

Last van stemmingswisselingen

De receptie van Claudius Ptolemaeus' *Ἀρμονία* (*Harmonieën*) in de muziektheoretische ontwikkeling van de middentoonstemming in het laat vijftiende- en zestiende-eeuwse Italië

Nick Pouls



Last van stemmingswisselingen

De receptie van Claudius Ptolemaeus' *Ἀρμονίαι* (*Harmonieën*) in de muziektheoretische ontwikkeling van de middentoonstemming in het laat vijftiende- en zestiende-eeuwse Italië¹

Nick Pouls

Masterscriptie Oudheidstudies, Klassieke Cultuur

Faculteit der Letteren, Radboud Universiteit Nijmegen

Begeleider: prof. dr. E.M. Moormann

Datum: 30 januari 2017

Studentnummer: 4100328.

¹ Voorblad getiteld 'Claude Ptolemee Pelusien' uit Blanche Marantin en Guillaume Chaudiere, *Les vrais portraits et vies des hommes illustres grecz, latins, et payens recueilliz de leurs tableaux livres et medalles antiques, et modernes, livre II* (Parijs, 1584), 87.

Inhoudsopgave

Proloog	4
1 § Inleiding	6
1.1: De klassieke oudheid: een duurzame relatie met het muziekhistorisch verleden.	10
1.2: Ptolemaeus' <i>Harmonieën</i> in het wetenschappelijk discours	12
1.3: Receptiegeschiedenis: de oudheidkundige muziektheorie in de Renaissance	13
1.4: Historische musicologie naar stemmingen en temperamenten	14
1.5: Probleemstelling en doelstelling	15
 2 § Muziektheoretische harmonieën als uiting van de wiskundige eenheden	
De ratio's en stemmingen in de Pythagoreïsche school en Ptolemaeus' <i>Harmonieën</i>	16
2.1: Pythagoras' legendevoorming en de middeleeuwse stemming	17
2.2: Een analyse van Ptolemaeus' <i>Harmonieën</i>	20
 3 § Enige voorstemmen gesignaleerd in het laat vijftiende-eeuwse Italië	
Ptolemaeus' invloed op de vroege denkers van de middentoonstemming en de scheiding tussen de <i>musica theorica</i> en de <i>musica practica</i>	30
3.1: De polemiek tussen Bartolomé Ramos de Pareja en Franchinus Gaffurius	35
3.2: Een eerste 'mogelijke' variatie van de middentoonstemming: Pietro Aaron	44
3.3: Lodovico Fogliano: een logische weerlegging van de Pythagoreïsche stemming	45
 4 § De vernieuwing en toepasbaarheid van de klassieken	
Radicale denkers en diens gebruik van de klassieken voor de middentoonstemming	49
4.1: Het denkproces van de onafhankelijke geest: de eenling Nicola Vicentino	50
4.2: De continuïteit van de mathematische scholastieke methodologie: Gioseffo Zarlino	56
 5 § Conclusie	63
 Epiloog	67
Alles een beetje 'onzuiver': Vincenzo Galilei en de gelijkzwevende stemming	67
 Bibliografie	69
 Bijlage	77

Proloog

Deze scriptie voor de masteropleiding Oudheidstudies is een cumulatie van twee passies die sinds mijn tienerjaren een rol in mijn leven hebben gespeeld: namelijk oudheidkunde en muziekgeschiedenis. De receptie van de oudheid in de muziektheoretische ontwikkelingen van de Renaissance bleek al snel een ideaal onderwerp te zijn. Hoewel dit onderwerp in de beginfase onvoldoende was geconcretiseerd, kreeg de scriptie gaandeweg de onderzoeks- en schrijffase inhoudelijk meer vorm. Allereerst moest ik, in de complexe en diverse ontwikkeling van de vijftiende en zestiende-eeuwse muziek, me gaan richten op één muziektheoretisch onderdeel. Stemmingen blijft tot op heden een interessant onderwerp van discussie onder muziektheoretici en musici, waardoor ik besloot dit muziektheoretische onderwerp te nemen.

Vervolgens poogde ik een antieke denker te analyseren die in de vergetelheid is geraakt. Claudius Ptolemaeus, in eerste instantie vooral bekend door zijn verhandelingen over de astronomie, astrologie en geografie, was een van deze onderbelichte antieke muziektheoretici. In de Renaissance bestudeerden muziektheoretici, als gevolg van de humanistische methodologie, de antieke bronnen. Ptolemaeus' muziektheoretische verhandeling *Harmonieën* werd een van de antieke bronnen die een onmiskenbare invloed uitoefende zou gaan uitoefenen in de vijftiende- en zestiende-eeuwse muziektheoretische debatten.

Voor de realisatie van deze scriptie wil ik een woord van dank uitspreken. Allereerst wil ik mijn ouders, Loes Pouls-Manders en Geert Pouls, bedanken zonder wier onvoorwaardelijk steun – in verschillende aspecten – ik deze opleiding niet zou hebben kunnen afronden. Tevens wil ik Mark Winthagen bedanken voor zijn steun en hulp. Mark was bereid om de hoofdstukken door te nemen, mijn vraagstellingen aan te horen en de vertalingen van het Grieks te controleren. Nadja Pouls, mijn zus, wil ik bedanken voor haar inspiratie om een kritische werkhouding aan te nemen en ambitieuze doelstellingen te formuleren.

Ten tweede zijn er enkele musici en musicologen die ik ook wil bedanken in deze proloog. Mijn muziekdocente en vriendin Hildegard Moonen, wil ik bedanken voor haar hulp bij alle muziektheoretische vraagstukken waar ik mee worstelde tijdens het schrijven van deze scriptie. De blokfluitist Sascha Mommertz, die onder meer les geeft het aan het conservatorium van Tilburg, wil ik bedanken voor zijn bijdrage en controle van de musicologische analyses. De laatste musicus die ik wil bedanken is de dirigent en tuba-speler Maurice Winthagen voor het aanreiken van relevante boeken over de muziektheorie.

Ten derde wil ik een speciaal woord van dank uitspreken aan mijn enthousiaste begeleider Eric Moormann voor zijn begeleiding, advies, steun en geduld. Door een gezamenlijke voorliefde voor de klassieke muziek, uitgevoerd in de authentieke uitvoeringspraktijk, bood hij mij de gelegenheid en

het vertrouwen om dit muziektheoretische onderwerp te onderzoeken. De scriptiebesprekingen waren iedere keer weer een leerzame ervaring, waaraan ik positieve herinneringen heb.

1 § Inleiding

De herleving van de *musica antiqua*, de ‘oude muziek’ uit de middeleeuwen, de Renaissance en de Barok, aan het begin van de twintigste eeuw was onlosmakelijk verbonden met de behoefte van musici om een duurzame relatie met het muziekhistorische verleden te ontwikkelen. Muziekhistorische bronnen voorafgaand aan de achttiende eeuw werden door pioniers in de twintigste eeuw dan ook volop bestudeerd om de zogenaamde ‘historische uitvoeringspraktijk’ van de *musica antiqua* vorm te geven. Als gevolg van de groeiende ontwikkelingen binnen de *musica antiqua* speelde zich in de tweede helft van de twintigste eeuw een controverse af tussen de pioniers van de historische uitvoeringspraktijk en de gevestigde orde der muziekwetenschap over de ‘authenticiteit’ van de interpretatie en toepassing van de historische bronnen en muziektheorie. Dat vertolkers van de historische uitvoeringspraktijk en academici in de historische musicologie zich heden ten dage wel degelijk bewust zijn van de contextuele contingentie van muzieknotatie zal door niemand worden betwijfeld die ook maar enigszins op de hoogte is van de ontwikkeling in de *musica antiqua*. Naargelang er tussen de regels van muzieknotaties wordt gelezen of andere tekstuele en visuele bronnen worden geanalyseerd – die iets kunnen vertellen over de betekenis van de muzieknoten – zullen de vertolkers van de historische uitvoeringspraktijk zich continu moeten ontdoen van oude conventies en zich vernieuwende muziektheorieën moeten aanleren.² Klavecijniste Wanda Landowska (1879-1959) stelde al: “*Kent niet iedere periode zijn eigen Johann Sebastiaan Bach?*”, waarmee de vergankelijkheid geaccepteerd lijkt te worden in het historische onderzoek van de muziekwetenschap in de eenentwintigste eeuw.³

In deze scriptie wil ik analyseren welke invloed Claudius Ptolemaeus’ *Ἀρμονία* (*Harmonieën*) heeft gehad op de muziektheoretische ontwikkeling van de middentoonstemming in het laat vijftiende- en zestiende-eeuwse Italië. De wetenschappelijke relevantie van deze scriptie sluit aan bij twee verschillende, actuele debatten. In de afgelopen decennia zijn verschillende traktaten van Ptolemaeus over de astronomie, de *Ἡ μαθηματικὴ σύνταξις* (*De mathematische syntaxis* oftewel *Almagest*), de geografie, de *Γεωγραφικὴ Ὑφήγησις* (*Inleiding tot de geografie*) en de astrologie, de *Ἀποτελεσματικά* (*Astrologische invloeden* oftewel *Tetrabiblos*) genegeerd in het wetenschappelijk debat.⁴ Door de publicatie *The Crimes of Claudius Ptolemy* (1977), geschreven door de Amerikaanse natuurkundige en wetenschapshistoricus Robert Russell Newton (1918-1991), werd het werk van Ptolemaeus in een negatief daglicht geplaatst. Ptolemaeus werd, op grond van het gebruik van incorrecte informatie, op anachronistische wijze beschuldigd van methodologische fraude.⁵ Deze scriptie sluit als eerste aan bij

² John Butt, *Playing with History: The Historical Approach to Musical Performance* (Cambridge, 2008), 3-7.

³ Geciteerd in Ton Koopman, *Oratio: authenticiteit in de historische uitvoeringspraktijk* (Leiden, 2008), 5.

⁴ Jon Solomon, *Ptolemy's Harmonics: translation and commentary* (Leiden, 2000), ix-x; Andrew Barker, *Scientific method in Ptolemy's Harmonics* (Cambridge, 2000), 1-2.

⁵ Solomon, *Ptolemy's Harmonics*, xxv-xxviii; Robert Newton, *The crimes of Claudius Ptolemy* (Baltimore, 1977), 341-342, 344-346; Robert Newton, ‘The authenticity of Ptolemy's star data – II’, *Quarterly Journal of the*

het debat over het traktaat *Harmonieën*. Hoewel in de *Harmonieën* géén wiskundige incorrectheden werden aangetroffen die aanleiding zouden kunnen geven om Ptolemaeus van fraude te betichten, raakte het traktaat na zestien invloedrijke eeuwen op het gebied van muziek alsnog in de vergetelheid.⁶ Pas in de twintigste eeuw kwam *Harmonieën*, als gevolg van de groeiende interesse onder classici en historici in de antieke muziektheorie, weer onder de aandacht.⁷ Verschillende vertalingen werden er gemaakt en onlangs verscheen een wetenschappelijke monografie over Ptolemaeus' *Harmonieën*, zoals verder toegelicht zal worden in de *status quaestionis*.

Het tweede debat waarbij deze scriptie aansluit, betreft het wetenschappelijk debat over de toepassing van stemmingen en temperamenten in de hedendaagse uitvoeringspraktijk. De Italiaanse semioticus Umberto Eco (1932-2016) stelt in *Lector in fabula: la cooperazione interpretativa nei testi narrativi* (1979) dat de mens gefascineerd is door de tegenstelling tussen het goede en het slechte als narratief voor de geschiedschrijving.⁸ Een tegenstelling die ook haar weerslag kent op het musicologisch onderzoek naar stemmingen en temperamenten in de hedendaagse uitvoeringspraktijk, waarin de tegenstelling van het 'zuivere' en het 'valse' de boventoon speelt. Vanaf de eerste decennia van de negentiende eeuw werd het gelijkzwevende temperament de zogenaamde 'basis'-stemming waarin muziek werd uitgevoerd. In de tweede helft van de twintigste eeuw laaide de discussie over de frequentieverhoudingen van stemmingen en temperamenten op door de intrede van de modernistische en avant-gardistische stroming van de microtonale muziek.

Radicale, modernistische componisten, als Harry Partch (1901-1974) experimenteerden wederom met toonstelsels en toonsverdelingen, zoals in het vijftiende en zestiende-eeuwse Italië. De Amerikaanse componist Ben Johnston, gespecialiseerd in microtonaliteit, stelt in *'Maximum clarity' and other writings on music* (2006) dat een consonante klank gelijk staat aan eenvoudige ratio's voor de intervallen. Om deze stelling te beargumenteren, componeert Johnston uitsluitend in de 'reine'-stemming, waarbij zoveel mogelijk intervallen in het octaaf rein worden gestemd.⁹ De eenentwintigste-eeuwse zoektocht naar dé 'perfecte' stemming lijkt daarmee nog niet aan een einde te zijn gekomen. Om deze zoektocht te verduidelijken is het verrichten van onderzoek naar stemmingen

Royal Astronomical Society 24 (1983), 27-35, alhier 27-28, 33-35. Een nuancering over de fraude van Ptolemaeus wordt aangedragen door Owen Gingerich, 'Was Ptolemy a fraud?', *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* 21 (1980), 253-266, alhier 263-264.

⁶ Solomon, *Ptolemy's Harmonics*, xxix-xxx; Alan C. Bowen, 'The minor sixth (8:5) in early Greek harmonic science', *The American Journal of Philology* 99 (1978), 501-506, alhier 504-505.

⁷ Solomon, *Ptolemy's Harmonics*, ix-x; Barker, *Scientific method in Ptolemy's*, 1.

⁸ Umberto Eco, *Lector in fabula: de rol van de lezer in narratieve teksten*, vert. Yond Boeke (Amsterdam, 1989), 9-18, 37-49.

⁹ Ben Johnston en Bob Gilmore (red.), *'Maximum clarity' and other writings on music* (Chicago, 2006), xi-xxii, 6-8. De experimenten en het onderzoek van Johnston vormen slechts één van de vele voorbeelden uit de eenentwintigste eeuw. Stuart Isacoff, een Amerikaanse pianist en componist, schreef onder meer de monografie *Temperament: how music became a battleground for the great minds of western civilization* (2003).

en temperamenten uit het verleden essentieel, zoals wordt gesteld door Johnston en Duffin.¹⁰ Alleen dan kunnen de experimenten met stemmingen en tempermanten vervolgd worden.

De maatschappelijke relevantie van dit onderzoek schuilt in twee verschillende aspecten. Allereerst lijken musici en luisteraars zich in ieder muziekgenre, als gevolg van de indoctrinatie van het gelijkzwevende temperament, niet meer bewust te zijn van de zogenaamde ‘reine’ intervallen en ‘reine’ stemmingen. Bij de meest vooraanstaande musici en muziekcritici ontstaan er tijdens repetities misvattingen over de overgang en samenstelling van bepaalde akkoorden en harmonieën, aangezien nog enkel de intervallen van het gelijkzwevende temperament als rein beschouwd worden. Om deze misvatting te illustreren zal de zestiende-eeuwse compositie *Pavana Lachrimae* van de Nederlandse componist Jan Pieterszoon Sweelinck (1562-1621) als voorbeeld gebruikt worden. Wanneer dit muziekstuk, voor solo klavierinstrument, in het gelijkzwevende temperament wordt uitgevoerd, zal het uiterst merkwaardig klinken door de overgang van bepaalde akkoorden. Componisten uit de vijftiende en zestiende eeuw waren natuurlijk bekend met compleet andere stemmingen, zoals de Pythagoreïsche en middentoonstemming, waaraan de structuur van de composities werd aangepast.¹¹ Deze scriptie is vooral een poging om musici en luisteraars bewust te maken van de historische ontwikkeling van stemmingen, zoals de middentoonstemming uit de Renaissance.

Ten tweede zijn musici van de authentieke uitvoeringspraktijk zich wel degelijk bewust van de verschillende stemmingen die van toepassing waren in het vijftiende- en zestiende-eeuwse Italië, maar lijkt de herleving van de klassieke oudheid slechts in beperkte muziektheoretische terreinen herinnerd te worden. De ontwikkeling van het madrigaal zou door vijftiende- en zestiende-eeuwse componisten en muziektheoretici, die in de humanistische traditie staan, enkel gebruikt worden om tekstexpressie te verwezenlijken.¹² Halverwege de tweede helft van de zestiende eeuw kwam het madrigalisme op, een muziekstijl waarin componisten poogden toonschilderende effecten te gebruiken om woorden muzikaal te illustreren.¹³ De ontwikkeling van tekstexpressie wordt geassocieerd met de *seconda pratica*, zoals geformuleerd door de Italiaanse componist Claudio Monteverdi (1567-1643) in het voorwoord van *Il quinto libro de' madrigali a cinque voci* (1605), waarbij de muziek een representatie van de tekst moest vormen.¹⁴ Uiteindelijk ontwikkelde zich vanuit het madrigalisme de opera als de ultieme herleving van het klassieke theater en klassieke drama.¹⁵

¹⁰ Ross Duffin, *How equal temperament ruined harmony (and why you should care)* (New York, 2007), 15-18, 145-159; Johnston, *Maximum clarity*, xi-xxii, 6-8.

¹¹ Duffin, *How equal temperament*, 15-18, 145-159.

¹² Tim Carter, ‘The search for musical meaning’, in: Tim Carter en John Butt (red.), *The Cambridge history of seventeenth-century music* (Cambridge, 2014), 158-196, alhier 164-167, 169; Patrick McCreless, ‘Music and rhetoric’, in: Thomas Christensen (red.), *The Cambridge history of Western music theory* (Cambridge, 2002), 845-879, alhier 845-846.

¹³ James Haar, *Essays on Italian poetry and music in the Renaissance, 1350-1600* (Berkeley, 1986), 49-54.

¹⁴ Claudio Monteverdi, *Madrigals book IV and V*, vert. Stanley Appelbaum, red. Gian Francesco Malipiero (New York, 1986), vi-vii; Gary Tomlinson, *Monteverdi and the end of the Renaissance* (Berkeley, 1990), 21-30; Tim Carter, ‘Artusi, Monteverdi, and the poetics of modern music’, in: Nancy Baker en Barbara Hanning (red.), *Musical humanism and its legacy: essays in honor of Claude V. Palisca* (Stuyvesant, 1992), 171-194, alhier 171-177; Ilias Chrissochoidis, ‘The ‘Artusi-Monteverdi’ controversy: background, content, and modern

Om de historische bronnen in de context van de vijftiende- en zestiende eeuw te kunnen plaatsen, zijn er een aantal factoren die in ogenschouw genomen moeten worden als het gaat om stemmingen en temperamenten. Allereerst het gebruik van ‘tools’ uit de twintigste en eenentwintigste eeuw, zoals cents en de apparatuur om stemmingen en temperamenten in complexe getallen uit te drukken. Cents zijn namelijk ontstaan in een muziekpraktijk waar het gelijkzwevende temperament het ‘basis’-temperament is. Afgezien van het feit dat de toepassing van cents voor de vijftiende en zestiende eeuw anachronistisch is, is het ook niet echt relevant. De toepassing van cents is namelijk verwarrend voor een periode waarin muziektheoretici stemmingen en temperamenten in ratio’s uitdrukten op basis van het gebruik van een *monochord*, zoals in de hoofdstuk 2 en 3 zal worden toegelicht.¹⁶

Ten tweede werd in de vijftiende- en zestiende eeuw voor de vorming van toonladders nog geen gebruik gemaakt van de bekende kwintencirkel, die in *Der Generalbass in der Composition* (1728) door de Duitse muziektheoreticus Johann David Heinichen (1683-1729) zou worden opgesteld.¹⁷ De toepassing van de kwintencirkel leidt veelvuldig tot verwarring en reconstructies die onbekend waren bij vijftiende en zestiende-eeuwse musici. Tetrachorden werden, zoals ook in de oudheid, in de vijftiende en zestiende eeuw toegepast voor de ontwikkeling van de muziektheorie en de diatonisch toonladders (kerktoonladders).¹⁸

Het bronmateriaal dat voor deze scriptie gebruikt zal worden zijn (vertaalde) muziektheoretische traktaten van vijftiende- en zestiende-eeuwse Italiaanse muziektheoretici die vervolgens vergeleken zullen worden met Ptolemaeus’ *Harmonieën*. De vertalingen van de vijftiende- en zestiende-eeuwse traktaten zijn verzorgd door vooraanstaande musicologen, waarbij ik een vergelijking heb gemaakt met de fascimille-edities, transscripties en tekst-kritische edities (in bijlage 1 en de bibliografie is een overzicht gemaakt van het bronmateriaal). Voor Ptolemaeus’ *Harmonieën* wordt er gebruik gemaakt van de meest recente vertaling en tekst-kritische editie. De boeken van Ptolemaeus’ verhandeling zijn in verschillende tijdsperioden overgeleverd, veelvuldig bewerkt en gereconstrueerd. Om een enigszins werkbare bron te hebben, heb ik gekozen voor de vertaling van Jon Solomon en de tekst-kritische editie van Ingemar Düring, zoals in de *status quaestionis* verder

interpretations’, *British Postgraduate Musicology* 6 (2004), online; Paolo Fabbri en Tim Carter (vert.), *Monteverdi* (Cambridge, 2006), 59-61.

¹⁵ Mark Ringer, *Opera’s first master: the musical dramas of Claudio Monteverdi* (New Jersey, 2006), 4-6, 17-19, 31-32, 72-73, 83, 127-128; Mauro Calcagno, *From madrigal to opera: Monteverdi’s Staging of the self* (Berkeley, 2012), 1-8.

¹⁶ John Butt, *Playing with History*, 3-53, 98, 129.

¹⁷ Althans, in West-Europa. In de oostelijke delen van Europa bleek al dertig jaar eerder een vorm van de kwintencirkel in omloop te zijn. Deze was opgesteld door de muziektheoreticus Nikolai Diletskii (c.1630-1680) in de verhandelingen *Грамматика мусикийского пения*, *Een muziekgrammatica over zingen* (1677), en *Идея грамматикии мусикийской*, *Een idee over muziekgrammatica* (1679). Diletskii en Heinichen blijken, voor zover tot op heden bekend is, onafhankelijk van elkaar gewerkt te hebben. Zie Claudia R. Jensen, ‘A theoretical work of late seventeenth-century Muscovy: Nikolai Diletskii’s ‘Grammatika’ and the earliest circle of fifths’, *Journal of the American Musicological Society* 45:2 (1992), 305-331, alhier 307, 324-327.

¹⁸ Thomas Mathiesen, ‘Greek music theory’, in: Thomas Christensen (red.), *The Cambridge history of Western music theory* (Cambridge, 2002), 107-135, alhier 115-116, 121-123.

toegelicht zal worden. Vanwege de omvangrijke productie van muziektraktaten en de opkomende boekdrukkunst in de vijftiende en zestiende eeuw, zal er enkel aandacht besteed worden aan muziektheoretici die concreet stemmingen hebben onderzocht. Deze muziektheoretici zullen vervolgens chronologisch behandeld worden om een duidelijk overzicht te geven van de ontwikkeling die de middentoonstemming heeft gemaakt.

Voor de geografische afbakening van de onderzoeksvraag is gekozen voor Italië. Ten tijde van de Renaissance werd in dit gebied, als gevolg van opkomende humanistische methodologie, meer onderzoek gedaan naar de antieke bronnen. Componisten en muziektheoretici uit andere landen, zoals de Lage Nederlanden, Frankrijk en Engeland, raakten pas later bekend met het humanisme. Het onderzoek naar het antieke verleden, en daarmee de antieke muziektheorie, kreeg pas later vorm in deze landen en was voornamelijk geënt op de Italiaanse meesters.

Er wordt in deze scriptie onderzoek gedaan naar de vijftiende en zestiende eeuw, omdat dit een periode was waarin muziektheoretici genooddaakt waren om te gaan experimenteren met stemmingen en temperamenten. De Pythagoreïsche stemming raakte gaandeweg in ongebruik, vanwege de vernieuwingen in de organologie en de opkomende chromatische en enharmonische composities, zoals in hoofdstuk 2 toegelicht zal worden. Muziektheoretici vertrouwden in deze periode, zoals in de middeleeuwen gebruikelijk was, niet enkel op de Boëthiaanse muziektheorie, maar onderzochten steeds meer antieke muziektheoretische verhandelingen, zoals Ptolemaeus' *Harmonieën*.

