Strecke der halben Länge AB gezeichnet.
2. Auf dieser werden die Teillängen
   1/2 = c‘= 0°
   8/15 = h = 24°
   9/16 = b = 45°
   3/5 = a = 72°
   5/8 = as = 90°
   2/3 = g = 120°
   7 /10 = fis = 144°
   3/4 = f = 180°

4/5 = e = 216°
5/6 = es = 240°
8/9 = d = 280°
15/16 = des = 315°

3. Von diesen einzelnen Punkten werden in den angegebenen Winkeln Linien gezeichnet. Die Längen dieser Linien entsprechen dem jeweiligen Absand zu B. Also die Länge der Linie von h, entspricht dem Abstand h zu B usw.

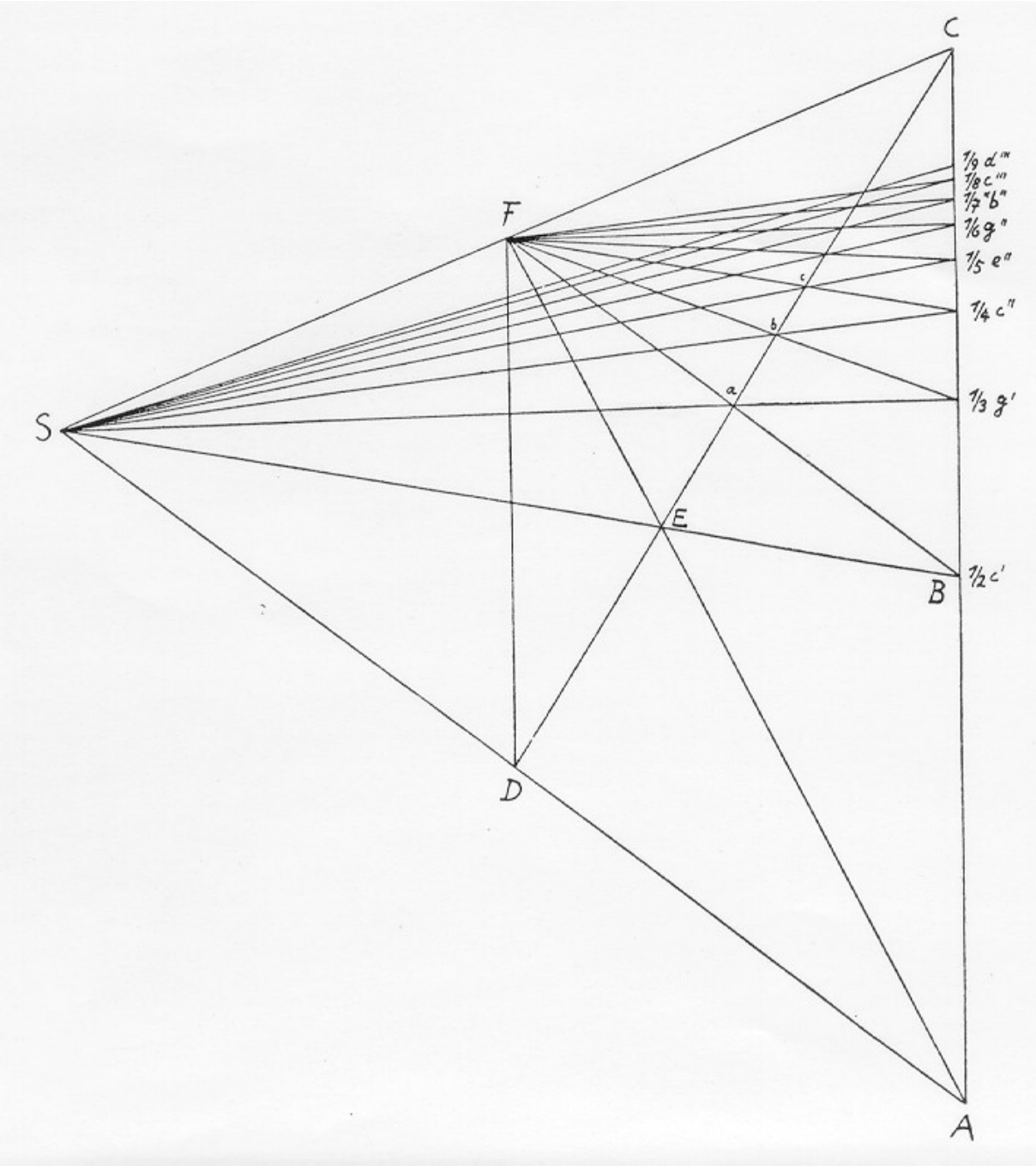


Abb. 17: Monochordteilung

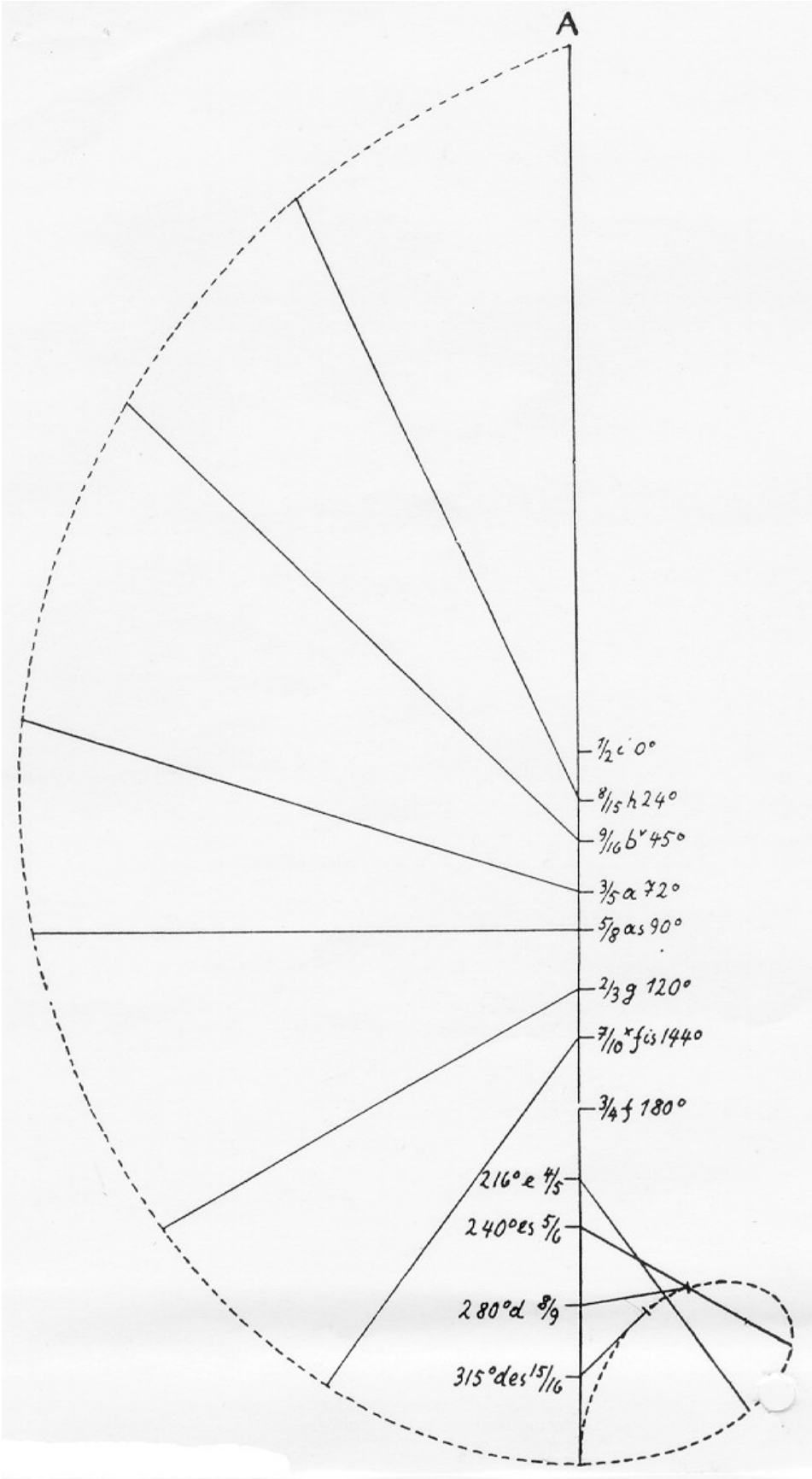


Abb. 18: Teiltonkurve (Tonspirale)

4. Diese Punkte werden verbunden und ergeben die Schablone der Tonspirale, die benötigt wird zum Beenden der Zeichnung.

Bibliographie

Apian- Bennewitz. P.O.: Die Geige, der Geigenbau und die Bogenverfertigung, Weimar 1892, 2. Auflage 1920

Beck, A.: Die proportionale Konstruktion der Geige, Eine Abhandlung über die Proportionsgesetze, nach welchem die klassischen Geigenmodelle konstruiert sind, Leipzig 1923

Coates, K.: Geometry, Proportion and the Art of Lutherie, Oxford 1985

Damman, R.: Der Musikbegriff im deutschen Barock, 1995

Forstner, D.: Die Welt der christlichen Symbole, 3. Auflage, Innsbruck 1977

Hambidge, J.: The Elements of Dynamic Symmetry, New York 1926

Hamma, F.: Materialkenntnisse und der Goldene Schnitt im Geigenbau, Stuttgart (o.J., ca.. 1937)