1.1: De klassieke oudheid: een duurzame relatie met het muziekhistorisch verleden

Er is door classici en historici tot in de jaren negentig nauwelijks belangstelling getoond voor de muziek uit de oudheid, zo stelde de Britse classicus Martin Litchfield West in *Ancient Greek Music* (1992). West wekt de indruk dat er een entiteit bestaat als de 'antieke Griekse muziek' die vanaf de Archaïsche periode tot in de late oudheid onveranderd blijft. Voor de antieke muziektheorie concentreert West zich voornamelijk op de Archaïsche en Klassieke periode, in plaats van de Hellenistische of Romeinse periode.¹⁹ Bij gebrek aan voldoende bronnen uit de Archaïsche en Klassieke periode, poogt West etnomusicologische parallellen te trekken met de hedendaagse Westerse muziek om dit probleem op te lossen. Deze benadering van de antieke muziektheorie en organologie is echter anachronistisch door West's gebruik van hedendaagse terminologie, zoals de indeling van de (antieke) tetrachorden in toonladders en de wiskundige verdeling van de intervallen in cents. Tetrachorden maakten onderdeel uit van een bepaalde toonhoogte, de *τόνος* (*tonos*), die vervolgens werden onderverdeeld in drie genera.²⁰

¹⁹ Martin L. West, *Ancient Greek music* (Oxford, 1992), v-vi, 1-12.

²⁰ Zie André Barbera, 'Review on Martin West's *Ancient Greek music*', *Notes* 50:4 (1994), 1359-1361, alhier 1360; Jon Solomon, 'Review on Martin West's *Ancient Greek music*', *The Classical World* 89:6 (1996), 493-494, alhier 494 voor enkele kritische opmerkingen over de methodologie en uitwerking van West.

Waar West de indruk wekt dat de muziek uit de klassieke oudheid in de vergetelheid is geraakt, wordt een optimistischer beeld gepresenteerd door de Amerikaanse musicoloog Thomas Mathiesen. De klassieke oudheid is juist een onderwerp van interesse gebleven in de ontwikkeling van de muziektheorie om de duurzame relatie met het klassieke verleden te benadrukken. In *Apollo's lyre: Greek music and music theory in Antiquity and the Middle Ages* (1999) concentreert Mathiesen zich niet enkel op de Archaïsche en Klassieke periode, maar ook op de transmissie van de antieke bronnen uit de oudheid in de middeleeuwen. Terwijl West een thematische indeling hanteert voor zijn analyse, maakt Mathiesen gebruik van een eclectische structuur om parallellen te trekken tussen beide perioden.²¹ Als musicoloog houdt Mathiesen geen rekening met de filologische methodiek van classici en de verandering die de Griekse en Latijnse taal in de oudheid en middeleeuwen hebben doorgemaakt. Verschillende woorden worden door hem te vluchtig vertaald en gedefinieerd.²²

Een methodologische mijlpaal in het archeologisch onderzoek naar de antieke muziek werd bereikt door de Oostenrijkse classicus Stefan Hagel in *Ancient Greek music: a new technical history* (2009). In dit organologisch onderzoek analyseerde Hagel restanten van antieke instrumenten. Hagel maakte aan de hand van deze restanten reconstructies van enkele antieke instrumenten, zoals de *aulos* (αὐλός). Vervolgens stelt Hagel, door de toepassing van een etnografische analogie op de iconografische bronnen en overgeleverde instrumenten, statische en grafische diagrammen op die inzicht geven in de klankenvorming en speeltechnieken van de antieke muziek. In tegenstelling tot West, die voornamelijk op de Archaïsche en Klassieke periode focuste, poogt Hagel ook de Hellenistische en Romeinse periode te analyseren.²³ Desalniettemin is Hagel's monografie nogal gecompliceerd, aangezien de lezer bekend moet zijn met de complexe terminologie van de antieke muziektheorie en de controverses in het wetenschappelijk debat over de antieke muziek. Bij de reconstructie van de speeltechnieken en klankvorming van de antieke instrumenten houdt Hagel geen rekening met het afstemmen. Hagel stelt, aan de hand van secundaire literatuur en een contrafactische analyse, dat de instrumenten op 440 Hertz (Hz) afgestemd worden.²⁴ De darmsnaren van snaarinstrumenten zouden volgens Hagel bij een hogere afstemming namelijk kapot kunnen gaan. Door onvoldoende overgeleverde bronnen kan er echter niets concreets gesteld worden over de hoeveelheid Hz bij het afstemmen van de instrumenten. Hagel's nogal speculatieve aanname over het

²¹ Thomas Mathiesen, *Apollo's lyre: Greek music and music theory in Antiquity and the Middle Ages* (Lincoln, 1999), xi-xiii, 1-22.

²² Zie Leofranc Holford-Strevens, 'Review: explaining Greek music', *Early Music* 29:3 (2001), 447-448, alhier 447; Simon Goldhill, 'Review on Thomas Mathiesen's *Apollo's lyre: Greek music and music theory in Antiquity and the Middle Ages*', *Early Music History* 20 (2001), 267-279, alhier 273, 279; Alexander Lingas, 'Review: ancient music in a medieval mirror', *Journal of the Royal Musical Association* 129:2 (2004), 298-304, alhier 300 voor enkele kritische opmerkingen over de methodologie en uitwerking van Mathiesen.

²³ Stefan Hagel, *Ancient Greek music: a new technical history* (Cambridge, 2009), xv-xix;

²⁴ Zie Leofranc Holford-Strevens, 'Review on Stefan Hagel's *Ancient Greek music: a new technical history*', *Early Music History* 29 (2010), 325-344, alhier 337-339; John C. Franklin, 'Review on Stefan Hagel's *Ancient Greek music: a new technical history*', *The Journal of Hellenic Studies* 131 (2011), 228-229, alhier 229 voor enkele kritische opmerkingen over de methodologie en uitwerking van Hagel.

afstemmen van de toonhoogte lijkt eerder een aanpassing te zijn aan de hedendaagse standaard voor toonhoogte.

1.2: Ptolemaeus' *Harmonieën* in het wetenschappelijk discours

In de twintigste eeuw zijn er drie verschillende vertaling gemaakt van Ptolemaeus' *Harmonieën*. De eerste door de Duitse classicus Ingemar Düring in *Die Harmonielehre des Klaudios Ptolemaios* (1930) en de tweede door de classicus en archeoloog Andrew Barker in *Greek musical writings: II, harmonics and acoustic theory* (1989).²⁵ De Amerikaanse cultuurhistoricus en classicus Jon Solomon vertaalde en becommentarieerde in *Ptolemy's Harmonics: translation and commentary* (2000) als derde de muziektheoretische studie van Ptolemaeus. In deze recente vertaling gebruikte Solomon Richmond Lattimore's vertaling van Homerus' *Ilias* als model om het Oudgrieks aan de Engelse lezer over te dragen. Daarmee zette Solomon zich af tegen de Duitse vertaling van Düring, waarin de woordkeuze nogal 'vrij' bleek te zijn.²⁶ Het traktaat is, aldus Solomon, géén introductie in de antieke muziektheorie, maar veronderstelt een aanzienlijke muziektheoretische kennis van de lezer. In de becommentariëring van Ptolemaeus' *Harmonieën* past Solomon de hermeneutische methodologie toe om de wiskunde achter de muziektheorie te verduidelijken.²⁷

Een monografie over de Ptolemaeus' *Harmonieën* en diens wetenschappelijke methodologie werd geschreven door Barker in *Scientific method in Ptolemy's Harmonics* (2000).²⁸ Ptolemaeus poogt, aldus Barker, het rationalisme te verenigen met het empirisme. In *Harmonieën* stelt Ptolemaeus empirisch bewijs te hebben geleverd voor de ratio's door te experimenteren met een *monochord* en andere antieke instrumenten (in hoofdstuk 2, paragraaf 2 wordt hier nog uitvoerig op ingegaan).²⁹ Barker laat een eenentwintigste-eeuwse perceptie van 'empirisme' los op de oudheid door Barker, een vergelijk die niet evenredig is en tot anachronistisch aannames leidt. Een ander kritisch aspect is dat Barker, als gevolg van zijn interne bronanalyse, weinig secundaire literatuur en commentaar over Ptolemaeus' *Harmonieën* verwerkt. Hierdoor ontbreekt de historische context waarin het traktaat geschreven is.³⁰

²⁵ Ingemar Düring, *Die Harmonielehre des Klaudios Ptolemaios* (Göteborg, 1930); Andrew Barker, *Greek musical writings: II, harmonics and acoustic theory* (Cambridge, 1989).

²⁶ Solomon, *Ptolemy's Harmonics*, xi-xii.

²⁷ Solomon, *Ptolemy's Harmonics*, xi-xii.

²⁸ In de monografie van Barker wordt ook enkel gebruik gemaakt van Solomon's vertaling.

²⁹ Barker, *Scientific method in Ptolemy's*, 1-13, 109-131.

³⁰ Zie Karin Tybjerg, 'Review on Andrew Barker's Scientific method in Ptolemy's Harmonics', *The British Journal for the History of Science* 35:3 (2002), 349-350, alhier 350; Jon Solomon, 'Review on Andrew Barker's Scientific method in Ptolemy's Harmonics', *The Classical World* 96:3 (2003), 329-330, alhier 330; Liba Taub, 'Review on Andrew Barker's Scientific method in Ptolemy's Harmonics', *The British Journal for the Philosophy of Science* 57:1 (2006), 267-271, alhier 269-270 voor enkele kritische opmerkingen over de methodologie en uitwerking van Barker.

1.3: Receptiegeschiedenis: de oudheidkundige muziektheorie in de Renaissance

Dat de Renaissance wordt gekenmerkt door een herleving van de klassieke cultuur is alom bekend bij historische musicologen en muziekhistorici. Tijdens de Renaissance ontstonden er enkele nieuwe gedachten over de antieke muziek. De oudheidkundige muziektheorie kon echter niet, zoals de antieke literatuur, beeldende kunst en architectuur, gereconstrueerd worden. De geografische nadruk voor de muziektheoretische ontwikkeling in de Renaissance lag volgens de Amerikaanse musicologen Gustave Reese (1899-1977) en Howard Mayer Brown (1930-1993) voornamelijk op Frankrijk en de Lage Landen.³¹ De muziek maakte, aldus Reese en Mayer Brown, pas een omwenteling van de middeleeuwse, diatonische compositiestijlen naar de meer chromatische en enharmonische compositiestijlen in de vijftiende en zestiende eeuw. In deze periode trokken musici en componisten uit de noordelijke delen van Europa naar Italië, waar zij vernieuwende polyfone compositie en zangstijlen vanuit het noorden introduceerden die kenmerkend zouden worden voor de renaissancemuziek. De renaissancemuziek wordt daarmee voornamelijk als een ‘wedergeboorte’ van vernieuwende muziekstijlen beschouwd en niet enkel als een herleving van de klassieke cultuur, aldus Reese and Brown.

In *Humanism in Italian Renaissance Musical Thought* (1985) kenmerkt de Italiaanse musicoloog Claude Palisca (1921-2001) de Renaissance als een veertiende-eeuws Italiaanse fenomeen, waarin klassieke teksten werden herontdekt en vertaald en zich vanaf de vijftiende eeuw over de noordelijke delen van Europa verspreidden. Daarmee verschilt Palisca's geografische component ten opzichte van Reese en Mayer Brown. Palisca koppelt de Renaissance aan de intellectuele en literaire beweging van het Italiaanse humanisme, waarbij gaandeweg een groeiende interesse voor de muziek ontstond.³² Hierbij werd Palisca beïnvloed door de Duitse historicus Paul Oskar Kristeller (1905-1999) die in *Studies in Renaissance Thought and Letters* (1956) stelde dat de *studia humanitas* een literaire beweging was die zich enkel richtte op de herleving van de klassieke teksten. Waar Reese en Mayer Brown sterker de nadruk legden op de veranderende muziekstijlen in de vijftiende en zestiende eeuw als de verbeelding van de renaissancemuziek, stelt Palisca dat de renaissancemuziek beschouwd moet worden als een ‘wedergeboorte’ van de klassieken die teruggaat tot de veertiende eeuw met de opkomst van het humanisme.

De Amerikaanse historica Ann Moyer stelt in *Musica Scientia: musical scholarship in the Italian Renaissance* (1992) dat muziek niet tot het *core curriculum* behoorde van de humanistische studies. Hiermee poogt Moyer zich te distantiëren van Palisca's argumentatie aangaande de opkomst van het humanisme in Italië. Vanaf de late vijftiende eeuw zou muziek, aldus Moyer, een onderwerp van interesse zijn geworden onder humanistische denkers. Renaissancemuziek vormde in eerste

³¹ Gustave Reese, *Music in the Renaissance* (New York, 1954), xiii-xiv, 3-33; Howard Mayer Brown, *Music in the Renaissance* (Englewood Cliffs, 1976), 4-5; Claude V. Palisca, *Humanism in Italian Renaissance musical thought* (New Haven, 1985), 1-2.

³² Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, xi-xiii, 1-22.

instantie een onderdeel van de wiskundige disciplines van het *quadrivium* dat aan de universiteiten werd gegeven en tot in de zeventiende eeuw invloedrijk was.³³ Als gevolg van de nogal vrije vertaling van antieke en zestiende-eeuwse bronnen wekt Moyer de indruk géén rekening te houden met de historische context van de muziektheoretische termen.³⁴

1.4: Historische musicologie naar stemmingen en temperamenten

Een onderzoek naar stemmingen en temperamenten van de late vijftiende en zestiende eeuw kan niet om het werk van de Amerikaanse musicoloog, akoesticus en componist James Murray Barbour (1897-1970) heen. In *Tuning and Temperament: a Historical Survey* (1951) beschreef Barbour de historische ontwikkeling van stemmingen en temperamenten. Hoewel het een zeer overzichtelijk survey is, wordt er amper aandacht besteed aan de historische context van toonstelsels. De vorming van het eigentijdse twaalftoonstelsel en het gelijkzwevende tempermanent wordt als standaard gehanteerd, waartegen iedere andere stemming en temperament wordt afgezet. Enerzijds creëert Barbour daarmee een anachronisme, doordat er geen rekening wordt gehouden met de historische context waarin bepaalde stemmingen en temperamenten zijn gevormd.³⁵ De vijftiende en zestiende eeuw waren namelijk perioden waarin volop werd gezocht naar inventievere manieren om deze systemen toepasbaar te maken voor uitvoeringen en compositiestijlen. Anderzijds is het, zonder een twaalftoonsysteem, lastig om duiding te geven aan een periode waarin nog geëxperimenteerd wordt met tetrachorden en hexachorden, en kerktoonladders nog de basis vormen van het muziektheoretische kader. Er volgde al snel meerdere studies naar stemmingen en temperamenten, zoals Owen Jorgensen, *Tuning the historical temperaments by ear* (1977); Dominique Devie, *Le tempérament musical* (1990) en Franz Josef Ratte, *Die Temperatur der Clavierinstrumente* (1991). Deze studies bleken vooral aanvullingen of gedetailleerde revisie te zijn op de studie van Barbour.³⁶

De Zwitserse natuurkundige Reinhart Frosch (1935-2015) maakte in *Meantone is beautiful! Studies on tunings of musical instruments* (2002) een logaritmische uitwerking van de ratio's van de 1/4 komma-middentoonstemming. Vervolgens poogt Frosch deze analyse van de 1/4 komma-middentoonstemming toe te passen op klavierinstrumenten in de hedendaagse uitvoeringspraktijk van volks- en popmuziek.³⁷ De 1/4 komma-middentoonstemming is echter ontstaan in de vijftiende en zestiende eeuw, waarin musici op geheel andere klavierinstrumenten speelden dan vandaag de dag in moderne muziek gebruikelijk is. De toepassing van de middentoonstemming door Frosch wordt

³³ Ann E. Moyer, *Musica scientia: musical scholarship in the Italian Renaissance* (Ithaca, 1992), 2-9.

³⁴ Zie Maria Rika Maniates, 'Review on Ann Moyer's *Musica scientia: musical scholarship in the Italian Renaissance*', *Notes* 50:1 (1993), 119-120, alhier 120 voor enkele kritische opmerkingen over de methodologie en uitwerking van Moyer.

³⁵ James M. Barbour, *Tuning and temperament: a historical survey* (Mineola, 1951), v-viii, 1-13.

³⁶ Rudolf Rasch, 'Tuning and temperament', in: Thomas Christensen (red.), *The Cambridge History of Western Music theory* (Cambridge, 2002), 193-222, alhier 194.

³⁷ Reinhart Frosch, *Meantone is beautiful! Studies on tunings of musical instruments* (Bern, 2002), 132-140.

slechts tot enkele klavierinstrumenten beperkt, zoals de piano, het orgel, de synthesizer en de harmonica. Het klavecimbel, een klavierinstrument dat voor de helft van haar zeshonderdjarige geschiedenis in middentoonstemmingen werd gestemd, wordt pas in bijlage B benoemd. Over een ander klavierinstrument dat een lange geschiedenis kent in relatie tot de middentoonstemming, het clavichord, wordt helemaal niets gezegd. Frosch lijkt de historische ontwikkeling en context waarin bepaalde stemmingen en temperamenten voor bepaald type klavierinstrumenten zijn ontstaan te vergeten.³⁸

Een nieuw paradigma over de toepassing van het gelijkzwevende temperament wordt door de Amerikaanse historisch-musicoloog en dirigent Ross Duffin in *How Equal Temperament ruined Harmony* (2007) aangedragen. Heden ten dage is de muziekliefhebber en musicus, zoals gezegd, geïndoctrineerd door het gelijkzwevende temperament dat klakkeloos op ieder muziekstuk wordt toegepast zonder rekening te houden met de frequentieverhoudingen tussen intervallen. De luisteraar is zich er niet meer van bewust dat de vorming van verschillende temperamenten een historisch proces is geweest, waarover muziektheoretici veelvuldig gedebatteerd hebben. Ieder muziekstuk moet in zijn historische context geplaatst worden, waarna een ander temperament toegepast kan worden. De harmonieën van sommige muziekstukken zullen dan beter tot uiting komen in plaats van verbazing opwekken.³⁹ Hoewel Duffin de muziektheoretische debatten uit de late vijftiende en zestiende eeuw in diens kritische analyse bespreekt, wordt er amper aandacht besteed aan de receptie van de klassieke oudheid.

1.5: Probleemstelling en doelstelling

Aan de hand van de hierboven uitgewerkte *status quaestionis* is een indruk gegeven van de meest recente ontwikkelingen in het onderzoek naar stemmingen en temperamenten en de relatie met de klassieke oudheid. Enerzijds richt zich het onderzoek van oudheidkundigen en classici op de antieke muziektheorie en het vertalen van Ptolemaeus' *Harmonieën*, en daarmee niet op receptiegeschiedenis. Anderzijds leggen historisch-musicologen voornamelijk de nadruk op de Ptolemeïsche traditie in de bredere context van de Italiaanse Renaissance en stemmingen. Hierdoor wil ik de volgende probleemstelling aandragen: “*Hoe werd de antieke muziektheorie van Ptolemaeus toegepast in de ontwikkeling van de middentoonstemming in het laat vijftiende- en zestiende-eeuwse Italië?*” Tot nu toe lijkt een receptiestudie dat enkel de nadruk legt op de transmissie van de Ptolemeïsche traditie aangaande stemmingen in het vijftiende- en zestiende-eeuwse Italië, te ontbreken. Met deze scriptie wil ik bovendien musici in de authentieke uitvoeringspraktijk die zich enkel richten op tekstexpressie, bewust maken van de invloed die de klassieken hebben gehad op de vorming van stemmingen.

³⁸ Zie Edward L. Kottick, ‘Review: on Reinhart Frosch’s Meantone is beautiful! Studies on tunings of musical instruments’, *Music Perception: An Interdisciplinary Journal* 21:2 (2003), 277-281, alhier 277-280 voor enkele kritische opmerkingen over de methodologie en uitwerking van Frosch.

³⁹ Duffin, *How equal temperament*, 15-18, 145, 148-159.

2 § Muziektheoretische harmonieën als uiting van de wiskundige eenheden

De ratio's en stemmingen in de Pythagoreïsche school en Ptolemaeus' *Harmonieën*

Alvorens een analyse gemaakt kan worden van Ptolemaeus' *Harmonieën* en de invloed van de Pythagoreïsche traditie op Ptolemaeus, zullen enkele definities over de muziektheorie toegelicht moeten worden. Wat is precies een stemming of temperament? Welke kenmerken hebben stemmingen en temperamenten? In de Westerse muziek bestaat er, als gevolg van de verdeling van het octaaf over twaalf *gebieden* (niet: tonen), een onoplosbaar probleem over de frequentieverhoudingen tussen deze gebieden en hun 'zuiverheid' en 'onzuiverheid'.⁴⁰ Het aantal tonen in één octaaf kan niet nauwkeurig bepaald worden, waardoor eerder gesproken moet worden van een toonsysteem. Iedere musicus en theoreticus is voor de afbakening van de twaalf gebieden – en daarmee dus het toonsysteem – afhankelijk van een stemming die gekozen worden. Een stemming, oftewel een temperatuur, is de wijze waarop deze frequentieverhouding tussen toonafstanden in de muziek wordt verdeeld.⁴¹ Overigens dient een stemming niet verward te worden met de toonhoogte waarin wordt gestemd. De toonhoogte is, in tegenstelling tot een stemming waarin de frequentieverhouding tussen toonafstanden verdeeld wordt, de frequentie van de grondtoon uitgedrukt in Hertz (Hz). Een andere mogelijkheid naast een stemming om de frequentieverhoudingen tussen toonafstanden te verdelen is een zogenaamd temperament.

Een temperament, een zogenaamde 'fijn'-stemming, is getempereerd: een reeks tonen wijken af van de 'reine' stemmingen en de 'onzuiverheid' over de tonen wordt verdeeld. Daarbij kan een onderscheid gemaakt worden tussen het ongelijkzwevende en het gelijkzwevende temperament. Als de 'onzuiverheid' zo dusdanig verdeeld is dat de meest voorkomende toonsoorten 'zuiverder' zijn dan de minder gebruikelijke toonsoorten, wordt er gesproken van een ongelijkzwevend temperament. Een gelijkzwevend temperament kent een evenredige verdeling van de 'onzuiverheid' over alle twaalf gebieden binnen de gebieden.⁴²

In zowel een stemming als een temperament wordt er dus rekening gehouden met de frequentieverhoudingen tussen toonafstanden, maar bestaat er wel degelijk een verschil tussen beide. Wanneer er namelijk bewust wordt gekozen voor een systeem met ten minste één 'reine', zuivere, toonafstand, met uitzondering van het octaaf, kan er gesproken worden van een ongetempereerd systeem, dus een stemming. Een interval wordt als 'rein' bestempeld wanneer de vibratie tussen twee tonen overeenkomt met de akoestische ratio van een harmonische reeks. Als gevolg van deze problematiek werd er in de vijftiende- en zestiende eeuw geëxperimenteerd met verschillende

⁴⁰ John Daniskas, *Algemene muzikaleer* (Groningen, 1972), 314-315; Theo Willemze, *Algemene muzikaleer* (Zwolle, 1993), 95-96. Overigens wil ik vermelden dat er naar mijn inziens niet concreet gesproken kan worden van de termen 'zuiver' of 'onzuiver'. De idee van 'zuiverheid' en 'onzuiverheid' geeft al snel een implicatie van subjectiviteit (dat ik te allen tijde will vermijden).

⁴¹ Erich Neuwirth, *Musical temperaments* (Wenen, 1997), 1-22; Duffin, *How equal temperament*, 21, 32, 38-39.

⁴² Daniskas, *Algemene muzikaleer*, 315, 317-325; Willemze, *Algemene muzikaleer*, 170, 175-177.

verhoudingen tussen toonafstanden.⁴³ De toepassing van stemmingen en temperamenten kent vervolgens haar weerslag op de organologie.

De discrepantie in frequentieverhoudingen heeft voornamelijk betrekking op klavierinstrumenten. Ander typen, zoals snaar-, strijk- en blaasinstrumenten, hoefden in de vijftiende- en zestiende eeuw minder rekening te houden met de frequentieverhoudingen tussen intervallen. Deze groepen instrumentalisten hadden ieder eigen technieken om in het ensemble ‘zuivere’ intervallen te spelen, zoals het aanpassen van de bundes bij de luit en viola da gamba of het afstemmen van de losse snaren bij strijkinstrumenten. Een zanger hoefde enkel naar de stemming van het instrument te luisteren om de eerste muzieknoet ‘zuiver’ te kunnen zingen.⁴⁴

2.1: Pythagoras’ legendevorming en de middeleeuwse stemming

Gelet op de chronologische volgorde, zal in deze paragraaf allereerst de invloed van de Pythagoreïsche traditie uiteengezet worden. In de klassieke oudheid waren er tweede dominerende stromingen op het gebied van de muziektheorie, namelijk die van de rede en de emotie. De ene stroming, de Pythagoreïsche school, wilde muziek enkel uitdrukken in wiskundige eenheden, terwijl de andere stroming, de School van Aristoxenos, muziek beschouwde als een expressie van emoties. De muziektheorie van Ptolemaeus werd als een ideale middenweg gezien om de verschillen tussen beide stromingen op te heffen.⁴⁵ Desalniettemin bleek Ptolemaeus vooral door de Pythagoreïsche traditie beïnvloed te zijn als het gaat om de mathematische berekeningen voor stemmingen.⁴⁶ Er zal eerst een toelichting gegeven worden over de Pythagoreïsche muziektheorie aangaande stemmingen, voordat ingegaan wordt op de Ptolemeïsche traditie en de analyse van Ptolemaeus’ *Harmonieën*.

De muziektheorie van de Griekse wiskundige Pythagoras (c.572-c.500 v.Chr.) is alleen overgeleverd in latere antieke bronnen. Er zijn enkel beschrijvingen van Pythagoras’ muziektheorie over stemmingen in traktaten van andere muziektheoretici uit latere perioden overgeleverd. De vroegste bron waarin een legende over Pythagoras en muziek wordt benoemd, is beschreven door de Griekse wiskundige Nicomachus van Gerasa (c.60-c.120 n.Chr.) in *Ἀριθμητικὴ εἰσαγωγή* (*Inleiding op de aritmetica*) en *Ἐγχειρίδιον ἁρμονικῆς* (*Handboek der Harmonieën*). Deze antieke legende vertelt hoe Pythagoras zocht naar een rationele verklaring voor de consonantie en dissonantie in de muziek.

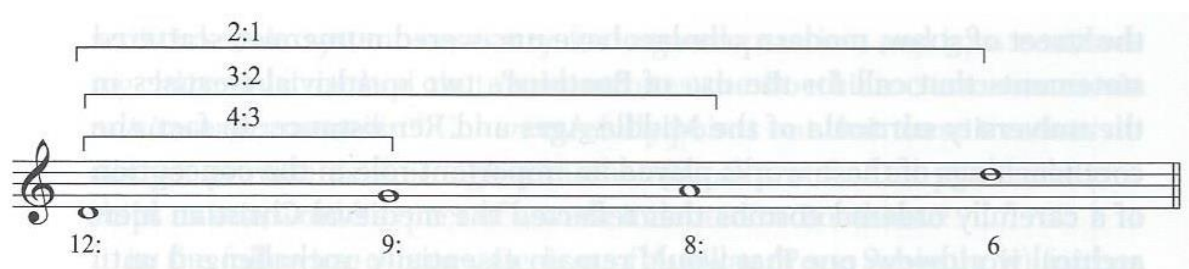
⁴³ Neuwirth, *Musical temperaments*, 1-22; Duffin, *How equal temperament*, 21, 32, 38-39. Het gebruik van de term ‘onzuiver’ en ‘onzuiverheid’ is een referentiekader naar de ‘reine’ toonafstanden. De term ‘rein’ is in de Nederlandse taal problematisch, aangezien er naar meerdere muziektheoretische onderwerpen gerefereerd kan worden. Er kan 1) bepaalde intervalnamen, 2) de reine stemming of 3) de frequentieverhouding tussen bepaalde tonen mee aangeduid worden. In dit onderzoek zal de term ‘rein’ voornamelijk gebruikt worden om de frequentieverhoudingen tussen tonen aan te geven.

⁴⁴ Ross Duffin, ‘Tuning’, in: Ross Duffin (red.), *A performer’s guide to Medieval music* (Bloomington, 2000), 545-562, alhier 545-546; Ross Duffin, ‘Tuning and Temperament’, in: Jeffery Kite-Powell (red.), *A performer’s guide to Renaissance music* (Bloomington, 2007), 279-289, alhier 283-288.

⁴⁵ Mathiesen, ‘Greek music theory’, 114-115, 120-121.

⁴⁶ Mathiesen, ‘Greek music theory’, 117.

Pythagoras passeerde op een dag een smidse, waar hij klanken hoorde die harmonieus en rein gestemd waren. De werkende smid bracht al slaande met de hamer op het aambeeld deze klanken voort, waarna hij door Pythagoras werd benaderd. Pythagoras bestudeerde het gereedschap van de smid en realiseerde zich dat het gewicht van de verschillende hamers van de smid evenredig van elkaar verschilde, namelijk 12:9:8:6. Vervolgens wist Pythagoras de mathematische ratio's van de intervallen hieraan te ontlede.⁴⁷ De *διαπάσον* (*diapason*; met een van ratio 12:6 = 2:1) correspondeerde met het octaaf, de *διαπέντε* (*diapente*: ratio 12:8 = 9:6 = 3:2) met de kwint, de *διατέσσαρον* (*diatessaron*: ratio 12:9 = 8:6 = 4:3) met de kwart. Het verschil tussen de *diapente* en de *diatessaron* is de diatonische, hele toon (ratio $3:2 \div 4:3 = 9:8$). Daarmee wist Pythagoras een wiskundige verklaring te ontdekken voor de consonantie en dissonantie in de muziek (zie figuur 2.1.0).⁴⁸



Figuur 2.1.0 - De ratio-verhoudingen, weergegeven met muzieknoten, in relatie tot de evenredige gewichten van de hamers in de legende over Pythagoras. Uit Mark Rimple, 'The enduring legacy of Boethian harmony', in: Noel Harold Kaylor en Philip Edward Phillips (red.), *A companion to Boethius in the Middle Ages* (Leiden, 2012), 447-478, alhier 456.

Aan de hand van deze legende is de zogenaamde Pythagoreïsche stemming ontstaan, waarin de *diapason* (2:1), de *diapente* (3:2) en de *diatessaron* (4:3) rein worden gestemd.⁴⁹ Wanneer er een ratio 3:2 voor de *diapente* en de ratio 4:3 voor de *diatessaron* worden gehanteerd in verhouding met een ratio 2:1 voor de *diapason* (dit interval bestaat uit de *diapente* en de *diatessaron*: $3:2 \times 4:3 = 2:1$), ontstaat er een discrepantie tussen de frequentieverhoudingen. Er moeten in een reeks van zeven reine octaven twaalf reine kwinten passen, maar uit de berekening in figuur 2.1.1 blijkt dat het anders zit (zie figuur 2.1.1). Het verschil tussen beide ratio's is 129,746:128 oftewel 1014:1, in plaats van de

⁴⁷ Nicomachus van Gerasa, *The manual of harmonics of Nicomachus the Pythagorean*, vert. Flora Levin (Grand Rapids, 1993), 83-93; Flora Levin, *The harmonics of Nicomachus and the Pythagorean tradition* (Philadelphia, 1975), 20-30; Flora Levin, 'πληγή and τάσις in the Harmonika of Klaudios Ptolemaios', *Hermes* 108:2 (1980), 205-229, alhier 208-211.

⁴⁸ Anicius Manlius Torquatus Severinus Boëthius, *Fundamentals of music*, vert. Calvin Bower, red. Claude Palisca (New Haven, 1989), xx-xxiv, 17-19, 167-168; Calvin Bower, 'The transmission of ancient music theory into the Middle Ages', in: Thomas Christensen (red.), *The Cambridge history of Western music theory* (Cambridge, 2002), 136-167, alhier 146-147; Catherine Nolan, 'Music theory and mathematics', in: Thomas Christensen (red.), *The Cambridge history of Western music theory* (Cambridge, 2002), 272-304, alhier 274. Overigens blijkt dat verschillende gewichten van hamers amper een andere klank produceren, wanneer deze op gebruikt worden om te slaan op een aambeeld. De ratio's die Pythagoras ontleende aan de hand van het gewicht van deze hamer zouden onmogelijk deze intervallen kunnen voorstellen.

⁴⁹ Mark Rimple, 'The enduring legacy of Boethian harmony', in: Noel Harold Kaylor en Philip Edward Phillips (red.), *A companion to Boethius in the Middle Ages* (Leiden, 2012), 447-478, alhier 455-456; Nolan, 'Music theory and mathematics', 274, 281.

ratio 1:1 die het zou moeten hebben. Deze discrepantie wordt aangeduid als de Pythagoreïsche of ditonische komma.⁵⁰ Hoewel deze stemming enkele complicaties met zich mee brengt, zou de stemming in de middeleeuwen de basis vormen voor de frequentieverhoudingen tussen intervallen alvorens de middentoonstemming haar intrede maakte in de vijftiende eeuw.

$$\begin{array}{lcl} \text{twaalf reine kwinten} & : & 3:2 \times 3:2 \times 3:2 \times 3:2 \times 3:2 \times 3:2 \times 3:2 \times 3:2 \times 3:2 \times 3:2 \times 3:2 = 129,746 \\ \text{zeven reine octaven} & : & 2:1 \times 2:1 \times 2:1 \times 2:1 \times 2:1 \times 2:1 \times 2:1 = 128,0 \end{array}$$

Figuur 2.1.1 - De formule om duiding te geven aan de discrepantie, de ditonische komma, bij de Pythagoreïsche stemming. Uit Ross Duffin, *How equal temperament ruined harmony (and why you should care)* (New York, 2007), 25.

De eerste Pythagoreïsche invloeden in de middeleeuwen waren al in de vroege zesde eeuw waarneembaar in de traktaten *De institutione musica* en *De institutione arithmetica* geschreven door de Romeinse schrijver en filosoof Anicius Manlius Torquatus Severinus Boëthius (c.480-525). In *De institutione musica* beriep Boëthius zich net zoals Nicomachus op de eeuwenoude legende over Pythagoras die de smidse passeerde voor de vorming van de Pythagoreïsche stemming.⁵¹ Boëthius stelde op vergelijkbare wijze als Pythagoras dat muziek correspondeert met mathematische ratio's:

<i>“Quia non potest dubitari, quin nostrae animae et corporis status eisdem quodammodo proportionibus videatur esse compositus, quibus armonicas modulationes posterior disputatio coniungi copularique monstrabit.”</i>⁵²	<i>“So that there can be no doubt that the order of our soul and body seems to be related somehow through those same ratios by which subsequent argument will demonstrate sets of pitches, suitable for melody, are joined together and united.”</i>⁵³
--	--

Daarmee poogde Boëthius zich te plaatsen in de traditie van de klassieke wiskundige filosofen die een relatie tussen muziek en wiskunde beoogden.⁵⁴ Boëthius zette deze legende kracht bij in *De institutione musica* door een verwijzing naar de Griekse mythologie te maken:

<i>“Simplicem principio fuisse musicam Nicomachus refert adeo, ut quattuor nervis constaret idque usque ad Orpheum durevit.”</i>⁵⁵	<i>“In the beginning, as Nicomachus reports, music was truly simple, since it was composed of four strings. It continued in this state until the time of</i>
--	---

⁵⁰ Duffin, ‘Tuning and Temperament’, 280-281, 284; Nolan, ‘Music theory and mathematics’, 274.

⁵¹ Nolan, ‘Music theory and mathematics’, 272.

⁵² Anicius Manlius Torquatus Severinus Boëthius, *De institutione arithmetica libri duo: De institutione musica libri quinque*, red. Godofredus Friedlein (Frankfurt, 1966), 186.

⁵³ Boëthius, *Fundamentals of music*, vert. Bower, 7.

⁵⁴ Rimple, ‘The enduring legacy of Boethian harmony’, 455-456; Oscar João Abdounur, ‘Ratios and music in the late Middle Ages: a preliminary survey’, in: Philippe Vendrix (red.), *Music and mathematics: in late medieval and early modern Europe* (Turnhout, 2008), 23-70, alhier 39-40.

⁵⁵ Boëthius, *De institutione arithmetica libri duo: De institutione musica libri quinque*, 205-206.

De snaren van Orpheus’ *kithara*, lier, zouden volgens Boëthius in de Pythagoreïsche stemming gestemd zijn. Boëthius’ interpretaties van het Grieks waren een van de weinige bronnen voor de kennis van de Griekse muziektheorie die overgeleverd waren in de middeleeuwen. Door de indirecte relatie met het klassieke verleden en Boëthius’ christelijke achtergrond, genereerde Boëthius veel invloed in de ontwikkeling van de middeleeuwse muziektheorie.⁵⁷ Aan middeleeuwse universiteiten werd vanaf de elfde eeuw onderwijs gegeven in het *trivium* en het *quadrivium*, waarbij *De institutione musica* en *De institutione arithmetica* als een standaardwerk werden gebruikt voor het vak *musica* (muziek).⁵⁸

Vanwege de omvangrijke invloed van Boëthius’ oeuvre in de middeleeuwen werd de Pythagoreïsche stemming tot in de vijftiende eeuw als basisstemming gebruikt voor de frequentieverdelingen tussen intervallen.⁵⁹ De Pythagoreïsche stemming en komma vormden in de uitvoeringspraktijk van de middeleeuwse muziek geen probleem. Het merendeel van de middeleeuwse muziek was namelijk vocaal, zoals de Gregoriaanse zang en kon zich wat betreft intonatie simpelweg aanpassen door te anticiperen op de intonatie van andere koorleden. Evenmin was dit het geval voor instrumentalisten van strijkinstrumenten en getokkelde snaarinstrumenten, zoals de vedel en de luit, maar wel voor de klavierinstrumenten.⁶⁰ Dit zal in de inleidende paragraaf van hoofdstuk 3 toegelicht worden.

2.2: Een analyse van Ptolemaeus’ *Harmonieën*

Om Ptolemaeus’ *Harmonieën* zo adequaat mogelijk te bestuderen voor de receptie in de vijftiende en zestiende-eeuwse muziektheoretische ontwikkeling, zal er een onderscheid gemaakt worden tussen een interne en externe bronanalyse. Daarbij zal worden ingegaan op de verschillen en overeenkomsten van Ptolemaeus’ *Harmonieën* met de Pythagoreïsche traditie. Deze verschillen en overeenkomsten zullen een belangrijke plaats innemen in de muziektheoretische debatten ten tijde van de late vijftiende en zestiende eeuw en de overgang van de Pythagoreïsche stemming naar de middentoonstemming.⁶¹

Allereerst wordt ingegaan op de externe analyse om duiding te geven aan de historische context van de bron. Claudius Ptolemaeus (87-150) was een Egyptisch-Griekse astronoom, astroloog, geograaf en muziektheoreticus die vermoedelijk in het Egyptische Alexandrië werkzaam was. In de

⁵⁶ Boëthius, *Fundamentals of music*, vert. Bower, 29-30; Rimple, ‘The enduring legacy of Boethian harmony’, 455-456.

⁵⁷ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 31-35.

⁵⁸ Ann E. Moyer, ‘The *quadrivium* and the decline of Boethian influence’, in: Noel Harold Kaylor en Philip Edward Phillips (red.), *A companion to Boethius in the Middle Ages* (Leiden, 2012), 479-517, alhier 479-481.

⁵⁹ Nolan, ‘Music theory and mathematics’, 275-276.

⁶⁰ Duffin, ‘Tuning and Temperament’, 280-281, 284.

⁶¹ Abdounur, ‘Ratios and music in the late Middle Ages’, 24-28.

klassieke oudheid werden harmonieën beschouwd als een onderdeel van de *logos*, gebaseerd op natuurkundige en wiskundige principes, om de sferen van de kosmos te ordenen.⁶² Vermoedelijk beïnvloed door zijn werkzaamheden als astronoom en astroloog ontkwam Ptolemaeus niet aan het schrijven van een verhandeling over de muziektheorie om orde aan te brengen in de sferen van de kosmos. De twee dominerende tradities in de eerste en tweede eeuw op het gebied van de muziektheorie waren de Pythagoreïsche school en de School van Aristoxenos. Ptolemaeus' muziektheoretische uitwerking in *Harmonieën* verenigde de twee contrasterende traditie van de rede en de emotie.⁶³ In de eerste duizend jaar van haar bestaan werd *Harmonieën* veelvuldig overgeschreven en becommentarieerd. Onder meer door de Griekse filosoof Porphyrius van Tyrus (c.234-305), geïnspireerd door de neoplatonistische leer, in *Εἰς τὰ Ἀρμονικά Πτολεμαίου Ὑπόμνημα* (*Commentaar op Ptolemaeus' Harmonieën*).⁶⁴

Dan volgt de interne analyse om de theorie en methodologie van Ptolemaeus te achterhalen. De muziektheoretische ideeën van Ptolemaeus zijn overgeleverd in drie verschillende boeken met ieder zestien hoofdstukken. Dit traktaat is bekend komen te staan onder de naam *Ἀρμονίαι* (*Harmonieën*). In het eerste boek definieert Ptolemaeus het concept van harmonieën en geluiden. Beide waren enkel uit te drukken in wiskundige ratio's en dienden als een verdeling van de tetrachord.⁶⁵ Ptolemaeus behandelt in het tweede boek de consonanten, en daarmee de ratio's tussen intervallen, in de *diapason*, waarvoor hij zou hebben geëxperimenteerd met het *monochord*. De onderverdeling van de *diapason* op de eigentijdse muziek en het instrumentarium werkte Ptolemaeus uit in het derde boek van *Harmonieën*.⁶⁶

Het traktaat van Ptolemaeus blijkt niet enkel becommentarieerd te zijn, maar werd in de middeleeuwen door enkele geleerden ook bewerkt. In ieder geval lijkt het eerste boek volledig van de hand van Ptolemaeus te zijn, maar er bestaat veel twijfels over het tweede en derde boek. Een eerste bewerking van Ptolemaeus' traktaat werd gemaakt door de Byzantijnse historicus Nicephorus Gregoras (c.1295-1360), waarbij het tot op heden onduidelijk blijft welke delen precies bewerkt zijn.⁶⁷ Een andere bewerking werd gemaakt door de Italiaanse filoloog en theoloog Barlaam van Calabrië (c.1290-1348), waarbij wel precies is aan te geven om welke delen het gaat. De laatste drie hoofdstukken van het derde boek, inclusief de wiskundige tabellen en berekeningen, zijn door Barlaam geschreven. Deze berekeningen van Barlaam komen overeen met Ptolemaeus' mathematische

⁶² Solomon, *Ptolemy's Harmonics*, ix.

⁶³ Mathiesen, 'Greek music theory', 114-115, 120-121; Thomas, Mathiesen, 'Harmonia and ethos in ancient Greek music', *The Journal of Musicology* 3:3 (1984), 264-279, alhier 265.

⁶⁴ Solomon, *Ptolemy's Harmonics*, xxx; Andrew Barker, *Porphyry's commentary on Ptolemy's harmonics: a Greek text and annotated translation* (Cambridge, 2015), 1-60.

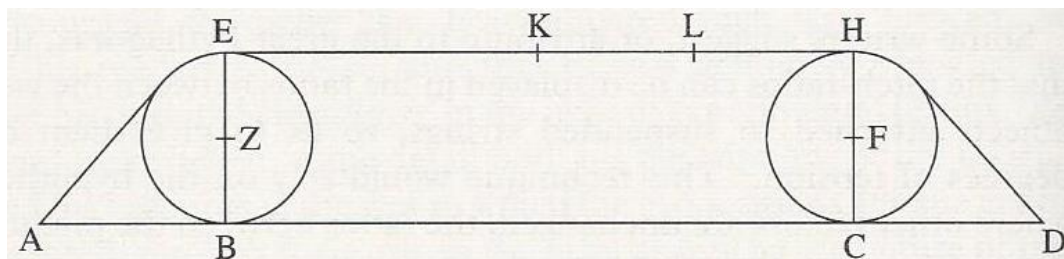
⁶⁵ Miguel Bobo de la Peña, 'Ptolemy on sound: 'Harmonics' 1.3 (6.14-9.15 Düring)', *Mnemosyne* 62:4 (2009), 548-585, alhier 548-552.

⁶⁶ Solomon, *Ptolemy's Harmonics*, xxxi-xxxiv.

⁶⁷ James F. Mountford, 'The harmonics of Ptolemy and the Lacuna in II 14', *Transactions of the American Philological Association* 57 (1926), 71-95, alhier 74-75; Solomon, *Ptolemy's Harmonics*, xxx.

uitwerking van de ratio's in eerdere hoofdstukken.⁶⁸ De laatste bewerking van enkele delen van Ptolemaeus' *Harmonieën* werd gemaakt door negentiende- en twintigste-eeuwse filologen, classici en historici. Door het onderzoek naar Boëthius' Griekse vertalingen in *De institutione musica* konden enkele delen van Ptolemaeus' *Harmonieën* in de negentiende en twintigste eeuw gereconstrueerd worden.⁶⁹ Hoewel de wiskundige berekeningen correct zijn in overeenstemming met de Ptolemeïsche traditie, moet er dus rekening gehouden worden met deze gereconstrueerde delen in het tweede en derde boek uit de hoge middeleeuwen, negentiende en twintigste eeuw.⁷⁰

Ptolemaeus bouwde voort op de ideeën van Pythagoras over de wiskundige verhoudingen in de muziek en stemmingen, maar er waren wel degelijke verschillen tussen beide denkers. Allereerst claimt Ptolemaeus empirische observaties te verwerken in één wiskundige *κανων* (*canonum*) in tegenstelling tot de ideeën van Pythagoras die enkel theoretisch waren.⁷¹ Het statement van Ptolemaeus om empirisch bewijs te leveren moet met enig scepticisme benaderd worden. De wijze waarop de antieke muziektheoreticus empirisch bewijs verzamelde, verschilt niet enkel met de hedendaagse empirische wetenschap, maar dient eerder ter illustratie.⁷² Wellicht gaat het eerder om een autoriteitsargument dan het daadwerkelijk aanleveren van empirisch bewijs. Hoewel het empirisme uiteenlopende definities kent, voerde Ptolemaeus wel degelijk experimenten uit met een snaarinstrument genaamd *μονοχόρδον* (*monochordum*). Daarmee kon de muziektheoreticus door middel van een verstelbare kam de ratio's tussen bepaalde intervallen berekenen.⁷³



Figuur 2.2.0 - Opstelling van het monochord volgens Ptolemaeus, zoals beschreven in het traktaat *Harmonieën*. Uit Andrew Barker, *Scientific method in Ptolemy's Harmonics* (Cambridge, 2000), 196.

Om inzicht te verwerven in hoe Ptolemaeus de verhoudingen heeft opgesteld voor de stemming, zal de werking van het *monochord* toegelicht moeten worden (zie figuur 2.2.0). De basis van het instrument is een langgerekte klankkast (ABCD), waarbij één snaar (AEHD) over de cilindervormige, verstelbare kammen (BE en CH) is gespannen.⁷⁴ Om de ratio's tussen bepaalde

⁶⁸ Mountford, 'The harmonics of Ptolemy', 77-78; Solomon, *Ptolemy's Harmonics*, xxx.

⁶⁹ Solomon, *Ptolemy's Harmonics*, xxiii; Claude V. Palisca, *Music and ideas in the sixteenth and seventeenth centuries* (Urbana, 2006), 5-7, 30-31, 280-283.

⁷⁰ Deze realisatie en historische ontwikkeling van de tekst maakt het lastig om te spreken van één concrete bron.

⁷¹ Claudius Ptolemaeus, *Ptolemy's Harmonics: translation and commentary*, vert. Jon Solomon (Leiden, 2000), 26-27; Barker, *Scientific method in Ptolemy's*, 192-193.

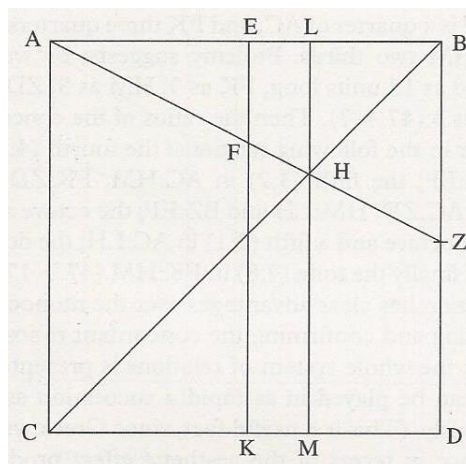
⁷² Barker, *Scientific method in Ptolemy's*, 192-193.