Heyde, H.: Musikinstrumentenbau, 15.- 19. Jahrhundert, Kunst-Handwerk- Entwurf, Leipzig 1986

Ifrah, G.: Universalgeschichte der Zahlen, Frankfurt/M. 1995

Ivins, W.M. jr.: Art and Geometry, A Study in Space Intuitions, New York 1946

Kayser, H.: Die Form der Geige, Zürich 1947

Kleverkaus, F.: Die Konstruktion des Geigenkörpers aus den Teillängen der Saite, Leipzig 1923

Kluge, F.: Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache, Berlin 1995, 23. Auflage

Kolneder, W.: Das Buch der Violine, Zürich 1972

Meyers Enzyklopädisches Lexikon, Bd. 2, 19, 24, Mannheim 1973, 1974, 1977, 1979

Meyers Großes Handlexikon, Mannheim 1996

Meyers Taschenlexikon, Mannheim 1992, 24 Bd.

Möckel, M.: Das Konstruktionsgeheimnis der alten italienischen Meister. Der goldene Schnitt im Geigenbau, Berlin 1925

Neufert, E.: Bauordnungslehre, Handbuch für rationelles Bauen nach geregeltem Maß, Frankfurt/M. [o.J.]

Sacconi, S.F.: Die Geheimnisse Stradivaris, übersetzt von O. Adelmann, Frankfurt/M. 1976

Winternitz, E.: Musical Instruments and their Symbolism in Western Art, Faber (Verlag)1967

Zeitschriften, Journale

Guiccardini, N.: Newton: Ein Naturphilosoph und das System der Welten, übersetzt von M. Spang, In: Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg 1999

Stalling, W.: Geometrische Konstruktion und künstlerische Gestaltung im Umriß der Geige, In: Das Musikinstrument, Jg. 1983, Heft II, S. 156 - 166

Poster

Editrice Turris, I violini del Palazzo Comunale di Cremona,

Quellen zur Konstruktion

Dürer, A.: Underweysung der Messung mit dem Zirckel und Richtscheyt, Nürnberg 1525, Neuausgabe München 1908

Wettengel, G.A.: Lehrbuch der Geigen und Bogenmacherkunst, Weimar/ Ilmenau 1828, 2. Auflage von H.Gretzschel ergänzt, Weimar 1868

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Frühe - Fidelformen: Frühgeschichte- Korpusformen, aus Bachmann 1964, S. 89

Abb. 2: Gaudenzio Ferrari, aus Winternitz, Massachusetts 1979, Tafel 39b

Abb. 3: Mathematiker und musikalische Harmonie, Franchino Gafurio, *Theorice Musice*, 1492, aus Coates 1985, S. 6

Abb. 4: Lautenkonstruktion nach Arnold von Zwolle, Mitte 15. Jh., aus Heyde 1986, S. 89

Abb. 5: Weltmonochord (monochordum mundanum) von Robert Flud, Oppenheim 1617, aus Damman 1995, S. VI

Abb. 7: Keplers Dreieck und die entsprechenden Anmessungen der Cheopspyramide, aus Neufert (o.J.), S. 42

Abb. 8: Goldener Schnitt – Untersuchungen an Pflanzen und Tieren, nach Dr. A. Zeising, aus Neuferrt (o.J.), S. 41

Abb.13: Sprossung der Vieleckproportinen aus dem Rechteck im Goldenen-Schnitt -Verhältnis, proportionale Teilung als Ursprung der regulären Vielecke, nach A. Zeising, aus Neufert (o.J.), S. 49

Abb. 14: Konstruktion der F– Löcher von Antonio Stradivari, aus Sacconi 1976, S. 3

Abb. 15: Konstruktion des Adolf Beck, aus Heyde 1986, S. 144

Abb. 16: Untersuchung des Mondret, aus Bennewitz 1920, Tafel I

Abb. 17: Monochordteilung, aus Kayser 1947, S. 13

Abb. 18: Tonspirale (Teiltonkurve), aus Kayser 1947, S. 20

Danksagung

Nicht allein aber das, sondern wir rühmen uns auch der Bedrängnisse, weil wir wissen, daß Bedrängnis Geduld bringt.
Geduld aber Bewährung, Bewährung aber Hoffnung, Hoffnung aber läßt nicht zuschanden werden, denn die Liebe Gottes ist ausgegossen in unseren Herzen durch den Heiligen Geist, der uns gegeben ist.

(Römer 5, 3 –5)

Ergänzung: Albrecht Dürer, Lautenbauer bei der Arbeit, u.a in A. Layer: Die Allgäuer Lauten – und Geigenmacher, S. 56