⁷³ Barker, *Scientific method in Ptolemy's*, 192.

⁷⁴ Ptolemaeus, *Ptolemy's Harmonics*, 26-27, 92-94; Barker, *Scientific method in Ptolemy's*, 196-197.

intervallen te verkrijgen, kan de kam verschoven worden zo dat de lengte van de snaar verandert en er gelijke delen ontstaan. Wanneer de verstelbare kam zodanig geplaatst wordt dat de snaar in twee evenredige lengtes wordt verdeeld, wordt het rein octaaf (2:1) gevormd. Om bijvoorbeeld een reine *diapente* te verkrijgen, dienen de kam zo geplaatst te worden dat er wiskundig vijf evenredige delen zijn, waarbij de ene zijde van de kam 3:5 van de snaarlengte bezet en de andere zijde 2:5. De schaalverdeling op de langgerekte klankkast wordt gebruikt om de snaar in verschillende proporties te kunnen verdelen (zie bijlage 2 voor de schaalverdeling van het *monochord* en benaming van de intervallen).⁷⁵

Ptolemaeus gebruikte vermoedelijk een uitgebreider type snaarinstrument dan het éénsnarige *monochord* om de ratio's te berekenen, namelijk de viersnarige *ἑλικών* (*helikon*). In de diagram van figuur 2.2.1 is ABCD de klankkast van het snaarinstrument, waarbij AC, EK, LM en BD de vier snaren representeren. De verstelbare kammen worden gevormd door de letter AB en CD, waarbij één extra kam is toegevoegd bij AZ.⁷⁶ Iedere snaar kon worden aangedraaid door de *κόλλαβοι* (*kollaboi*), de stenschroeven, die waren vastgemaakt in de wigvormige *πελεκέσις* (*pelekesis*) aan de rand van de *helikon*.⁷⁷



Figuur 2.2.1 - Een diagram van het *helikon* volgens Ptolemaeus, zoals beschreven in het traktaat *Harmonieën*. Uit Andrew Barker, *Scientific method in Ptolemy's Harmonics* (Cambridge, 2000), 207.

Door het gebruik van de viersnarige *helikon*, met eenzelfde lengte en omtrek van snaren, was het eenvoudiger om de spanning tussen afzonderlijke snaren met elkaar te vergelijken dan bij het éénsnarige *monochord*. Ptolemaeus maakte in zijn berekeningen verschil tussen de *σύντονον* (*syntonon*), gespannen, en *μαλακόν* (*malakon*), ontspannen, trillingen van de snaren (zie bijlage 3 voor de verschillen tussen de stemmingen).⁷⁸ In deze scriptie zal enkel aandacht besteed worden aan de

⁷⁵ Ptolemaeus, *Ptolemy's Harmonics*, 25-27, 60-61, 92-94; Barker, *Scientific method in Ptolemy's*, 196-199; Cecil Adkins, 'The technique of the monochord', *Acta Musicologica* 39 (1967), 34-43, alhier 34-35; David Creese, *The monochord in ancient Greek harmonic science* (Cambridge, 2010), 68-72; Tito M. Tonietti, *And yet it is heard: musical, multilingual and polycultural history of mathematics* (Basel, 2014), 43-46.

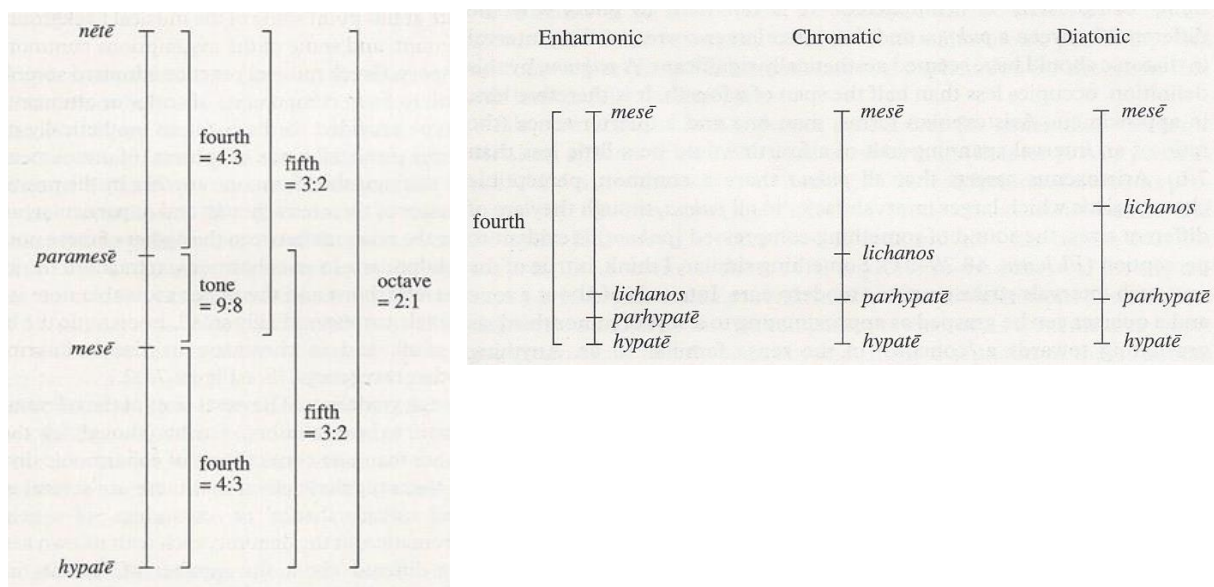
⁷⁶ Barker, *Scientific method in Ptolemy's*, 206-207.

⁷⁷ Barker, *Scientific method in Ptolemy's*, 211-213.

⁷⁸ Barbour, *Tuning and temperament*, 15-24; Bobo de la Peña, 'Ptolemy on sound: 'Harmonics'', 552-556.

syntonon. Deze ratio's van de syntonische, diatonische Ptolemeïsche stemming komen het meest overeen met de middentoonstemming. De vijftiende- en zestiende-eeuwse muziektheoretici die in deze scriptie aan de orde komen, hebben enkel de syntonische, diatonische Ptolemeïsche stemming als vergelijkingsmateriaal gebruikt. Andere ratio-verdelingen van Ptolemaeus, zoals de ratio's in de *malakon*, kwamen in muziektheoretische debatten van de vijftiende en zestiende eeuw niet aan de orde.

Vervolgens legde Ptolemaeus een relatie met de eigentijdse muziekverdeling van het octaaf in twee tetrachorden vast. De tetrachord is een reeks van drie intervallen die samen een natuurreine kwart vormen (zie figuur 2.2.2). De *hypatē* (1:1) is het begin, waarbij de *nete* (2:1) de *diapason* is van de twee opeengestapelde tetrachorden (een diatonische toonladder). Één tetrachord wordt aangeduid als de *mese* (4:3), die gevolgd wordt door een hele toon waarmee de *paramese* (3:2) wordt gevormd. De antieke muziektheoretici hielden rekening met de spanning van de snaar van het *monochord*, waardoor de drie *γένη* (*genera*) in verschillende type waren te onderscheiden, namelijk de *διάτονος* (diatonische), de *χρωματικόν* (chromatische) en de *ἐναρμόνιον* (enharmonische) genera.⁷⁹ In de *γένη τῶν μελωδομένων* (de melodische genera) geeft de *πυκνόν* (*puknon*) een indicatie van de intervallen bij de tetrachord. De chromatische en enharmonische genera hebben in ieder tetrachord een combinatie van twee kleinere intervallen ten opzichte van het grootste interval. Dit principe werd door antieke muziektheoretici beschouwd als de *puknon*. De diatonische genus is daarmee géén *puknon*, aangezien bij de verdeling van de tetrachord er niet twee intervallen gevormd kunnen worden die kleiner zijn dan het grootste interval.⁸⁰



Figuur 2.2.2 - Twee opeengestapelde tetrachorden met de benamingen voor de toonafstanden in de *diapason*. Vervolgens een visuele weergave van de toonafstanden in van de genera in de tetrachorden. Uit Andrew Barker, *Scientific method in Ptolemy's Harmonics* (Cambridge, 2000), 109, 111.

⁷⁹ Mathiesen, 'Greek music theory', 109, 117, 120, 123-125.

⁸⁰ Mathiesen, *Apollo's lyre*, 301, 312, 322, 344, 350; Barker, *Scientific method in Ptolemy's*, 111-113.

Bij het opstellen van stemmingen hield Ptolemaeus dus met twee factoren rekening: 1) het verschil tussen de *syntonon*- en *malakon*-spanning van de snaren op de *helikon* en 2) de drie verschillende genera en hun invloed op de tetrachorden. Voor één tetrachord ontwikkelde Ptolemaeus de verhouding 12:11:10:9, waarbij voor de toonafstanden een *λόγος ἐπιμόριος* (epimorische verhouding) werd gebruikt (zoals blijkt uit bijlage 3, waarin verschillende Ptolemeïsche stemmingen zijn uitgewerkt).⁸¹ Een epimorische verhouding, in het Engels aangeduid als een *superparticular ratio/number*, wordt opgesteld door het gebruik van de formule $(n + 1): n$, waarbij het deeltal dus groter is dan de deler.⁸² In *Harmonieën* besprak Ptolemaeus de ratio's en toonafstanden van de tetrachord A-B-C-D als volgt:

“Εὰν μέντοι τοῦ ἀκριβοῦς ἥθους ἐχόμενοι καὶ μὴ τοῦ προχείρου τῆς μεταβολῆς ποιῶμεν τὸ ἐκκείμενον τετράχορδον, οἱ μὲν ΒΓ πάλιν ἀποτλέσουσι τὸν τόνον καὶ τὸν ἐπὶ ἡ λόγον, οἱ δὲ ΑΒ βραχεῖ τόνου ἔλαττον, ὥστε τὸν μὲν τούτου λόγον πίπτειν κατὰ τὸν μείζονα τῶν ἐλατόνων τοῦ ἐπὶ ἡ', τουτέστι τὸν ἐπὶ θ', τὸν δὲ τῶν ΓΔ κατὰ τὸν ἐπὶ ιέ, ὅς συμπληροῖ ἅμα τῷ τε ἐπὶ θ' καὶ τῷ ἐπὶ ἡ' τὸν ἐπὶ γ', καὶ συνίστασθαι τὸ τοῦ σοντόνου διατόνου γένος.”⁸³	“[44.6-44.12] But if we form the aforementioned tetrachord while maintaining the precise ethos and without a proclivity for modulation, BC will again complete the whole tone and the 9:8 ratio while AB will be a little smaller than a whole, its ratio being the greatest of those smaller than the 9:8 ratio, that is, 10:9. CD will be of the ratio 16:15, which along with the 10:9 and 9:8 ratios fills out the 4:3 ratio, comprising the intense (syntonon) diatonic genus.”⁸⁴
--	--

Ptolemaeus stelde voor de semitoon (kleine secunde) de ratio 16:15 en voor de hele toonafstand de ratio's 10:9 (kleine grote secunde) en 9:8 (grote secunde) op.⁸⁵ Daarmee kan een dalende toonladder van twee opeenvolgende tetrachorden met daartussen een hele toonafstand, zoals gebruikelijk was in de klassiek oudheid, opgesteld worden om Ptolemaeus' ratio's en toonafstanden weer te geven (zie figuur 2.2.3).⁸⁶

⁸¹ Ptolemaeus, *Ptolemy's Harmonics*, 60.

⁸² Ptolemaeus, *Ptolemy's Harmonics*, 60, 64; André Barbera, 'Arithmetic and geometric division of the tetrachord', *Journal of Music Theory* 21 (1977), 294-323, alhier 302-305; Eduard J. Dijksterhuis, 'Over een stelling van Archytas', *Hermeneres* 2 (1940), 21-24, alhier 22.

⁸³ Claudius Ptolemaeus, *Die Harmonielehre des Klaudios Ptolemaios*, red. Ingemar Düring (Göteborg, 1930), 44.

⁸⁴ Ptolemaeus, *Ptolemy's Harmonics*, 60, 64.

⁸⁵ Ptolemaeus, *Ptolemy's Harmonics*, 60, 64; Massimo Raffa, 'Musica e matematica: la scienza armonica di Claudio Tolomeo', Umberto Eco (red.), *L'Antichità – Grecia* (Milaan, 2012), 1160-1163, alhier 1162.

⁸⁶ Een toonladder in de klassieke oudheid, voor zover die opgesteld kan worden, werd dalend weergegeven. Heden ten dage wordt een toonladder allereerst stijgend opgesteld, waardoor dit voor hedendaagse musici tot verwarring kan leiden.

Ptolemaeus' syntonische, diatonische genus van twee tetrachorden vanaf E (dalend)

Toon	E	D	C	B	A	G	F	E
Ratio	10:9	9:8	16:15	9:8	10:9	9:8	16:15	

Figuur 2.2.3 - De ratio's aan de hand van Ptolemaeus' stemming verwerkt in twee opeengestapelde tetrachorden. Uit James M. Barbour, *Tuning and temperament: a historical survey* (Mineola, 1951), 20 (tabel 20).

Bij de Pythagoreïsche school zijn enkel de frequentieverhoudingen van de legende, de ratio's 3:2 voor de *diapente*, 4:3 voor de *diatessaron* en 9:8 voor de hele toonafstand, overgeleverd uit de oudheid. Een concrete verdeling van de halve en hele toonafstanden in de Pythagoreïsche traditie, zoals bij de Ptolemaeus is opgesteld, is lastig te reconstrueren voor een diatonische toonladder. Figuur 2.2.4 is een poging om aan de hand van de Pythagoreïsche stemming de ratio's voor de halve en hele toonafstanden te reconstrueren, waarna een vergelijking kan worden gemaakt met de frequentieverhoudingen uit de diatonische toonladder van Ptolemaeus (zie figuur 2.2.4).⁸⁷

Pythagoras' diatonische toonladder vanaf E (dalend)

Toon	E	D	C	B	A	G	F	E
Ratio	10:9	9:8	256:243	9:8	10:9	9:8	256:243	

Figuur 2.2.4 - Een reconstructie van de ratio's voor de halve en hele toonafstand in de Pythagoreïsche stemming verwerkt in twee opeengestapelde tetrachorden.

Een concreet verschil tussen de Pythagoreïsche en Ptolemeïsche traditie is de ratio die gebruikt wordt voor de semitoon. Dit interval blijkt in de Pythagoreïsche stemming 'reiner' gestemd te worden dan in de Ptolemeïsche traditie. In tegenstelling tot de syntonische, diatonische stemming van Ptolemaeus, waarin de ratio van 16:15 wordt gehanteerd, is de ratio voor de kleine semitoon, de *λεῖμμα* (*limma*), in de Pythagoreïsche stemming namelijk $((4:3 \div 9:8) \div 9:8 =)$ 256:243. Voor de grote semitoon, de *ἀποτόμη* (*apotome*), hanteert de Pythagoreïsche stemming een ratio van 2187:2048.⁸⁸ Een snaar is bij de halve toonafstand *σύντονος* (*syntonos*), 'strakker' gespannen bij een ratio van 16:15 dan bij een ratio van 256:243. De halve en hele toonafstanden geven een indicatie van de hoe de muziektheoreticus, in dit geval Ptolemaeus, de frequentieverhoudingen en spanningen bij een stemming zou verdelen. Vervolgens kunnen de ratio's voor de intervallen berekend worden, waarmee duiding wordt gegeven aan de stemming.⁸⁹

Ten tweede stelde Ptolemaeus dat de epimorische ratio's niet alleen bepalend waren voor de halve en hele toonafstanden. Ptolemaeus streefde naar een stemming waarin alle wiskundige eenheden epimorisch van aard zijn, zoals de ratio's 10:9 en 9:8 voor de hele toonafstand en 16:15 voor de halve

⁸⁷ Nolan, 'Music theory and mathematics', 273-274.

⁸⁸ Nolan, 'Music theory and mathematics', 274; John H. Chalmers, *Divisions of the tetrachord: a prolegomenon to the construction of musical scales* (Hanover, 1993), 9-10.

⁸⁹ Bij de Pythagoreïsche intervallen worden enkelen andere termen toegepast. Zo wordt de diatonische halve toonafstand aangeduid als de kleine semitoon en de chromatische, halve toonafstand als de grote semitoon.

toonafstand. Ook de andere intervallen in relatie tot de *diapason* moesten volgens Ptolemaeus epimorisch zijn. Waar Pythagoras stelde dat enkel de *diapason* en de *diapente* rein gestemd moest worden met een epimorische verhouding van 2:1 en 3:2, stelde Ptolemaeus een epimorische ratio op voor de *δίτονος* (*ditonus*), de grote terts. Een reine stemming voor de *ditonus* betekend dat er een epimorische ratio van $(10:9 + 9:8 =) 5:4$ ontstaat als frequentieverhouding voor dit interval.⁹⁰ Zo blijkt uit Ptolemaeus' volgende opmerking in *Harmonieën*:

“ἐμποιεῖ δ' αὐτοῖς οὐ τὴν τυχοῦσαν ἀπορίαν καὶ τὸ μόνοις τούτοις τῶν ἐπιμορίων καὶ πολλαπλασίων προσάπτειν τάς συμφωνίας, τοῖς δ' ἄλλοις μηκέτι - λέγω δὲ οἷον ἐπιτετάρτοις καὶ τοῖς πενταπλασίοις ἐνὸς εἴδους ὄντος πρὸς ἐκείνους - καὶ ἔτι τὸ τὴν ἐκλογὴν ποιεῖσθαι τῶν συμφωνιῶν, καθ' ὃν αὐτοὶ βούλονται τρόπον.”⁹¹	“[13.23-14.1] The association of consonance with only these superparticular and multiple ratios and not with others – by ‘others I mean the sesquiquartial (5:4) and the quintuple (5:1), which are of the same form compared to others – created not insignificant difficulties for the Pythagoreans; so did their selecting of consonances by whatever method they chose.”⁹²
---	--

Eerder legde Ptolemaeus de nadruk op de relatie tussen de tetrachord, de genera en de halve en hele toonafstanden. Het gebruik van epimorische verhoudingen kent gevolgen voor de verdeling van de intervallen in de tetrachord. De *puknon* voor de enharmonische genus wordt bij een *ditonus* met een ratio van 5:4 wijder, terwijl bij de chromatische genus de *semiditonus* met een ratio van $(9:8 \times 16:15 =) 6:5$ ervoor zorgt dat de hele toon over twee halve tonen verdeeld kan worden.⁹³ De enharmonische en chromatische genera geven Ptolemaeus' toepassing van de epimorische verhoudingen voor de *ditonus* en *semiditonus* (kleine terts) weer. Bij de enharmonische genus bestaan de toonafstanden volgens Ptolemaeus uit $5:4 \times 24:23 \times 46:45 = 4:3$. De *malakon*-chromatische genus kent de som $6:5 \times 15:14 \times 28:27 = 4:3$.⁹⁴ Daaruit blijkt dat Ptolemaeus wederom vanuit de genera epimorische verhoudingen hanteerde voor de *ditonus* en *semiditonus*.

Ptolemaeus' aanname dat het rein stemmen van de *ditonus* géén consequentie heeft voor de Pythagoreïsche stemming, zoals blijkt uit het hierboven genoemde citaat, is incorrect. Wanneer de Pythagoreïsche *ditonus* gelijktijdig wordt uitgevoerd met andere intervallen, zal deze toon ‘onzuiver’ klinken.⁹⁵ In verhouding met de *diapason* moet er ten alle tijden een compensatie gemaakt worden tussen de *diapente* en de *ditonus*. Wanneer de *ditonus* rein wordt gestemd, moet de *diapente* verlaagd

⁹⁰ Barbour, *Tuning and temperament*, 2-3; Barker, *Scientific method in Ptolemy's*, 173-175; Andrew Barker, ‘Mathematical beauty made audible: musical aesthetics in Ptolemy's Harmonics’, *Classical Philology* 105:4 (2010), 403-420, alhier 411, 417-418; Raffa, ‘Musica e matematica’, 1160-1161.

⁹¹ Ptolemaeus, *Die Harmonielehre*, 13-14.

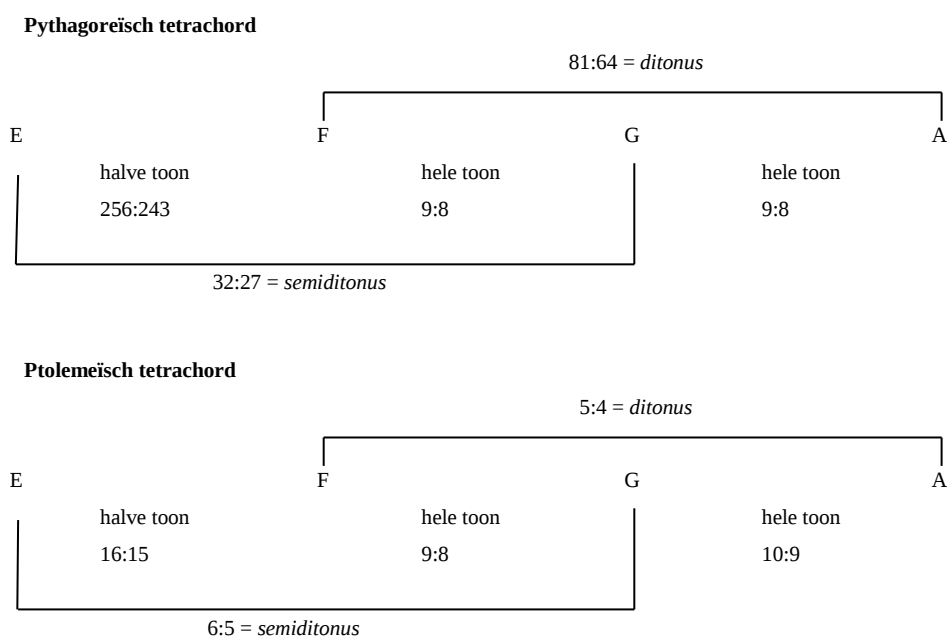
⁹² Ptolemaeus, *Ptolemy's Harmonics*, 20-21.

⁹³ West, *Ancient Greek music*, 170; Hagel, *Ancient Greek music*, 105, 266-267.

⁹⁴ Ptolemaeus, *Ptolemy's Harmonics*, 97-101.

⁹⁵ Palisca, *Music and ideas*, 33.

worden om een correcte frequentieverhouding te kunnen hanteren over de twaalf gebieden in de *diapason*. Tertsen werden in de Pythagoreïsche stemming als dissonanten beschouwd, waardoor de *ditonus* een ratio van $9:8 \times 9:8 = 81:64$ heeft.⁹⁶ Het verschil tussen de Ptolemeïsche *ditonus* (5:4) en de Pythagoreïsche *ditonus* is $5:4 \div 81:64 = 324:320 = 81:80$. Dit verschil wordt aangeduid als de syntonische of Ptolemeïsche komma. Eenzelfde verschil ontstaat ook bij de *semitonus*, waarbij in de Pythagoreïsche stemming een ratio van $9:8 + 256:243 = 32:27$ wordt gehanteerd (zie figuur 2.2.5 voor de verschillen tussen de tetrachord verdeling van Pythagoras en Ptolemaeus, waarbij de verhoudingen zijn weergegeven voor de *semitonus* en de *ditonus*).



Figuur 2.2.5 - De verschillen tussen de tetrachord verdeling van Pythagoras en Ptolemaeus, waarbij de ratio's van de semitonus en de ditonus zijn weergegeven. Uit Claude V. Palisca, *Dialogue on ancient and modern music* (New Haven, 2003), xxxiv-xxxv.

De stemming die door Ptolemaeus werd ontwikkeld, kent enkele essentiële kenmerken die bepalend zouden worden voor de middentoonstemming in de vijftiende en zestiende eeuw. Allereerst de uitwerking van de ratio's voor de verschillende genera in de tetrachorden, zoals de diatonische, chromatische en enharmonische genus. Ptolemaeus hield rekening met de verschillende spanningen die één snaar kan hebben op een *helikon* in vergelijking met andere snaren, zoals *syntonon* en *malakon*. Daarmee werd een tetrachord zowel voor de genus als voor de spanning van de snaar een bepalende factor.

Ten tweede het gebruik van epimorische verhoudingen voor alle kleinere toonafstanden, zoals de ratio 16:15 voor de kleine secunde, de ratio 10:9 voor de kleine grote secunde en 9:8 voor de grote secunde. Vernieuwend waren de epimorische verhoudingen van 5:4 voor de *ditonus* en 6:5 voor de

⁹⁶ Palisca, *Music and ideas*, 33.

semiditonus in de *diapason*. Er ontstond een gespannen stemming, waarbij in de diatonische tetrachorden epimorische verhoudingen ontstonden, oftewel de syntonische, diatonische, Ptolemeïsche stemming.

3 § Enige voorstemmen gesignaleerd in het laat vijftiende-eeuwse Italië

Ptolemaeus' invloed op de vroege denkers van de middentoonstemming en de scheiding tussen de *musica theorica* en de *musica practica*

In deze paragraaf wordt de neergang van de Pythagoreïsche stemming geanalyseerd in de late middeleeuwen. Dit biedt inzicht in de vijftiende- en zestiende-eeuwse veranderingen die ontstonden op het gebied van stemmingen en de invloed die Ptolemaeus heeft gehad op de middentoonstemming. Italiaanse componisten en muziektheoretici raakten in de veertiende- en vijftiende eeuw beïnvloed door het opkomende humanisme. Boëthius' *De institutione musica* werd, door humanisten niet langer erkend als hét fundament voor de eigentijdse muziektheorie, maar eerder als een compendium van de antieke muziektheorie. Dit zal aan de hand van enkele ontwikkelingen geïllustreerd worden. De klassieke Oudgriekse- en Latijnse muziekhistorische bronnen werden onder meer door humanisten als Pietro d'Abano (1250-1315), Niccolò Niccoli (1363-1437) en Giorgio Valla (1447-1499) verzameld, vertaald en becommentarieerd.⁹⁷ Het was de Frans-Vlaamse muziektheoreticus Johannes Gallicus de Namur (c.1415-1473) die als eerste humanist stelde, door het gebruik van de filologische methodiek, in het traktaat *Libellus musicalis de ritu canendi vetustissimo et nuovo* (c. 1460), dat Boëthius voornamelijk vertalingen maakte van de antieke bronnen in plaats van deze te interpreteren. Aan de hand van de codices over Griekse traktaten die in het bezit waren van Gallicus' leermeester Vittorino da Feltre (1378-1446), kon Gallicus de filologische achtergrond van *De institutione musica* in haar historische context plaatsen.⁹⁸ Het traktaat, *De institutione musica*, werd niet enkel onderworpen aan een filologische tekstanalyse, maar werd vervolgens door leerlingen aan de Italiaanse kathedraalscholen ook inhoudelijk bekritiseerd.

In de hoge middeleeuwen ontstond er een grotere toeloop van leerlingen aan de Italiaanse kathedraalscholen die vernieuwende ideeën introduceerden in de bestaande mathematische tradities. Het traktaat *De institutione arithmetica*, dat samen met *De institutione musica*, als de wiskundige basis voor de muzikale ratio's werd beschouwd, kwam aan de kathedraalscholen onder druk te staan. Verschillende muziektheoretici en wiskundigen, zoals de Franse humanist Jacques Lefèvre d'Étaples (c.1455-1536), begonnen hun wiskundige voorgangers te becommentariëren en ontwikkelden vernieuwende, wiskundige principes. Boëthius, als representant van de Pythagoreïsche traditie, werd gaandeweg steeds meer beschouwd als slechts één van de vele theoretici van de wiskundige principes over de muziektheorie.⁹⁹ Hoewel de opkomende, humanistische traditie heeft bijgedragen aan kritische analyses van Boëthius' *De institutione musica*, kwam de toepassing van de Pythagoreïsche stemming pas halverwege de vijftiende eeuw in het gedrang. Er waren nog twee andere praktische ontwikkeling

⁹⁷ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 38-39.

⁹⁸ Palisca, *Music and ideas*, 5-7, 30-31, 280-283; Claude V. Palisca, *Studies in the history of Italian music and music theory* (Oxford, 1994), 168-169.

⁹⁹ Moyer, 'The quadrivium and the decline of Boethian influence', 489, 495-497, 511-512.

in de muziek essentieel voor de definitieve teloorgang van de Pythagoreïsche stemming. De opkomst van vernieuwende, chromatische en enharmonische compositiestijlen in de late veertiende en vijftiende eeuw was de eerste essentiële ontwikkeling die ervoor zorgde dat de Pythagoreïsche stemming aan invloedsfeer verloor. Tertsen en sexten werden in de middeleeuwse muziek als dissonanten beschouwd, waarbij de kwart en kwint als consonanten werd toegepast in composities. Gaandeweg zouden de tertsen en sexten als consonanten toegepast worden in composities om de emotionele beladenheid te vergroten van tekstuele aspecten.¹⁰⁰ De invloed van de Frans-Vlaamse polyfonie, waarin de kwart in de basstem werd afgewezen, zorgde voor de omarming van de tertsen en sexten in de Italiaanse composities.¹⁰¹

Deze muziektheoretische ontwikkeling in de late middeleeuwen leidde in het laat-vijftiende- en zestiende-eeuwse Italië tot de opkomst van de *musica reservata*. In de muziekgeschiedenis wordt de *musica reservata* beschouwd als een vernieuwende stijl van chromatiek en tekstexpressie in de *a capella* muziek van de vijftiende eeuw, waarin de klassieke, tekstuele bronnen op de stemmen, modi en modulaties werden toegepast.¹⁰² Deze *musica speculativa* van de vroege veertiende eeuw werd in eerste instantie gedomineerd door de Pythagoreïsche, Platonische en Neoplatonische tradities. Boëthius' *De institutione musica*, een van de eerste bronnen die door humanisten werden ontdekt en een duurzame relatie met het klassieke verleden representeerde, werd de schriftelijke verbeelding van deze drie dominerende tradities.

De tweede ontwikkeling was de uitbreiding van het instrumentarium in de veertiende en vijftiende eeuw dat vanwege haar mechanisme zich minder eenvoudig kon aanpassen aan de chromatische en enharmonische composities, zoals klavierinstrumenten.¹⁰³ Aan de hand van de organologische ontwikkelingen van veertiende en vijftiende-eeuwse klavierinstrumenten zal toegelicht worden hoe klavierinstrumenten hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van stemmen en temperamenten. Bij klavierinstrumenten kan er op twee manieren een toon geproduceerd worden, namelijk door middel van luchtvoorziening of door een mechanisme waarbij gespannen snaren tot trilling worden gebracht.

¹⁰⁰ Leon Plantinga, 'Poetry and music: two episodes in a durable relationship', in: Nancy Baker en Barbara Hanning (red.), *Musical humanism and its legacy: essays in honor of Claude V. Palisca* (Stuyvesant, 1992), 321-354, alhier 327-328; Oliver Strunk, *Source readings in music history: from Classical Antiquity through the Romantic era* (New York, 1950), 312; Luca Bruno, 'Toward a theory of harmony in the Renaissance: historical-analytical inquiry into harmonically-oriented genres of sixteenth-century secular polyphony', in: Miloš Zatkalik, Milena Medić en Denis Collins (red.), *Histories and narratives of music analysis* (Cambridge, 2013), 1-26, alhier 1-2, 6-8; Sarah Mead, 'Renaissance theory', in: Jeffery Kite-Powell (red.), *A performer's guide to Renaissance music* (Bloomington, 2007), 343-373, alhier 344-345, 351-352; Timothy R. McKinney, 'Hearing in the sixth sense', *The Musical Quarterly* 82:3/4 (1998), 517-536, alhier 519.

¹⁰¹ Alison Laywine, 'Music, mechanics and 'mixed mathematics'', in: Carlos Fraenkel, Dario Perinetti, Justin Smith (red.), *The rationalists: between tradition and innovation* (Londen, 2011), 45-66, alhier 49.

¹⁰² Mathiesen, 'Greek music theory', 109-110.

¹⁰³ Duffin, 'Tuning', 545-546; Howard Mayer Brown en Keith Polk, 'Instrumental music', in: Reinhard Strohm en Bonnie J. Blackburn (red.), *Music as concept and practice in the late Middle Ages* (Oxford, 2001), 97-161, alhier 124-131, 144-147.

Het orgel, dat in vele verschillende varianten voorkwam, was een bekend klavierinstrument in het veertiende- en vijftiende-eeuwse Europa, waarbij de orgelpijpen doormiddel van een blaasbalg van wind voorzien werden om een toon ten gehore te brengen. Dankzij de toevoeging van een pedaalregister voor de lagere tonen, nam het instrument in het vijftiende-eeuwse Italië in toonomvang toe. De toegevoegde registers zijn een indicatie dat de toonomvang waarin gemusiceerd werd, werd uitgebreid. Om de frequentieverhouding tussen de intervallen vast te leggen hadden de orgelpijpen verschillende afmetingen, waarmee de stemming en toonhoogte van het instrument werd bepaald.¹⁰⁴ Hoewel heden ten dage een kerkorgel (en houten kistorgel) gebruikt worden als begeleiding voor andere instrumentalisten en vocalisten in de authentieke uitvoeringspraktijk, was dit in de veertiende en vijftiende eeuw niet het geval. Een kerkorgel werd enkel ter begeleiding van een koor of voor solomuziek gebruikt.¹⁰⁵ De koorleden konden zich simpelweg aanpassen aan de stemming van het instrument door zorgvuldig te luisteren, waardoor dit klavierinstrument geen probleem vormde voor het samenspel. In tegenstelling tot het orgel, waarbij de windvoorziening door de opening van de orgelpijp zorgde voor de trilling, waren er klavierinstrumenten die snaren gebruikten. Dit vormde al spoedig een probleem voor de begeleiding van andere instrumentalisten en vocalisten.

Deze klavierinstrumenten hadden de snaren van laag naar hoog gespannen in een klankkast, waarbij door middel van een hamermechanisme de snaar werd geknepen (klavecimbel) of getokkeld (clavichord). De eerste schriftelijke bronnen over de bouw van klavierinstrumenten met gespannen snaren zijn een verhandeling van de Nederlandse organist Henri Arnaut de Zwolle (c.1400-1466) uit de periode 1430-1440 en de encyclopedische *Tractatus de musica* (c.1460) van de Boheemse filosoof Paulus Paulirinus de Praga (c.1413-1471). In deze verhandelingen wordt uitvoerig gesproken over twee klavierinstrumenten met snaren, namelijk het *clavisimbalum* en het *clavicordium* (clavichord).¹⁰⁶ Er is geen overgeleverd *clavisimbalum* of *clavicordium* bekend uit de vijftiende eeuw. Enkel de bouwtekeningen van het *clavisimbalum* van De Zwolle zijn bekend (zie figuur 3.0.0). Het oudste bekende overgeleverde instrument met gespannen snaren is een *clavictherium* uit de tweede helft van de vijftiende eeuw (zie figuur 3.0.1).¹⁰⁷ De vraag rijst of Italiaanse componisten en musici uit de vijftiende eeuw wel bekend waren met deze instrumenten, aangezien De Zwolle en Paulirinus de Praga beiden in de noordelijkere delen van Europa werkzaam waren. Uit iconografische bronnen, zoals miniaturen en fresco's, blijkt dat klavierinstrumenten met gespannen snaren alom in Europa bekend waren, zoals in de Scandinavische landen, Italië, Slovenië en Kroatië.¹⁰⁸ De aanname dat deze organologische ontwikkelingen enkel tot een specifieke regio behoorden, lijkt daarmee uitgesloten. In

¹⁰⁴ Brown, 'Instrumental music', 144-145.

¹⁰⁵ Brown, 'Instrumental music', 160-161.

¹⁰⁶ Henri Arnaut de Zwolle, *Les traités d'Henri-Arnaut de Zwolle et de divers anonymes*, vert. Georges Le Cerf en Edmond-René Labande (Parijs, 1932), v, 3-5, 7-9; David Catalunya en Paul Poletti, 'Late Medieval strung keyboard instruments: new reflections and attempts at reconstruction', *Journal of the Alamire Foundation* 4 (2012), 141-155, alhier 141-142.

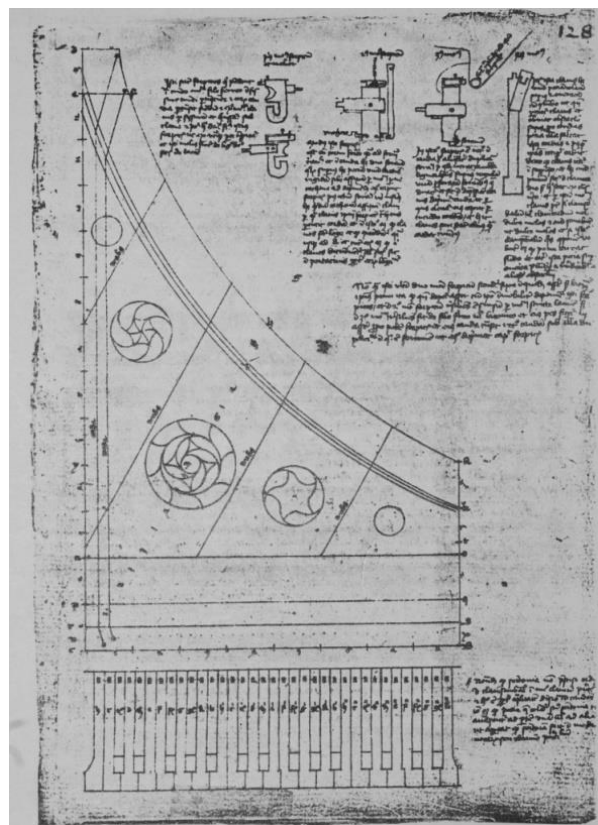
¹⁰⁷ Catalunya, 'Late Medieval strung keyboard instruments', 145.

¹⁰⁸ Catalunya, 'Late Medieval strung keyboard instruments', 143-144.

ieder geval konden deze klavierinstrumenten door hun harmermechanisme niet zomaar gebruikt worden in ensembles, aangezien de snaren niet bijgesteld konden worden, zoals bij andere snaarinstrumenten.

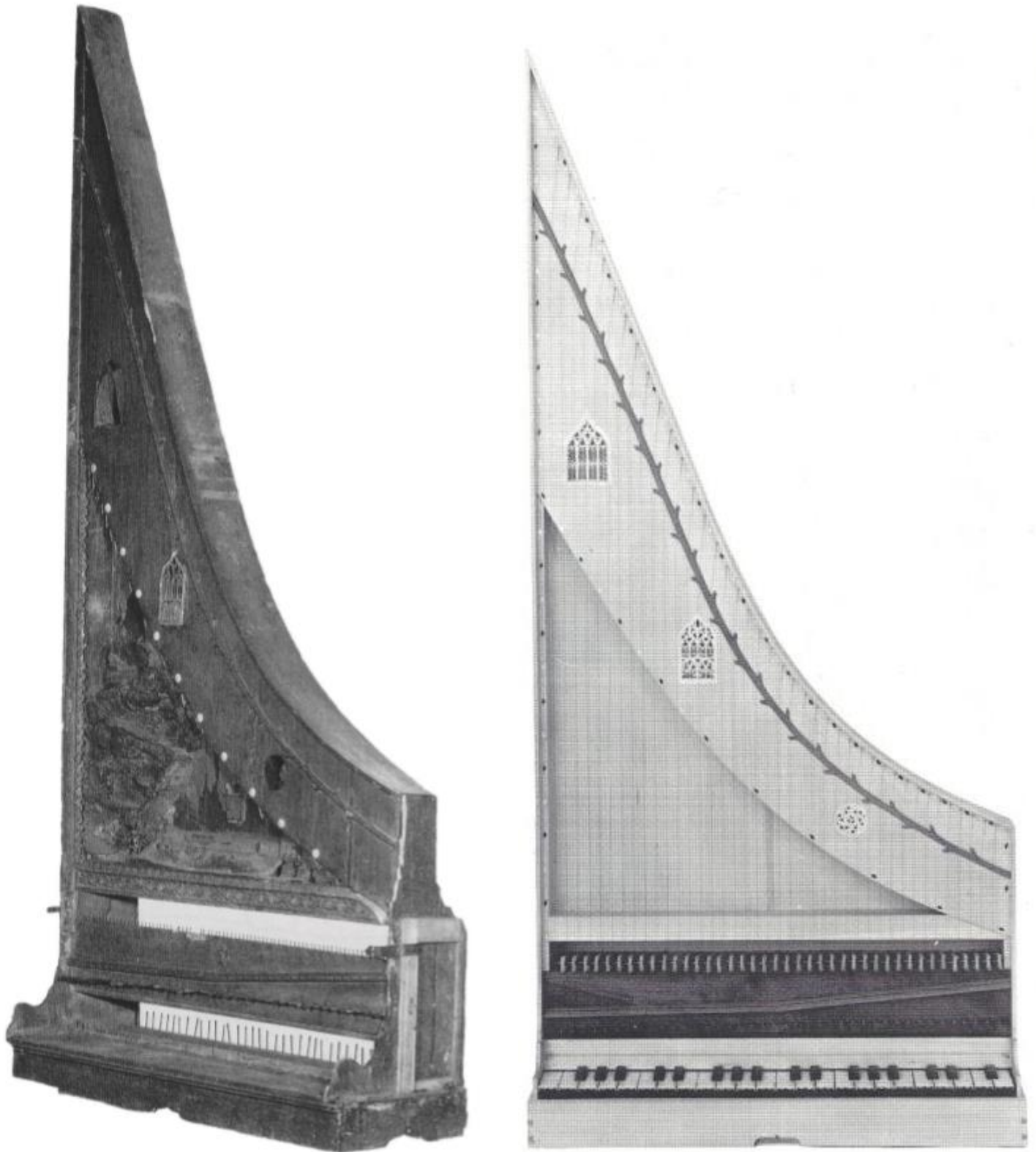
Gaandeweg de late vijftiende en zestiende eeuw zouden andere antieke tradities, zoals de Ptolemeïsche muziektheorie, ontdekt worden en invloed gaan uitoefenen op de eigentijdse muziek in Italië. Door de opkomst van vernieuwende compositiestijlen, waarin chromatiek en enharmoniek naar voren kwam, en de organologische ontwikkeling van klavierinstrumenten waren muziektheoretici en componisten genoodzaakt om te gaan experimenteren met de frequentieverhoudingen van stemmingen.¹⁰⁹ Daarbij zou het politieke klimaat van het Italische schiereiland invloed gaan uitoefenen op de concurrentiestrijd tussen muziektheoretici.

Italië bestond namelijk uit onafhankelijke stadstaten en hoven, waar muziek door heersers en particulieren als machtsmiddel werd gebruikt om te pronken met hun rijkdom. Vooraanstaande componisten, zangers en instrumentalisten werden door hen in dienst genomen, zodat de concurrentie tussen de elite op cultureel niveau werd verscherpt. Er brak, in de opkomende *musica reservata* aan het begin van de zestiende eeuw, een concurrentiestrijd uit tussen muziektheoretici en componisten van de verschillende stadstaten.



Figuur 3.0.0 - De bouwtekening van het clavisimbalum en het toetsenmechanisme. Uit Henri Arnaut de Zwolle, *Les traités d'Henri-Arnaut de Zwolle et de divers anonymes*, vert. Georges Le Cerf en Edmond-René Labande (Parijs, 1932). Origineel uit een veertiende-eeuwse manuscript van Henri Arnaut de Zwolle, Parijs, Bibliothèque Nationale, MS. Lat. 7295, fols. 128r.

¹⁰⁹ Boëthius, *Fundamentals of music*, vert. Bower, 9-10, 163; Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 226-227.



Figuur 3.0.1 - Origineel (gerestaureerd) *clavictherium* bevindt zich in het Royal College Museum (Londen, c.1470-1480). Het vijftiende-eeuwse *clavictherium* voor de reconstructie (links) en een replica gebouwd door de Britse clavecimbelbouwer Derek Adlam (rechts). Uit David Catalunya en Paul Poletti, 'Late Medieval strung keyboard instruments: new reflections and attempts at reconstruction', *Journal of the Alamire Foundation* 4 (2012), 141-155, alhier 145; Adamczewski, Fiona, 'Instrument for early music by today's makers', in: Maria Schofield (red.), *Decorative art and modern interiors 1978* (Londen, 1978), 122-144, alhier 128.

3.1: De polemieek tussen Bartolomé Ramos de Pareja en Franchinus Gaffurius

De stemming die vanaf de zestiende eeuw in Italië werd gebruikt om muziek ten gehore te brengen was de middentoonstemming. Bij deze stemming (en alle mogelijke varianten die nog toegelicht zullen worden in de komende hoofdstukken en paragrafen) wordt allereerst gepoogd om andere ratio's te hanteren voor de tussenliggende toonafstanden bij een tetrachord dan gebruikelijk was bij de Pythagoreïsche traditie. De kleine secunde kent een ratio van 16:15, de kleine grote secunde 10:9 en de grote secunde 9:8 in de middentoonstemming, terwijl in de Pythagoreïsche stemming voor de kleine secunde de ratio van 256:243 gehanteerd wordt. In het vorige hoofdstuk werd opgemerkt dat de onderlinge verdeling van de toonafstanden in de *diapason* een indicatie geeft van hoe een muziektheoreticus de stemming zal uitwerken en de ratio's die de andere intervallen krijgen. Een onderwerp dat in deze paragraaf wederom aan de orde komt.

Een tweede verschil tussen de middentoonstemming en de Pythagoreïsche stemming is de verdeling van de frequentieverhoudingen in de *diapason*. In tegenstelling tot de Pythagoreïsche stemming, waar de *ditonus* een ratio heeft van 81:64, wordt in de middentoonstemming de *ditonus* rein gestemd met de epimorische verhouding van 5:4. Vanwege de frequentieverhouding tussen de *ditonus* en *diapente* in relatie tot de *diapason* wordt de *diapente* (3:2) naar verhouding lager gestemd, waardoor dit interval niet meer rein is.¹¹⁰ De mate waarin de *diapente* wordt bijgestemd in relatie tot de *ditonus* en de *diapason* is een onderwerp van discussie, zoals verder zal worden toegelicht in de komende paragrafen. Tot op heden is het onbekend wanneer en door wie precies de middentoonstemming is geïntroduceerd. De ontwikkeling van de middentoonstemming is vermoedelijk een geleidelijk proces geweest vanaf de late vijftiende eeuw als gevolg van de *musica reservata*, waaraan verschillende muziektheoretici hebben bijgedragen. Om de eerste invloeden van Ptolemaeus' *Harmonieën* op de middentoonstemming te illustreren, zullen enkele laat vijftiende- en zestiende-eeuwse, muziektheoretische debatten tussen Italiaanse muziektheoretici en componisten in de volgende paragrafen uiteengezet worden.

De Spaanse muziektheoreticus Bartolomé Ramos de Pareja (c.1440-1522), die vanaf 1472 werkzaam was in Bologna en later in Rome, wordt beschouwd als een van de eerste denkers die een aanzet hebben gegeven voor de vorming van een middentoonstemming in het concurrerende Italië.¹¹¹ Ramos de Pareja stelt in het traktaat *Musica practica* (1482) een model op voor de constructie van het *monochord* en de onderverdeling van de snaren, maar een concrete berekening voor de ratio's van de

¹¹⁰ Duffin, *How equal temperament*, 31-33.

¹¹¹ Mark Lindley, 'Fifteenth-century evidence for meantone temperament', *Proceedings of the Royal Musical Association* 102 (1975-1976), 37-51, alhier 41. De musicologe Luanne Eris Fose stelt dat Mark Lindley ongelijk heeft als het gaat om Ramos de Pareja's voorkeur voor de middentoonstemming. Fose stelt dat Ramos de Pareja namelijk voorstander was van de Pythagoreïsche stemming. Zie Luanne Eris Fose, *The 'Musica practica' of Bartolomeo Ramos de Pareja: a critical translation and commentary* (Ann Arbor, 1992), 50-52, 65-90. Fose' argumentatie voor deze stelling is niet overtuigend, aangezien de door haar opgestelde berekeningen van de middentoonstemming en de Pythagoreïsche stemming niet overeen komen met de geen enkele verwijzing maakt naar andere zestiende-eeuwse bronnen, zoals Hothby.

stemming wordt niet gegeven. Het was de Engelse muziektheoreticus John Hothby (c.1410-1487) die een wiskundige uitwerking maakte van Ramos de Pareja's verdeling van het *monochord*. In het deel *Excitatio quaedam musicae artis per refutationem* uit het traktaat *Tres tractatuli contra Bartholomeum Ramum* stelde Hothby dat alle hele en halve toonafstanden bestonden uit epimorische verhoudingen.¹¹² Figuur 3.1.1 is de reconstructie van Ramos de Pareja's verdeling van het *monochord*, zoals berekend door Hothby:

Ramos de Pareja's verdeling van het *monochord*

Toon	A	B	C	D	E	F	G	A
Ratio	9:8	16:15	10:9	9:8	16:15	9:8	10:9	

Figuur 3.1.1 - De berekening van Ramos de Pareja's verdeling van het *monochord*. Uit Claude V. Palisca, *Humanism in Italian Renaissance musical thought* (New Haven, 1985), 233 (figuur 10.2).

Vergelijking ratio's over de toonafstanden bij Ptolemaeus en Ramos de Pareja

Toon	E	F	G	A
Toonafstand	1/2	1	1	
Ratio Ptolemaeus' syntonische, diatonische toonladder	16:15	9:8	10:9	
Ratio Ramos de Pareja's <i>monochord</i> verdeling	16:15	9:8	10:9	

Figuur 3.1.2 - Een vergelijking van de ratio's van Ptolemaeus' diatonische toonladder en Ramos de Pareja's verdeling van het *monochord*. Voor de tweede tetrachord gebruikten zowel Ptolemaeus als Ramos de Pareja dezelfde epimorische verhoudingen voor de halve en hele toonafstanden.

In vergelijking met Ptolemaeus' syntonische, diatonische toonladder (zie figuur 2.2.3, pagina 25) kan gesteld worden dat Ramos de Pareja eenzelfde epimorische verhouding hanteerde voor de halve en hele toonafstanden als het gaat om de tweede opeengestapelde tetrachord (zie figuur 3.1.2). Aan de hand van Hothby's berekening voor halve en hele toonafstanden blijkt dat alle tertsen van Ramos de Pareja's verdeling van het *monochord* rein gestemd zijn. De stemming die Boëthius opstelde – aan de hand van Pythagoras' legende – was gebaseerde op een reine stemming van de *diapente* en de *diatessaron*. Om de tertsen en sext 'aangenamer' te laten klinken dan in de Pythagoreïsche stemming gebruikelijk was, ontwikkelde Ramos de Pareja in het traktaat *Musica practica* (1482) dus een ratio 5:4 voor de *ditonus*, 6:5 voor de *semitonus* (kleine tertsen), 5:3 voor de *bipartiens tertia* (grote sext) en 8:5 voor de *superbipartiens quinta* (kleine sext).¹¹³ Daarmee vertonen

¹¹² Bonnie J. Blackburn, 'Music theory and musical thinking after 1450', in: Reinhard Strohm en Bonnie J. Blackburn (red.), *Music as concept and practice in the late Middle Ages* (Oxford, 2001), 301-345, alhier 318-325; Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 232-233; Lindley, 'Fifteenth-century evidence for meantone temperament', 38; Gilbert Reaney, 'The musical theory of John Hothby', *Revue belge de Musicologie/Belgisch Tijdschrift voor Muziekwetenschap* 42 (1988), 119-133, alhier 124-127; James Haar en John NáDas, 'Johannes de Anglia (John Hothby): notes on his career in Italy', *Acta Musicologica* 79:2 (2007), 291-358, alhier 305-306.

¹¹³ Blackburn, 'Music theory and musical thinking after 1450', 316-317; Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 232-233; Clement Miller, *Musica practica* (Stuttgart, 1993), 11-12, 15-19, 25-28; Bartolomé

niet alleen Ramos de Pareja's ratio's voor de halve en hele toonafstanden een overeenkomst met Ptolemaeus' muziektheorie, maar ook de ratio's voor de *ditonus* en *semiditonus*.¹¹⁴

De vernieuwende inzichten van Ramos de Pareja over de zogeheten middentoonstemming kwamen al snel onder vuur te liggen, waarna hij verwickeld raakte in een polemiek over de ratio 5:4 voor de *ditonus* en in welke mate de *diapente* ten opzichte van de *ditonus* bijgestemd moest worden. Franchinus Gaffurius (1451-1522), een Italiaanse muziektheoreticus en componist uit Lodi, werkte in drie verschillende traktaten een tegenreactie uit op Ramos de Pareja. Hoewel deze drie traktaten, *Theorica musicae* (1492), *Practica musicae* (1496) en *De harmonia musicorum instrumentorum opus* (1518) in een breed tijdspectrum gepubliceerd zijn, blijkt uit verschillende tekstuele kruisreferenties dat deze traktaten 1) in dezelfde periode werden geschreven en 2) aan elkaar gerelateerd zijn.¹¹⁵ Elk van deze traktaten kan dus niet afzonderlijk bestudeerd worden om inzicht te verwerven in de muziektheoretische gedachtegang van Gaffurius.¹¹⁶ Het traktaat, *Theoricum opus* (1480), was een eerdere schets van Gaffurius' traktaat uit 1492.¹¹⁷ *Theorica musicae*, bestaande uit vijf boeken, bevatte echter geen originele muziektheoretische inzichten, aangezien het inhoudelijk vooral een gedetailleerde uiteenzetting is van de Boëthiaanse muziektheorie.¹¹⁸

In het tweede traktaat, *Practica musicae*, dat vermoedelijk over een langere periode is geschreven, stelde Gaffurius dat organisten iedere *diapente* in de *diapason* een fractie dienden te verlagen. Daarvoor bestudeerde Gaffurius in *Practica musicae* de epimorische verhoudingen van Ptolemaeus' tetrachorden en leek hij een aanzet te geven voor de middentoonstemming, waarin de *diapente* meer bijgestemd werd dan de *ditonus*. Iedere stemming en temperament moet er rekening gehouden worden met de problematische verhouding tussen de *ditonus* en *diapente*. Deze intervallen moeten afhankelijk van elkaar altijd bijgestemd worden in relatie tot de *diapason* met een ratio van 2:1.¹¹⁹ Desalniettemin verschilden de visies van Ramos de Pareja en Gaffurius over de mate waarin de *ditonus* en *diapente* bijgestemd dienden te worden. In eerste instantie lijkt Gaffurius een aanzet te geven en voorkeur te hebben voor de middentoonstemming, maar al snel verkoos hij de Pythagoreïsche traditie boven de Ptolemeïsche traditie, zoals zal blijken uit de analyse van het derde traktaat.

Ramos de Pareja, *Musica practica*, vert. Clement Miller (Stuttgart, 1993), 162-169; Strunk, *Source readings in music history*, 201; Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 232-233; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 52.

¹¹⁴ Lindley, 'Fifteenth-century evidence for meantone temperament', 37-38; Strunk, *Source readings in music history*, 204; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 53-54.

¹¹⁵ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 39, 68-70, 78-79; Blackburn, 'Music theory and musical thinking after 1450', 333.

¹¹⁶ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 78.

¹¹⁷ Irwin Young, 'Franchinus Gaffurius, Renaissance theorist and composer (1451-1522) (onuitgegeven dissertatie, Universiteit van Californië in Los Angeles, 1954), 30; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 70.

¹¹⁸ Walter Kurt Kreyszig en Claud V. Palisca (red.), *The theory of music: Franchino Gaffurio* (New Haven, 1993), xi-xiii, xvii-xxx; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 70-71.

¹¹⁹ Franchinus Gaffurius, *Practica musicae*, vert. Clement Miller (Stuttgart, 1968) 157-158; Barbour, *Tuning and temperament*, 25-26; Lindley, 'Fifteenth-century evidence for meantone temperament', 37, 42-43.

Gaffurius breidde in *De harmonia musicorum instrumentorum opus* (1518) het muziektheoretische onderzoek naar de antieke geschriften uit om zijn standpunt tegen Ramos de Pareja te verdedigen.¹²⁰ Allereerst liet Gaffurius, in samenwerking met bisschop Pietro Barozzi van Padua (1441-1507), een Latijnse vertaling maken van Ptolemaeus' *Harmonieën* door de Italiaanse humanist en arts Nicolò Leonicensi (1428-1524). De vertaling van het Oudgrieks werd, vanwege de complexiteit syntaxis en terminologie van Ptolemaeus' *Harmonieën*, woord voor woord gedaan door Leonicensi. Als gevolg van deze vertaalmethode ontstond er een Latijnse vertaling van Ptolemaeus' tekst waaraan géén concrete, inhoudelijke betekenis ontleend kon worden. Het is dan ook niet verwonderlijk dat Gaffurius naar eigen inzicht delen van Leonicensi's vertaling van Ptolemaeus' *Harmonieën* anders heeft geïnterpreteerd, herschreven en verwerkt in *De harmonia musicorum instrumentorum opus*.¹²¹ De keuze van Gaffurius om een vertaling van Ptolemaeus' *Harmonieën* te laten maken, was selectief. Ptolemaeus was namelijk geschoold in de Pythagoreïsche traditie, waarvan Gaffurius een voorstander was. Gaffurius, geïnspireerd door de Boëthiaanse muziektheorie, selecteerde dus enkel denkers die in eenzelfde traditie fungeerden om zijn argumentatie kracht bij te zetten.¹²²

Ten tweede licht Gaffurius in het tweede boek van *De harmonia musicorum instrumentorum opus* de muziektheorie van Ptolemaeus' stemming en de antieke diatonische, chromatische en enharmonische genera toe. Ptolemaeus gebruikte een *ditonus* met een ratio van 5:4 voor de enharmonische tetrachord, terwijl in de Pythagoreïsche traditie een superpartiente ratio van 81:64 werd toegepast. Een superpartiente verhouding wordt berekend door de formule $(n + a)$: n , waarbij de a te allen tijde groter is dan één.¹²³ Gaffurius gaf in eerste instantie toe dat de *ditonus* met een ratio van 5:4 'aangenamer' klonk dan de Pythagoreïsche *ditonus*:

<i>“Ipsarum vero concinitatum ditoni scilicet et Semiditoni intervalla Superparticularibus huiusmodi applicate maius minuendo: augendo minus Ptholomaeus (quod supradiximus) adaptavit: ut decimo octavo secundi In generibus spissis monstratum est. At Ditono huiusmodi coniunta Diatessaron in actum Sextam ipsam maiorem mediabit et concinnam (non tamen</i>	<i>““But in forming a skilful connection of a ditone and semitone Ptolemy (as we said above) adjusted the intervals to such superparticular proportion by making the smaller proportion larger and the larger smaller, as we have shown in II, 18, on close genera. With such a ditone a coniect fourth above will divide a major sixth pleasingly (but not harmonically), since a</i>
---	--

¹²⁰ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 78-79.

¹²¹ Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 117-123, 204-214; Claude V. Palisca, 'Introductory notes on the historiography of the Greek modes', *The Journal of Musicology* 3:3 (1984), 221-228, alhier 222; Maria Rika Maniates en Claude V. Palisca (red.), *Ancient music adapted to modern practice* (New Haven, 1996), xxxi-xxxii; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 67.

¹²² Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 79, 82-84.

¹²³ Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 222; Barbera, 'Arithmetic and geometric division', 302-305.

*harmonici) cum in maioribus numeris ac
 longioribus chordis minor proportio deducta sit:
 semiditono pariter Sextae minoris medietam
 producet concinnitatem quasi affines harmonicae
 Medietatis a qua trahuntur et participes atque
 cognatas (quanquam ipsa diminutione diversas).
 Verum quum Diatessaron con consonantiae
 superduxeris in acutum integrum seu diminutum
 ditonum sive etiam rectum vel adautam
 Semiditonum sexta ipsa discorditer mediate
 manebit: quia nullam habet huiusmodi
 Mediocritas cum Harmonica medietate
 essentialem convenientiam.*"¹²⁴

*smaller proportion is formed with larger numbers
 and longer strings. With a semiditone it also
 produces the skilful connection of a minor sixth,
 similar to the participation, relationship, and
 connection of a harmonic division from which
 they are drawn (although they differ through
 smallness). But when you place a complete or
 smaller ditone or also an exact or enlarged
 semiditone above a consonant fourth, the sixth
 will remain in a discordant division. It has no
 essential agreement with a median harmonic
 division, for in the latter longer strings are
 related to smaller numbers, and shorter strings to
 larger numbers.*"¹²⁵

De Ptolemeïsche *ditonus* met de epimorische verhouding van 5:4 kan, in tegenstelling tot de Pythagoreïsche *ditonus*, niet in twee gelijkwaardige tonen onderverdeeld worden (zie figuur 3.1.3, pagina 40).¹²⁶ In de Pythagoreïsche traditie kan de *ditonus* met de ratio van 81:64 wel degelijk onderverdeeld worden in twee grote secundes met een ratio van 9:8.¹²⁷ Hoewel Gaffurius zich realiseerde dat de *ditonus* en *semiditonus* met de ratio's 5:4 en 6:5 beter klonken voor de vernieuwende chromatisch en enharmonische composities, kon hij de Ptolemeïsche theorie vanwege de beperkte, tonale onderverdeling niet accepteren.¹²⁸

Waar Ptolemaeus een alternatief bood voor de Pythagoreïsche stemming, bleef Gaffurius in dit traktaat standvastig de Pythagoreïsche visie van Boëthius volgen.¹²⁹ De relatie tussen de wiskunde en de muziek was voor Gaffurius essentieel voor de vorming van een stemming.¹³⁰ Pythagoras' mathematische analyses van de muziek, als voorloper van Boëthiaanse traditie, werden in *De harmonia musicorum instrumentorum opus* fel verdedigd door Gaffurius:

*"Musicam artem quam tanto utilem et digniorem
 aestimari licet quanto pervenerit usui nobiliori
 Pythagoras primus rationis consyderatione*

*"Pythagoras was the first to recognize in a
 rational way the art of music; it can be
 considered as useful and worthy as it came to a*

¹²⁴ Franchinus Gaffurius, *De harmonia musicorum instrumentorum opus* (Milaan, 1518), fol. 78r.

¹²⁵ Franchinus Gaffurius, *De harmonia musicorum instrumentorum opus*, vert. Clement Miller (Stuttgart, 1977), 169; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 85-86.

¹²⁶ Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 117-123.

¹²⁷ Palisca, *Music and ideas*, 32-33.

¹²⁸ Palisca, *Music and ideas*, 140-141; Palisca, *Studies in the history of Italian music*, 171-172.

¹²⁹ Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 117-123, 231-232.

¹³⁰ Gaffurius, *De harmonia musicorum*, 42.

notavit quindecim ipsis chordis quadrupla
 proportione connexam: quarum excessum in
 sonis importunum et infructuosum esse censebat.
 Verum quoniam Musica facultas proprium sibi
 delegit: ab Arythmetica numeros: a Geometris
 mutuari quantitates: quarum medio noscitur non
 abuti ad sonorum coaptationem: nanqua
 chordarum intervallis proportionaliter dispositis
 sonoras chordas variis pulsibus percussas
 harmonicum concentum promere percipit.
 Pythagoras ipse chordas secundum trium
 generum distributionem accuratissime variis
 extensionibus permutavit. Ac primum quidem in
 sonoro instrumento ipsas ita secundum
 diatonicum genus.”¹³¹

more noble use. He connected it in quadruple
 proportion with fifteen strings and the considered
 as unsuitable and unfruitful any pitches which
 exceeded the range of his system. But through its
 innate capacity music chose to borrow as
 suitable means the numbers of arithmetic as
 proper for an accurate relationship of sounds, for
 music learned to create harmonious concord with
 sonorous strings which produce proportional
 intervals when struck. Pythagoras himself
 changed strings very accurately by forming
 varied intervals according to the three genera,
 and first on a sonorous instrument with the
 diatonic genus.”¹³²

De muziektheoretische uitwerking van stemmingen door Ramos de Pareja en Gaffurius kende, naast de mate waarin de *diapente* bijgestemd moest worden, ook een uitwerking op de *musica practica* (de eigentijdse uitvoeringspraktijk). Gaffurius, ontleend aan Boëthius’ *De institutione musica*, stelde dat juist de *diatessaron* als consonant uitgevoerd moest worden, zoals gebruikelijk was in de Pythagoreïsche traditie.¹³³ Voor de monofone en polyfone muziek uit de veertiende eeuw, zoals het *organum*, die de tertsen en sexten als dissonanten beschouwden, vormde Gaffurius’ stelling geen probleem, maar voor de zestiende-eeuwse uitvoeringspraktijk bleken Gaffurius’ Pythagoreïsche ratio’s niet geschikt te zijn.¹³⁴ Als gevolg van de opkomende chromatische en enharmonische composities werd de *diatessaron* door zestiende-eeuwse componisten en muziektheoretici, zoals Ramos de Pareja, als een dissonant toegepast. De tertsen en sexten kwamen in de chromatische en enharmonische polyfonie dan beter tot hun recht.¹³⁵

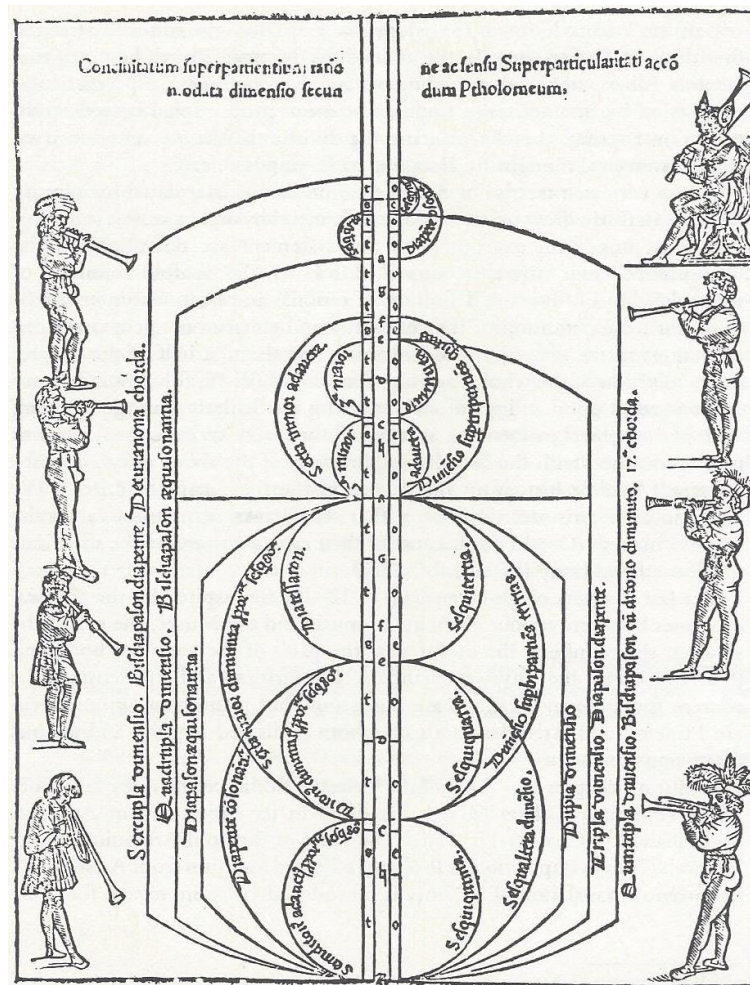
¹³¹ Gaffurius, *De harmonia musicorum*, fol. 7v.

¹³² Gaffurius, *De harmonia musicorum*, vert. Miller, 46; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 80.

¹³³ Palisca, *Music and ideas*, 140-142; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 91-92.

¹³⁴ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 84-85; Mathiesen, *Apollo’s lyre*, 72-73, 359-362.

¹³⁵ Palisca, *Music and ideas*, 140-142; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 91-92.



Figuur 3.1.3 - In *De harmonia musicorum instrumentorum opus* (1518) maakte Gaffurius een analyse van Ptolemaeus' verdeling van de epimorische consonanten. Uit Claude V. Palisca, *Humanism in Italian Renaissance musical thought* (New Haven, 1985), 223. Origineel uit Franchinus Gaffurius, *De harmonia musicorum instrumentorum opus*, 1518, II, 37, fols. 64v.

Als nasleep van het felle debat tussen Ramos de Pareja en Gaffurius werd een tegenreactie gegeven op Gaffurius' standvastigheid door een leerling van Ramos de Pareja, namelijk Giovanni Spataro (c.1458-c.1541), een muziektheoreticus en componist uit Bologna.¹³⁶ In het traktaat *Errori di Franchino Gafurio da Lodi* (1521) ging Spataro uit van een pragmatische benadering van de muziektheorie. De mathematische berekeningen mochten niet enkel theoretisch zijn, maar moesten, aldus Spataro, toepasbaar zijn in de eigentijdse uitvoeringspraktijk. Aan de hand van observatie van de muzikale uitvoeringspraktijk stelde Spataro het volgende:

“...quale diuide el trachordo/ per semitonio
sesquintadecimo in graue & per tono
sesquioctauo/ & tono sesquinono: & perche tale
monochordo (da Ptolomeo prodono) e quello/

“...which divides the tetrachord by the ratios
16:15 at the bottom, then 9:8 and 10:9 – a
monochord produced by Ptolemy – it that
practiced in active music today.”¹³⁸

¹³⁶ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 113-119.

che in la actiua Musica oggi se exercita."¹³⁷

Spataro ontleende zijn kennis over deze epimorische verhoudingen van het *monochord* en de Ptolemeïsche traditie aan de traktaten van Boëthius en Gaffurius. Als een trouwe volgeling van zijn leermeester Ramos de Pareja raakte Spataro ervan overtuigd dat de enige correcte stemming voor de uitvoeringspraktijk de syntonische, diatonische stemming van Ptolemaeus was. Gaffurius' behoud van de Pythagoreïsche stemming werd, vanwege de gebrekkig toepasbaarheid in de uitvoeringspraktijk, bekritiseert door Spataro:

<i>"Imperoché se (remota la equisona distantia dal monochordo) tute le altre distantie consone variano per certa minima quantita come tu dici: el sequitara/ che tuta la pythagorica doctrina (et etiam la tua) non serano conveniente a lo exercito harmonico: perche se la pythagorica institutione (da te sequitata) ha bisogno de aiuto per intensione: et remisione/ tale institutione non potra/ convenire per se al Musico exercitio ... Dico che da te (tacite) e concluso/ che la pythagorica doctrina (in quanto ala exercitatione) essere omnino inutile: frustratoria: et vana.</i> " ¹³⁹	<i>"For if (excepting the equisone distance on the monochord) all the other consonant distances vary by a certain very small quantity, as you say, it follows that all the Pythagorean doctrine (and indeed your own) will not be suitable for the practice of harmony. For if Pythagorean doctrine (followed by you) has need of help in ascending and descending, such a doctrine cannot in itself be suitable for musical practice ... I say that from you one concludes (tacitly) that the Pythagorean doctrine (however it is used) is absolutely useless, fallacious and vain."</i> ¹⁴⁰
--	--

Het onderscheid tussen de *musica theórica* en de *musica practica* wordt nogmaals door Spataro onderschreven aan de hand van de *ditonus*, waarbij het verschil tussen de Pythagoreïsche en Ptolemeïsche stemming wordt gevormd door de syntonische komma.¹⁴¹ Spataro voorzag de problematiek van de Pythagoreïsche komma voor de stemming van instrumenten en de uitvoeringspraktijk:

<i>"...quanto piu tu cerchi reprehendere Bartolomeo Ramis mio preceptore, tanto piu te</i>	<i>"...the more you try to criticize Bartolomé Ramos, my master, the more you get enmeshed</i>
--	--

¹³⁸ Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 235.

¹³⁷ Giovanni Spataro, *Errori de Franchino Gafurio da Lodi* (Bologna, 1521), fol. 21v.

¹³⁹ Spataro, *Errori de Franchino Gafurio*, fol. 23r.

¹⁴⁰ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 118.

¹⁴¹ Evan A. MacCarthy, 'Transformations in music theory and music treatises', in: Anna Maria Busse Berger en Jesse Rodin (red.), *The Cambridge history of fifteenth-century music* (Cambridge, 2015), 602-614, alhier 608-609; Lindley, 'Fifteenth-century evidence for meantone temperament', 42-44.

ne vai intricando: et fai manifesta la tua ignorantia: poco sapera: malignita: et obstinatione... da Bartolomeo Ramis e stato dicto che (solo in practica overo in la Musica usitata: et activa) el ditono cadete in la comparatione sesquiquarta: & non in la Musica speculativa ... in la quale cade el ditono tra 81 ad 64 comparati ... la proportione cadente tra 81 ad 80 laquale e la differentia candente tra li pythagorici intervalli: & li intervalli da li modulanti usati e sensibile; & non insensibile come nel predicto tuo capitulo hai concluso. Perche non essendo sensibile: el duro monochordo pythagorico non seria riducto in molle al senso de lo audito ... da Bartolomeo Ramis e stato inteso essere differentia sensibile tra il semiditono sesquiquinto & il semiditono cadente tra 32 ad 27 comparati: perche altramente: el seria frustratorio la addition de lo intervallo cadente tra 81 ad 80 circa el ridurre li Musici intervalli de duro in molle...¹⁴²

and show clearly your ignorance, small knowledge, malice, and obstinacy... Bartolomé Ramos has said that (only in practice, that is in musical usage and activity) the ditone corresponds to the 5:4 ratio, but not in speculative music, ...where the ditone corresponds to the ratio 81:64... the 81:80 ratio [the syntonic comma] which is the difference between the Pythagorean intervals and the intervals used by experienced musicians is audible not imperceptible as in your above-mentioned chapter you have concluded. For were it not appreciable, the harsh Pythagorean monochord would not [have] be reduced, smoothing [it] to the sense of hearing ... Bartolomé Ramos [also] judged that the difference is perceptible between the 6:5 minor third and the minor third corresponding to the 32:27 ratio, because otherwise it would be self-defeating to add the 81:80 interval in order to reduce the musical intervals from harshness to smoothness.¹⁴³

Er moeten enkele kritische opmerkingen geplaatst worden bij Spataro's analyses van Gaffurius' muziektheorie. In *Errori di Franchino Gafurio da Lodi* verwees Spataro wel naar antieke bronnen die de middentoonstemming karakteriseerden, maar gaf geen verdere uitwerking van de mate waarin de *ditonus* en de *diapente* ten opzichte van elkaar bijgestemd moesten worden. De berekeningen van Spataro lijken eerder overgenomen te zijn van Ramos de Pareja en geven daarmee weinig blijk van creativiteit. Spataro's kennis van het Latijn was beperkt, waardoor het onduidelijk is in welke mate hij de muziektheorie van Gaffurius' begreep.¹⁴⁴ Hoewel Spataro en Ramos de Pareja de nadruk poogden te leggen op de *musica practica*, bracht de middentoonstemming complicaties met zich mee voor de uitvoering van muziek.

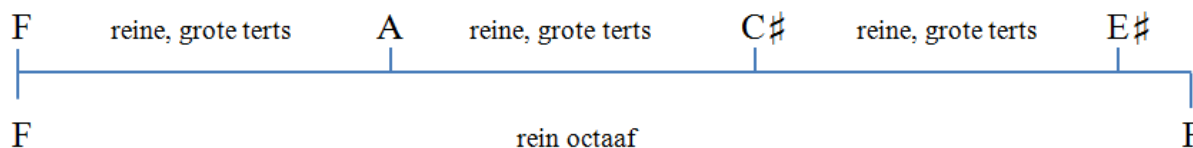
Gaandeweg zou de frequentieverdeling van Ramos de Pareja problemen met zich meebrengen. Op vergelijkbare wijze als bij de Pythagoreïsche stemming ontstaat er bij de middentoonstemming met

¹⁴² Spataro, *Errori de Franchino Gafurio*, fols. 21v, 22r.

¹⁴³ Lindley, 'Fifteenth-century evidence for meantone temperament', 42.

¹⁴⁴ Clement Miller, *Musica practica*, (Stuttgart, 1993), 23; Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 234; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 113-119.

een ratio van 5:4 voor de *ditonus* bij iedere *diapason* een komma.¹⁴⁵ De berekening $5:4 \times 5:4 \times 5:4 = 125:64$ oftewel 1,953:1, komt niet overeen met de *diapason* van 2:1 (zie figuur 3.1.4). Om een ratio van 5:4 voor de *ditonus* te behouden in de middentoonstemming, puzzelden de zestiende-eeuwse muziektheoretici met de komma.



Figuur 3.1.4 - De discrepantie in de middentoonstemming tussen de *ditonus* en de *diapason* vanaf F.

3.2: Een eerste ‘mogelijke’ variatie van de middentoonstemming: Pietro Aaron

In de zestiende eeuw ontstonden er verschillende oplossingen voor de discrepantie in de middentoonstemming. Een revolutionaire denker op het gebied van de middentoonstemming was de Italiaanse muziektheoreticus en componist Pietro Aaron (c.1480-c.1545).¹⁴⁶ In *Toscanello in musica* (1523) wordt door Aaron voor het eerst in de zestiende eeuw een concreet begin gemaakt van de zogenaamde 1/4 komma-middenstoonstemming:

“& partecipare il tuo instrumento, bisogna che prima tu consideri la chorda overe positione, chiamata C fa ut, con quella intonatione che a te piacerà. [...] & fa che sempre fia bene unita, di poi la terza maggiore di sopra, quale e E la mi uuole essere sonora & giusta, cioe unita al suo possibile, & fatto questo, piglia la quinta in mezzo cioe G sol re ut, & fa che sia al quanto un poco scala, così seguirai a l'altra quinta sopra, quale e d la sol re, di simile acordo & natura medesima, quale e flato G sol re ut detto.”¹⁴⁷

“If you want to tune and temper your instrument, you must first consider the note or position called C fa ut, using whatever intonation you please. [...] Then the major third above, E la mi, wants to be sonorous and just, that is, as pure as possible. When this is done, take the fifth in the middle, G sol re ut, and make it a little flat. Then another fifth above follows, d la sol re, tuned in the same way as G sol re ut.”¹⁴⁸

De *ditonus* moet dus “sonora & guista” gestemd worden, terwijl de *diapente* “fatto questo” gemaakt moet worden. Dit principe, waarin de kwint bijgestemd wordt ten opzichte van de terts komt

¹⁴⁵ Duffin, *How equal temperament*, 31-33.

¹⁴⁶ Blackburn, ‘Music theory and musical thinking after 1450’, 338-341.

¹⁴⁷ Pietro Aaron, *Toscanello in musica di messer Piero Aron Fiorentino del ordine hierosolimitano et canonico in rimini nuovamente stampato con laggiunta da lui fatta et con diligentia corretto* (Venetië, 1531), hoofdstuk XLI.

¹⁴⁸ Pietro Aaron, *Toscanello in music, book II*, vert. Peter Bergquist (Colorado, 1970), hoofdstuk XLI.

overeen met de opgestelde kenmerken van de middentoonstemming.¹⁴⁹ In de 1/4 komma-middentoonstemming is de *ditonus* rein gestemd en wordt iedere *diapente* in de *diapason* met een kwart ($81:80 \div 4 = 81:320$) van de syntonische komma (81:80) verlaagd.¹⁵⁰ Om de harmonische proporties te verdelen beriep Aaron zich op het systeem van de *proslambanomenos*, de laatste toon van een toonladder volgens de klassieke muziektheorie. Hoewel Aaron zich in *Toscanello in musica* beroept op de antieke muziektheorie, blijft een concrete verwijzing naar de klassieke denkers, zoals Pythagoras en Ptolemaeus, voor de beredenering van de middentoonstemming uit.

Aaron onderhield een briefwisseling met Spataro, waarin hij Spataro vroeg om een kritische revisie van *Toscanello in musica*. Uit de briefwisseling blijkt niet concreet dat Aaron geïnspireerd was door de muziektheoretische benadering van Spataro, maar kan mogelijk wel verbeterd zijn om zijn benadering van stemmingen. Aaron's toelichting over de 1/4 komma-middentoonstemming lijkt eerder een algemeen aanvaarde stelling voor de uitvoeringspraktijk in plaats van een vernieuwde stemming.¹⁵¹

Dusverre heeft geen muziektheoreticus een logische weerlegging gegeven voor de frequentieverhoudingen van de Pythagoreïsche stemming.¹⁵² Deze laat vijftiende- en vroeg zestiende-eeuwse muziektheoretici bespraken wel degelijk essentiële kenmerken van de middentoonstemming, zoals in de inleidende paragraaf van dit hoofdstuk werd gedefinieerd. De epimorische verhoudingen van Ptolemaeus, zoals de 5:4 verhouding voor de *ditonus*, kenden hun weerslag in het muziektheoretische debat over stemmingen. De verschillende traktaten van Ramos de Pareja, Gaffurius en Spataro bleken echter alleen een aanzet te zijn in de late vijftiende eeuw. Er werd geen concrete weerlegging gegeven voor de Pythagoreïsche stemming, noch wisten deze muziektheoretici de *musica theorica* en *musica practica* te verenigen. Welke muziektheoretici waren in staat, door te verwijzen naar het antieke verleden, in de tweede helft van de zestiende eeuw de middentoonstemming te kunnen ontwikkelen?

3.3: Lodovico Fogliano: een logische weerlegging van de Pythagoreïsche stemming

Lodovico Fogliano (c.1475-c.1542) was de eerste denker die een logische weerlegging gaf voor de Pythagoreïsche stemming. Daarbij was hij een van de weinige zestiende-eeuwse Italiaanse muziektheoretici die niet afhankelijk waren van Latijnse vertaling van de antieke muziektheoretische bronnen in het Grieks, maar deze in haar oorspronkelijke taal wisten te bestuderen. In *Musica theorica* (1529) stelde Fogliano dat een stemming een natuurlijk fenomeen is bestaande uit consonantie en

¹⁴⁹Barbour, *Tuning and temperament*, 26.

¹⁵⁰Duffin, *How equal temperament*, 54.

¹⁵¹ Giovanni Spataro en Pietro Aaron, *A correspondence of Renaissance musicians*, vert. Bonnie J. Blackburn, Edward E. Lowinsky en Clement Miller (Oxford, 1991), 262-299; Bonnie J. Blackburn, Edward E. Lowinsky en Clement Miller, *A correspondence of Renaissance musicians* (Oxford, 1991), 7-8.

¹⁵² Palisca, *Music and ideas*, 34-35.

dissonantie en dat zij niet enkel uitgedrukt kan worden in sonore, mathematische eenheden, zoals door Gaffurius wordt beweerd. Fogliano, geïnspireerd door de leer van de Griekse filosoof Aristoteles (384 v.Chr.-322 v.Chr.), gebruikte een observerende en deductieve methodologie in zijn verhandeling. Als consonanten bestaan, moet ook de tegenhanger, de dissonanten, waarneembaar zijn in de uitvoeringspraktijk.¹⁵³

Fogliano was genoodzaakt om zijn statement over de consonantie en dissonantie in de muziek te onderbouwen aan de hand van stemmingen. Pythagoreïsche muziektheoretici, zoals Gaffurius, stelden dat er slechts twee intervallen rein zijn, afgezien van de *diapason*, als consonant beschouwd, de *diapente* en de *diatessaron*, waarbij de overige intervallen de dissonanten zijn.¹⁵⁴ Hier gaf Fogliano een kritische reactie op:

*“Sed haec positio licet maxima innitatur auctoritate nihilominus mihi uidetur falsa: quum sensui contradicat: quis enim nisi sensu aurium diminutus neget plures alias a praedictis quinque: inueniri consonantias? Infra enim diapason none praetor ista inuenitur: Semidytonus: Dytonus: Hexachordum minus: & Hexachordum maius: similiter supra Diapason: none inuenitur Diapason cum semidytono: & Diapason cum dytono: & diapason-diatessaron: Quam posuit Ptholomaeus? Necnon diapason cum minori hexachordo: & diapason cum maiori hexchordo: hae autem quas addimus: sunt consonantiae: quae a practicis appellantur Tertia minor: Tertia maior: Sexta minor: Sexta maior: Decima minor: Decima maior: Vndecima: Tertiadecima minor: Tertiadecima maior: quae omnia interualla esse ueras & ualde delectabiles consonantias non potest negari:”*¹⁵⁵

“Although this position leans upon the greatest authority [Pythagorean tuning], nevertheless it seems false to me, since it contradicts sensation. For who – unless he were deprived of the sense of hearing – would deny that consonances other than the five established ones could be found? Are there not found below the octave besides these the semiditone, the ditone, the minor hexad, and the major hexad; similarly above the octave, are there not found the diapason-plus-semiditon; the diapason-plus-ditone, the diapason-plus-diatessaron, which Ptolemy included? Are there not also the diapason-plus-minor hexad, and the diapason-plus-major hexad? These which we yet add, are consonances, and there are called by practicing musicians minor third, major third, minor sixth, major sixth, minor tenth, major tenth, eleventh, minor thirteenth, major thirteenth, all of which intervals, it cannot be denied, are true and very delightful consonances, unless the sense is denied, which is

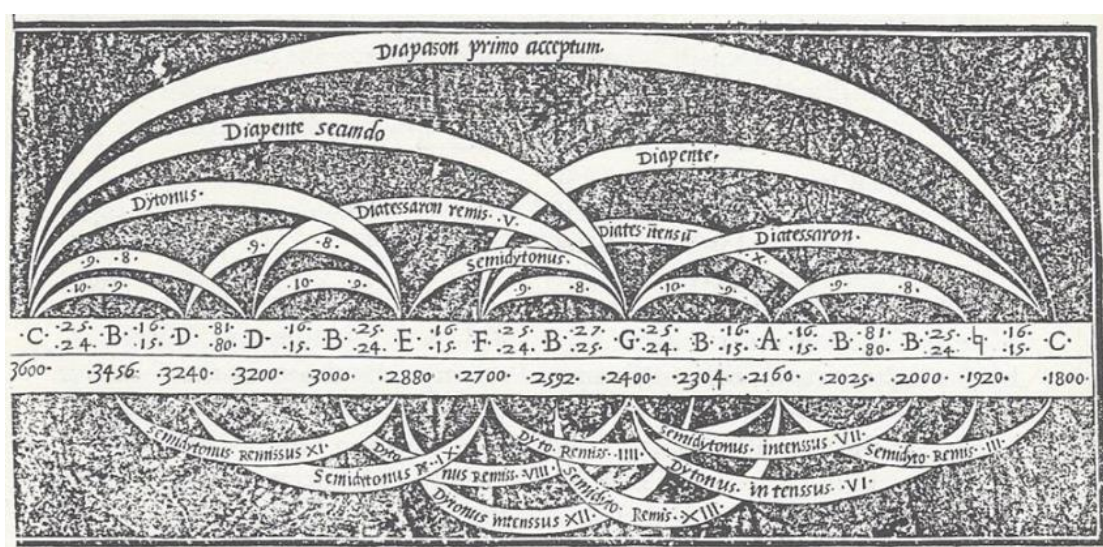
¹⁵³ Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 235-237; Timothy Reiss, ‘Cartesian aesthetics’, in: Glyn Norton (red.), *The Cambridge history of literary criticism volume III: the Renaissance* (Cambridge, 1999), 511-521, alhier 513-514; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 142-143.

¹⁵⁴ Palisca, *Music and ideas*, 143-144.

¹⁵⁵ Lodovico Fogliano, *Musica theorica* (Venetië, 1529), fol. 11v.

inappropriate.”¹⁵⁶

Om de ratio's voor de stemming verder uit te werken, stelde Fogliano in het laatste deel van *Musica theorica* een verdeling van het *monochord* op, waarin de twee opeengestapelde tetrachorden dezelfde epimorische verhoudingen hebben als in Ptolemaeus' *Harmonieën* (zie figuur 3.3.1 en 3.3.2).¹⁵⁷ Hoewel Fogliano dezelfde epimorische verhoudingen hanteerde voor de hele en halve toonafstanden als Ptolemaeus, was er ook een verschil op te merken met de Ptolemeïsche muziektheorie. Door de *mose practicorum* van Fogliano, uitgewerkt in een diatonische opeenstapeling van twee tetrachorden vanaf C, zijn de ratio's in omgekeerde volgorde geplaatst ten opzichte van de Ptolemeïsche traditie. Daarin wordt de tetrachord opgebouwd in de volgorde 16:15, 9:8 en 10:9, in plaats van Fogliano's volgorde van 10:9, 9:8 en 16:15.¹⁵⁸



Figuur 3.3.1 - Fogliano's verdeling van het *monochord* van de reine ratio's in het traktaat *Musica theorica* (1529). Uit Claude V. Palisca, *Humanism in Italian Renaissance musical thought* (New Haven, 1985), 242. Origineel uit Lodovico Fogliano, *Musica theorica*, 1529, III, 1, fols. 34v.

Fogliano's verdeling van het *monochord*

<i>Toon</i>	C	D	E	F	G	A	B	C
<i>Ratio</i>	10:9	9:8	16:15	9:8	10:9	9:8	16:15	

Figuur 3.3.2 - De berekening van Fogliano's verdeling van het *monochord* (afgeleid van de afbeelding). Uit Claude V. Palisca, *Humanism in Italian Renaissance musical thought* (New Haven, 1985), 241 (figuur 10.3).

Fogliano's epimorische verhoudingen voor de halve en hele toonafstanden kenden gevolgen voor de intervallen in de *diapason*. De kleine terts, de grote terts, de kwart, de kwint, de kleine sext, grote sext en het octaaf waren, naast de reine kwint en reine kwart, volgens Fogliano intervallen die

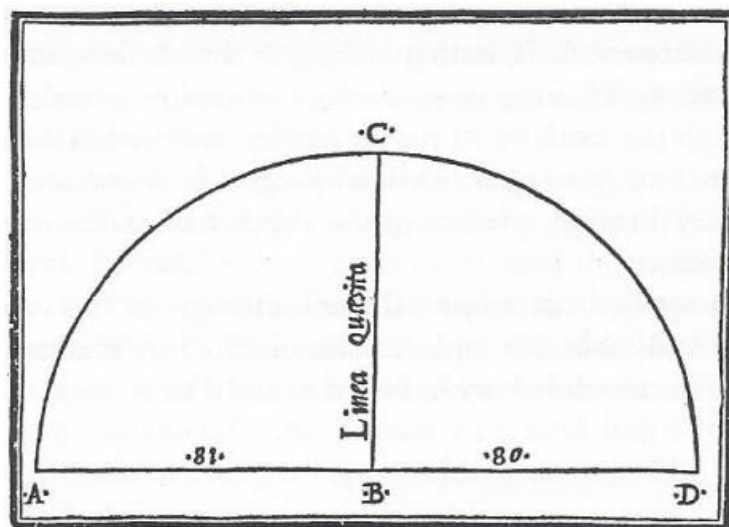
¹⁵⁶ Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 236-237.

¹⁵⁷ Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 240-242.

¹⁵⁸ Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 237, 240-241; Barbour, *Tuning and temperament*, 93-97.

consonant zijn.¹⁵⁹ Met name de tertsen en sexten moesten niet langer als dissonanten beschouwd worden, aangezien deze intervallen de zestiende-eeuwse uitvoeringspraktijk al als consonanten ten gehore werden gebracht.¹⁶⁰ Wanneer een *semiditonus* en *ditonus* als consonant worden beschouwd, krijgen deze intervallen dezelfde epimorische verhoudingen van 5:4 en 6:5, die door Ptolemaeus aan deze toonafstanden werden toegekend.¹⁶¹ Voor Fogliano's berekeningen van de *semiditonus* en *ditonus* heeft de omgekeerde volgorde van de halve en hele toonafstanden dus geen gevolgen. Maar door de hoeveelheid intervallen die Fogliano in de *diapason* rein poogt te stemmen kan de spanning van de trillingen niet eenvoudig verdeeld worden.

De syntonische komma (81:80), als verschil tussen de Pythagoreïsche (81:64) en Ptolemeïsche (80:64 = 5:4) *ditonus*, moest opgelost worden. Fogliano poogt, tegen de Pythagoreïsche traditie in, om de syntonische komma evenredig te verdelen.¹⁶² Er werd, geïnspireerd door het verzamelwerk *Στοιχεῖα* (*Elementen*) van de hellenistische wiskundige Euclides van Alexandrië, een geometrische oplossing gemaakt. In Fogliano's figuur wordt de syntonische komma, 81:80, gevormd door AB:BD (zie figuur 3.3.3). Euclides stelde dat wanneer een halve cirkel, zoals door Fogliano is opgesteld in lijn AD, door een loodrechte lijn wordt verdeeld (vanaf B), de lijn BC zorgt voor een evenredige verdeling (AB:BC = BC:BD). Daarmee wist Fogliano een logische weerlegging te geven voor de verdeling van de consonante en dissonante tonen in de Pythagoreïsche stemming.¹⁶³



Figuur 3.3.3 - Fogliano's oplossing voor de verdeling van de syntonische komma in *Musica theórica* (1529). Uit Claude V. Palisca, *Music and ideas in the sixteenth and seventeenth centuries* (Urbana, 2006), 144. Origineel uit Lodovico Fogliano, *Musica theórica*, 1529, II, 2, fols. 36r.

¹⁵⁹ Palisca, *Music and ideas*, 34-35.

¹⁶⁰ Palisca, *Music and ideas*, 33-34, 236-237.

¹⁶¹ Ptolemaeus, *Ptolemy's Harmonics*, 20-21, 60, 64; Barbera, 'Arithmetic and geometric division', 302-305.

¹⁶² Palisca, *Music and ideas*, 144.

¹⁶³ Palisca, *Music and ideas*, 34-36, 143-145; Abdounur, 'Ratios and music in the late Middle Ages', 31-34.

4 § De vernieuwing en toepasbaarheid van de klassieken

Radicale denkers en diens gebruik van de klassieken voor de middentoonstemming

Het Concilie van Trente (1545-1563) werd een manifestatie van de Contrareformatie. Op het gebied van muziek werden voorschriften opgesteld waaraan de polyfone muziek voor de liturgie moest voldoen. Een duidelijk verstaanbare tekst, geen *cantus firmus* en terughoudendheid van vocale en instrumentale expressie waren de voornaamste regels, zodat de polyfonie geschikt was voor kerkdiensten.¹⁶⁴ De componist Giovanni Pierluigi da Palestrina (c.1525-1594), actief in de omgeving van Rome, stond in de traditie van de Romeinse School, waarin voornamelijk kerkelijke muziek werd gecomponeerd, zoals een mis of motet. Palestrina's stijl voldeed aan de voorschriften die waren opgesteld bij het Concilie van Trente, vanwege het overwegende geestelijke karakter, de *a capella*-stijl en de rustige ritmiek. Op vergelijkbare wijze als de muziekcriticus Giuseppe Baini (1775-1844) in *Memorie storico-critiche della vita e delle opere di Giovanni Pierluigi da Palestrina* (1828) stelde, werden de composities van Palestrina na de Reformatie als een redding voor de kerkmuziek beschouwd door het pauselijke hof. Terwijl Palestrina werd geprezen in Rome, ontstond er een tegengeluid in concurrerende stadstaten als Florence en Venetië.

Het Venetië van de zestiende eeuw, destijds een stabiele republiek, had een gezonde handelseconomie en werd niet, zoals Rome, beïnvloed door het pauselijke hof. Veel Italiaanse kunstenaars en musici die snakten naar de vrijheid om te experimenteren in de kunsten, trokken naar Venetië waar ze zich verenigden in gilden. Aan de kiem van deze experimenterende traditie stond Adrian Willaert (c.1490-1562), een componist uit de Lage Nederlanden die bekend was met de Frans-Vlaamse polyfonie en de Venetiaanse School stichtte. Hij was vanaf 1527 werkzaam als kapelmeester van de San Marco-basiliek in Venetië. De uitvoeringsruimte van de basiliek bleek ongeschikt te zijn voor iedere vorm van polyfone muziek, terwijl de polyfonie zowel in seculiere als geestelijke muziekvormen volop in ontwikkeling was. Als *maestro di cappella* was Willaert genoodzaakt een oplossing te vinden om polyfone muziek ten gehore te brengen in de basiliek. Het koor werd door Willaert gescheiden in *cori spezzati* die hij zowel gelijktijdig als antifoön liet zingen, zoals gebruikelijker was in de Frans-Vlaamse polyfonie. De antifonenmuziek was de oplossing voor Willaert om polyfone muziek uit te voeren in de basiliek. In *Salmi spezzati* (1555) schreef Willaert enkele antifonenstijlen voor psalmen, dat uiteindelijk de basis werd voor de Venetiaanse antifonenstijl.¹⁶⁵ De kerkelijke muziek die Willaert componeerde, legde de basis voor de progressieve Venetiaanse School die zich afzette tegen de conservatieve compositieleer van Palestrina's Romeinse School.

¹⁶⁴ Haar, *Essays on Italian poetry and music*, 106-108, 120-124.

¹⁶⁵ James H. Moore, 'The 'Vespero delli Cinque Laudate' and the Role of 'Salmi Spezzati' at St. Mark's', *Journal of the American Musicological Society* 34:2 (1981), 249-278, alhier 252, 265-266.

De late vijftiende-eeuwse, muziektheoretische debatten werden gekarakteriseerd door een scheiding tussen de *musica theorica* en de *musica practica*.¹⁶⁶ Na Fogliano's analyses poogden zestiende-eeuwse muziektheoretici van de Venetiaanse School niet enkel de klassieken te analyseren om een stemming te vinden waarin de tertsen en sexten gebruikt konden worden. De herleving *σύστημα τέλειον μεῖζον*, het systeem van tetrachorden uit de klassieke oudheid, zou vanaf de zestiende eeuw bepalend worden voor muziektheoretici om de *musica theorica* en de *musica practica* te kunnen verenigen.¹⁶⁷ De Italiaanse componist en muziektheoreticus Nicola Vicentino (1511-1576), geïnspireerd door zijn leermeester Willaert, poogde door de bestudering van de antieke tetrachorden en genera de *musica theorica* en de *musica practica* te verenigen.

4.1: De invloed van de onafhankelijke geest: de eenling Nicola Vicentino

In het Rome van 1551 vond een debatcompetitie plaats tussen de Portugese muziektheoreticus Vicente Lusitano (c.1508-c.1573) en Vicentino over de toepassing van de genera, zoals overgeleverd uit de Griekse en Romeinse oudheid, op de eigentijdse uitvoeringspraktijk. In de muziektheorie van de klassieke oudheid werd voor de vorming van een toonladder gebruik gemaakt van twee tetrachorden. Vervolgens maakten de oude Grieken en Romeinen een onderscheid in drie verschillende genera van de tetrachorden, het diatonische, chromatische en enharmonische genus, waarbij ieder genus werd gekarakteriseerd door de grootste van de drie intervallen. Het debat behandelde daarmee een essentieel onderdeel van de experimentatiedrang naar nieuwe stemmen.¹⁶⁸ Uiteindelijk werd Lusitano door de competitieleiding als winnaar uitgeroepen, maar het debat kreeg een schriftelijk vervolg in de vorm van een polemieek.

Volgens Lusitano was enkel het diatonische genus noodzakelijk voor het begrijpen van de eigentijdse muziek, zoals hij beargumenteerde in *Introdutione facilissima et novissima de canto fermo* (1553).¹⁶⁹ De chromatische semitonen en dieses, die kenmerkend zijn voor de non-diatonische genera, waren slechts een onderdeel van de muziektheorie en kwamen volgens Lusitano niet voor in de eigentijdse composities. Dit was een argument dat door de Nederlandse componist en zanger Ghiselin Danckerts (c.1510-1567), een van de juryleden tijdens het debat, wordt voorgezet in het destijds ongepubliceerde traktaat *Trattato sopra una differentia musicale sententiata* (c.1555-1560).¹⁷⁰ In tegenstelling tot Lusitano beriep diens tegenstander Vicentino zich op Boëthius' *De institutione musica* om zijn theorie over de non-diatonische genera en de dieses uit te werken, en wel in zijn

¹⁶⁶ MacCarthy, 'Transformations in music theory and music treatises', 608-609.

¹⁶⁷ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 195-197; Chalmers, *Divisions of the tetrachord*, 98-100.

¹⁶⁸ Timothy R. McKinney, 'Point/Counterpoint: Vicentino's musical rebuttal to Lusitano', *Early Music* 33:3 (2005), 393-411, alhier 393-394; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 168-169.

¹⁶⁹ Robert Stevenson, 'Vicente Lusitano new light on his career', *Journal of the American Musicological Society* 15:1 (1962), 72-77, alhier 72-73.

¹⁷⁰ McKinney, 'Point/Counterpoint: Vicentino', 403-407; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 171-172.

L'antica musica ridotta alla moderna prattica (1555).¹⁷¹ Deze verhandeling bestaat uit een introducerend boek over de muziektheorie en vijf boeken over de muzikale uitvoeringspraktijk. Het laatste boek gaat daarbij in op een door Vicentino ontwikkeld instrument (zoals verder in deze paragraaf zal worden uitgewerkt).¹⁷² De eigentijdse muziekpraktijk moest volgens Vicentino, door te opkomende chromatische en enharmonische composities, beschouwd worden als een combinatie van de diatonische, 1/2-1-1; chromatische, 1/2-1/2-1 1/2; en enharmonische 1/4-1/4-2 genera, zoals gebruikelijk was in de klassieke oudheid:

“...che li Musici antichi usauano nella sua prattica i Generi appartati uno da l'altro, & à quelli veniva il semitone minore, con i due toni sesquiottavi: che à nostri tempi la prattica Musicale si suona, et s'accordano li stromenti d'altra maniera, che non faceuano gl'antichi Musici: perche noi usiamo li Generi & le spetie d'essi insieme, con consonanze di più di loro, cioè le Terze & le Seste...”¹⁷³

“Ancient musicians used the genera individually in their practice and consequently the minor semitone with two sesquiottaval whole tones were satisfactory for the genera. But in our times, both the sound of practical music and the tuning of instruments are unlike those of ancient musicians, for we use the genera and the species together and with more consonances than they had – namely, thirds and sixths.”¹⁷⁴

Er moet onderzocht worden welke rol de genera hebben gespeeld in de muziektheoretische analyses van Vicentino en het gebruik van de middentoonstemming. Hoewel Vicentino de indruk wekt de antieke genera volledig bestudeerd te hebben, blijkt uit een externe analyse van *L'antica musica ridotta alla moderna prattica* dat Vicentino's kennisverwerving over de antieke muziektheorie een diachronisch proces moet zijn geweest. Vicentino schreef al voor de publicatie van *L'antica musica ridotta alla moderna prattica* een traktaat genaamd 'De uitvoeringspraktijk van de chromatische en enharmonische genera' en componeerde enkele vocale chromatische en enharmonische composities. Zowel Vicentino's traktaat 'De uitvoeringspraktijk van de chromatische en enharmonische genera' als de composities zijn verloren gegaan, maar beide werken werden wel benoemd en becommentarieerd door de Italiaanse muziektheoretici Ercole Bottrigari (1531–1612) en Gandolfo Sigonio in de traktaten *Il Melone e il Melone secondo* (1602) en *Discorso intorno a' madrigali et a' libri dell'antica musica ridutta alla moderna prattica da D. Nicola Vicentino* (1602).¹⁷⁵ De verhandeling *L'antica musica*

¹⁷¹ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 22-23.

¹⁷² Maniates, *Ancient music adapted to modern practice*, v; Katelijne Schiltz, 'Church and chamber: the influence of acoustics on musical composition and performance', *Early Music* 31:1 (2003), 64-78, alhier 65.

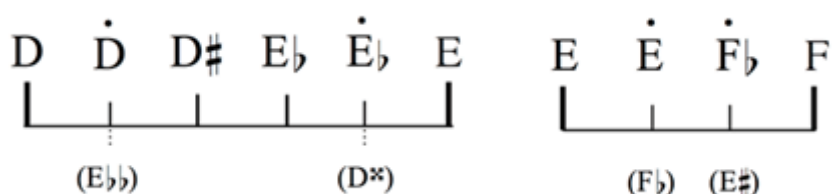
¹⁷³ Nicola Vicentino, *L'antica musica ridotta alla moderna prattica, con la dichiarazione, et con gli essempli di I tre generi, con le loro spetie, et con l'inventione di uno nuovo stromento, nel quale si contiene tutta la perfetta musica, con molti segreti musicali* (Rome, 1555), fols.13v.

¹⁷⁴ Nicola Vicentino, *Ancient music adapted to modern practice*, vert. Maria Rika Maniates, red. Claude V. Palisca (New Haven, 1996), 45; Mathiesen, 'Greek music theory', 123-124.

¹⁷⁵ Maria Rika Maniates, 'Bottrigari versus Sigonio: on Vicentino and his Ancient Music Adapted to Modern Practice', in: Nancy Baker en Barbara Hanning (red.), *Musical humanism and its legacy: essays in honor of*

ridotta alla moderna prattica is daarmee het slotstuk van een langlopende studie van Vicentino naar de antieke muziektheorie.

Over de toonafstanden in een tetrachord stelde Vicentino dat de halve en hele toonafstanden in de diatonische genus voorkomen, terwijl de *ditonus* kenmerkend is voor de chromatische genus en de enharmonische genus.¹⁷⁶ Vicentino maakte een vernieuwende theoretische verdeling van de drie genera en ontwikkelde een 31-toonsverdeling. In de Westerse muziek was het gebruikelijk om een 12-toonsverdeling te hanteren, waardoor Vicentino's toonsverdeling toegelicht moet worden. Een diatonische toonladder kent vijf hele en twee halve toonafstanden. Aan de hand van de drie genera ontleende Vicentino voor iedere hele toonafstand in de *diapason* vijf verschillende tonen (5×5) en voor iedere halve toonafstand in de *diapason* drie verschillende tonen (2×3). Deze onderverdeling van de toonafstanden vormt de 31-toonsverdeling: $(5 \times 5) + (2 \times 3) = 31$ (zie figuur 4.1.0).¹⁷⁷



Figuur 4.1.0 - Vicentino's onderverdeling van de hele en halve toonafstand in *L'antica musica ridotta alla moderna* (1555). Uit Jonathan Wild, 'Genus, species and mode in Vicentino's 31-tone compositional theory', *Society for Music Theory* 20:2 (2014), figuur 1.

Vicentino ging nog één stap verder door dit microtonale toonsysteem toe te passen op de eigentijdse uitvoeringspraktijk van de polyfone koormuziek.¹⁷⁸ Dit wist Vicentino te bewerkstelligen door het ontwikkelen van een klavierinstrument waarmee de diatonische, chromatische en enharmonische toonafstanden gespeeld konden worden, de zogenaamde *archicembalo* met 36 toetsen per octaaf (zie bijlage 4 en 5).¹⁷⁹ Daarmee poogt Vicentino als één van de eerste zestiende-eeuwse denkers de *musica theoretica* en de *musica practica* te verenigen.¹⁸⁰

Claude V. Palisca (Stuyvesant, 1992), 79-108, alhier 79-82; Maria Rika Maniates, 'The cavaliere Ercole Bottrigari and his brickbats: prolegomena to the defence of don Nicola Vicentino against messer Gandolfo Sigonio', in: David Bernstein en Christopher Hatch (red.), *Music theory and the exploration of the past: essays in honor of Patricia Carpenter* (Chicago, 1993), 137-188, alhier 160; Maniates, *Ancient music adapted to modern practice*, xvii-xviii.

¹⁷⁶ Vicentino, *Ancient music adapted to modern practice*, 302-314; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 170-171; Schiltz, 'Church and chamber', 66.

¹⁷⁷ Jonathan Wild, 'Genus, species and mode in Vicentino's 31-tone compositional theory', *Society for Music Theory* 20:2 (2014), 1-19, alhier 2-3.

¹⁷⁸ Schiltz, 'Church and chamber', 73-74.

¹⁷⁹ Maniates, *Ancient music adapted to modern practice*, xlviii-liv; Vicentino, *Ancient music adapted to modern practice*, 43-47, 109; Wild, 'Genus, species and mode in Vicentino', 4-9.

¹⁸⁰ Schiltz, 'Church and chamber', 75-76.

De stemming, die vermoedelijk door Vicentino werd gebruikt om de drie genera ten gehore te brengen op de *archicembalo*, is de 1/4 komma-middentoonstemming.¹⁸¹ In *L'antica musica ridotta alla moderna prattica* wordt wel toegelicht hoe de *archicembalo* gestemd moet worden, maar er worden verschillende alternatieve stemmingen beschreven en welke tonen als consonanten toegepast moeten worden. Vicentino benoemde, in tegenstelling tot de eerder besproken muziektheoretici, géén concrete ratioverdelingen van de halve of hele toonafstanden.¹⁸² Om te analyseren of Vicentino de 1/4 komma-middentoonstemming heeft gebruikt, zullen andere bronnen geanalyseerd moeten worden. De Italiaanse muziektheoreticus Lemme Rossi (c.1602-1673) onderzocht Vicentino's stemmingen voor de *archicembalo* en stelde dat Vicentino de 1/4 komma-middentoonstemming gebruikt moet hebben voor het stemmen van de *archicembalo*. In het traktaat *Sistema musico overo musica speculativa* (1666) ontwikkelde Rossi, geïnspireerd op Vicentino's theorie over de antieke genera, een eigen 31-toonsverdeling. Daarbij was de frequentieverdeling van de eerste negentien tonen vergelijkbaar met het eerste manuaal van Vicentino's *archicembalo* (zie bijlage 5).¹⁸³ Rossi bevestigde, door de vergelijkbare frequentieverhoudingen, het gebruik van de 1/4 komma-middentoonstemming door Vicentino voor het stemmen van de *archicembalo* (zie figuur 4.1.1, 4.1.2 en 4.1.3 voor de bouwtekeningen van het klavierinstrument (ander WORD-document)). Daarmee lijkt het aannemelijk dat Vicentino de *ditonus* rein zou hebben gestemd met een epimorische verhouding van 5:4, zoals in de zestiende eeuw gebruikelijk was bij de 1/4 komma-middentoonstemming.

Om deze stelling verder uit te werken kunnen Vicentino's karakter beschrijvingen van de intervallen bekeken worden. Bepaalde woorden kunnen als een teken geïnterpreteerd kunnen worden om Vicentino's muzikale definitie tussen 'zuiver' en 'onzuiver' te karakteriseren. Er zal, in het kader van de middentoonstemming, gelet moeten worden op Vicentino's beschrijvingen van de *ditonus* en de *diapente* in relatie tot de *diapson*. In *L'antica musica ridotta alla moderna prattica* omschreef Vicentino de *ditonus* als "*vivace et allegra*" (levendig en opgewekt) en de *semiditonus* als "*molto debole et ha del mesto*" (erg zwak en ietswat somber). Een rein gestemde *diapente* (3:2), zoals toegepast in de Pythagoreïsche stemming, werd door Vicentino omschreven als "*asprezza*" (hardheid).¹⁸⁴ Wanneer een *ditonus* als levedig en opgewekt wordt omschreven, terwijl een rein gestemde *diapente* als hard wordt bestempeld, kan geconcludeerd worden dat de *ditonus* (5:4) rein werd gestemd voor de *archicembalo*. Met andere woorden, de *diapente* en de *diaterasson* werden dus bijgestemd.¹⁸⁵ Zoals blijkt uit Vicentino's verhandeling:

¹⁸¹ Vicentino, *Ancient music adapted to modern practice*, 109, 331-333; Maniates, *Ancient music adapted to modern practice*, xli; Aaron, *Toscanello in music*, hoofdstuk VII, hoofdstuk XLI; Wild, 'Genus, species and mode in Vicentino', 4-5.

¹⁸² Vicentino, *Ancient music adapted to modern practice*, 331-378.

¹⁸³ Henry W. Kaufmann, 'More on the tuning of the 'archicembalo'', *Journal of the American Musicological Society* 23:1 (1970), 84-94, alhier 84, 87-88.

¹⁸⁴ Vicentino, *Ancient music adapted to modern practice*, 108-117, 255; McKinney, 'Hearing in the sixth sense', 517.

¹⁸⁵ Kaufmann, 'More on the tuning of the 'archicembalo'', 85-86.

“...& questa sara la regola che prima il pratico d'accordare gli stromenti communi come sono Organi, Monocordi, Clavicembali, Arpicordi, & altri simili stromenti dè accordare, ò temperare la tastatura del primo & secondo ordine, con diligenza, che sia bene accordata, & piu perfettamente, che egli sa, et che puo, accordata poi che haura la prima & seconda tastatura secondo l'uso de gli' altri stromenti con le quinte & quarte alquanto sbontate, secondo che fanno li buoni Maestri...”¹⁸⁶

“A tuner of such ordinary instruments as organs, monochord, clavichords, harpsichords, and the like should first tune or temper the keyboards of the first and second ranks so diligently that they are as well and as perfectly tuned as his knowledge and ability allows. The first and second ranks are to be tuned as is customary with other instruments, with the fifths and fourths somewhat blunted, as is done by good masters.”¹⁸⁷

Met “de eerste en tweede rang” wordt de *diapason* en de *ditonus* bedoeld die volgens Vicentino “zo goed en perfect gestemd” moeten worden. Aan de hand van de *ditonus*, die bij reine stemming een epimorische ratio van 5:4 heeft, kan gesteld worden dat Vicentino’s benadering overeenstemde met Ptolemaeus’ muziektheorie. Vervolgens kan bestudeerd worden of Vicentino eenzelfde epimorische verhoudingen hanteerde voor de halve en hele toonafstanden. Een rein gestemde *ditonus* bestaat uit de som $10:9 + 9:8 = 5:4$, waaruit blijkt dat Vicentino in ieder geval voor de kleine grote secunde en de grote secunde epimorische verhoudingen hanteerde net als Ptolemaeus. Dit vormt een overeenkomst met Ptolemaeus’ syntonische, diatonische stemming, waarin dezelfde epimorische verhoudingen werden gebruikt voor de hele toonafstanden.¹⁸⁸ In ieder geval is hiermee een mathematische verdeling gemaakt voor Vicentino’s gebruik van de 1/4 komma-middentoonstemming, maar daarmee is nog niet toegelicht welke antieke bronnen hij heeft gebruikt.

Voor de toepassing van de 31-toonsverdeling op de *archicembalo* sprak Vicentino veelvuldig in termen als “de klassieken” en “klassieke musici”, waarbij het in eerste instantie niet geheel duidelijk is welke klassieke schrijvers hij daarmee precies bedoelde. In het eerste boek van *L’antica musica ridotta alla moderna* geeft Vicentino wel een verwijzing naar enkele antieke muziektheoretici:

“Aristosseno, accostandosi solo al senso, negava la ragione, quando per il contrario li Pittagorici si gouernauano solamente con la ragione, e non per il senso. Ma Tolomeo più sanamente abbracciò il senso, e la ragione insieme, di cui

“Aristoxenus, who depended solely on sense, denied reason, whereas the Pythagoreans, in contrast, governed themselves solely by reason, not sense. Ptolemy more sanely embraced both sense and reason, and his opinion has satisfied

¹⁸⁶ Vicentino, *L’antica musica ridotta alla moderna prattica*, 104r.

¹⁸⁷ Vicentino, *Ancient music adapted to modern practice*, 331-332.

¹⁸⁸ Vicentino, *Ancient music adapted to modern practice*, 109, 331-333; Maniates, *Ancient music adapted to modern practice*, xli; Aaron, *Toscanello in music*, hoofdstuk VII, hoofdstuk XLI; Wild, ‘Genus, species and mode in Vicentino’, 4-5.

Vicentino wekt de indruk Ptolemaeus te verkiezen als middenweg om de extreme verschillen tussen de rationale rede en het expressieve gevoel te overbruggen. Ptolemaeus' verhandeling *Harmonieën* lijkt daarmee goed bestudeerd te zijn door Vicentino. Klopt deze aanname wel? Dit citaat heeft hij namelijk ontleend aan Boëthius' *De institutione musica*.¹⁹¹ Vicentino beheerste, ondanks zijn genoten educatie als rooms-katholieke priester in de humanistische methodologie, vermoedelijk niet het Oudgrieks. Om zijn onderzoek naar de antieke muziektheorie te onderbouwen, kon Vicentino in het zestiende-eeuwse Italië gebruik maken van twee Latijnse vertalingen van Ptolemaeus' *Harmonieën*. De eerste vertaling van Ptolemaeus' *Harmonieën* was gemaakt door Leonicens. Er kan echter niet met zekerheid gesteld worden dat Vicentino de Leonicens's vertaling van Ptolemaeus' *Harmonieën* wel heeft gelezen. Nadat Leonicens was overleden kwam het Latijnse manuscript van Ptolemaeus' *Harmonieën* in handen van de Italiaanse humanist en dichter Gian Giorgio Trissino (1478-1550), voordat de vertaling op grote schaal werd uitgegeven in Italië.¹⁹² Noch uit de bibliografie, noch uit de annotatie van *L'antica musica ridotta alla moderna prattica*, blijkt dat er contact is gezocht met Trissino voor een inzage in het Latijnse manuscript van Leonicens.¹⁹³

Een andere zestiende-eeuwse vertaling van Ptolemaeus' *Harmonieën* in het Latijn (1545) werd gemaakt door Giovanni Battista Augio. Deze vertaling bleek een vrijere woordkeuze te bevatten dan Leonicens's vertaling. Augio vermeed het gebruik van complexe muziektheoretische termen en richtte zich minder op de formele structuur van Ptolemaeus' tekst om onduidelijkheden voor de lezer te voorkomen.¹⁹⁴ Voor zover bekend uit de annotaties en bibliografische gegevens, heeft Vicentino ook deze vertaling van Ptolemaeus' *Harmonieën* niet gebruikt voor de muziektheoretische uitwerkingen van stemmingen. In *L'antica musica ridotta alla moderna prattica* zijn er dus amper directe verwijzingen te vinden naar de Ptolemaeus' verhandeling. Het merendeel van Vicentino's indirecte verwijzingen naar Ptolemaeus blijken afkomstig te zijn uit het eigentijdse traktaat *Musica theórica* van Fogliano. Iedere keer wanneer Vicentino de Ptolemeïsche muziektheorie uitwerkt, duikt de naam van Fogliano's verhandeling op in de annotatie.¹⁹⁵

Hoewel niet met zekerheid gesteld kan worden dat Vicentino zich beriep op de Ptolemeïsche traditie, lijkt hij toch onbewust door de Ptolemeïsche traditie beïnvloed te zijn. Vicentino's kennis over

¹⁸⁹ Vicentino, *L'antica musica ridotta alla moderna prattica*, fols. 3r.

¹⁹⁰ Vicentino, *Ancient music adapted to modern practice*, vert. Maniates, 6.

¹⁹¹ Boëthius, *Fundamentals of music*, vert. Bower, 165-166; Maniates, *Ancient music adapted to modern practice*, xxv-xxvi, xxxi-xxxii; Mikaela Miller, *Nicola Vicentino and the enharmonic diesis: an analytical and empirical study* (Montréal, 2011), 13-14.

¹⁹² Boëthius, *Fundamentals of music*, vert. Bower, 165-166; Maniates, *Ancient music adapted to modern practice*, xxv-xxvi, xxxi-xxxii; Vicentino, *Ancient music adapted to modern practice*, vert. Maniates 6; Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 117-122.

¹⁹³ Maniates, *Ancient music adapted to modern practice*, xxv-xxvi, xxxi-xxxii.

¹⁹⁴ Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 122-132.

¹⁹⁵ Maniates, *Ancient music adapted to modern practice*, xxv-xxvi, xxxi-xxxii; Vicentino, *Ancient music adapted to modern practice*, vert. Maniates, 6; Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 117-123.

de Ptolemeïsche muziektheorie is vooral geciteerd vanuit de Boëthius' *De institutione musica* en Fogliano's *Musica theórica* en precies uitgewerkt in *L'antica musica ridotta alla moderna prattica*.¹⁹⁶ De drie verschillende genera moesten toepasbaar zijn in de zestiende-eeuwse muziektheorie. Vicentino ontwikkelde, om de duurzame relatie met de klassieke oudheid te benadrukken, een klavierinstrument dat in staat was om elk van de genera uit te voeren. Aan de hand van de stemming van de *archicembalo* kan wel degelijk geconcludeerd worden dat Vicentino op indirecte wijze voortborduurde op de studies van Ptolemaeus. Daarvoor gebruikte Vicentino namelijk dezelfde epimorische verhoudingen die werden opgesteld in Ptolemaeus' *Harmonieën*. De uitwerking van de mathematische berekeningen voor de stemming van de *archicembalo* lijkt Vicentino voor lief te nemen, maar ze konden wel degelijk gereconstrueerd worden door de uitwerkingen van Bottrigari, Sigonio en Rossi. Vicentino's beschrijvingen van intervallen gaven een indicatie van hoe hij 'rein' defineert en toepast in de stemming.

Het gebruik van de middentoonstemming voor de *archicembalo*, waarin enkele kenmerken van de Ptolemeïsche traditie werden toegepast door Vincentino, werden in de paragraaf hierboven toegelicht. Daarbij moeten we ons afvragen waarom de epimorische verhoudingen van de Ptolemeïsche traditie noodzakelijk waren voor het stemmen van de *archicembalo*. Kon de Pythagoreïsche stemming niet net zo goed toegepast worden op de *archicembalo*? In de Pythagoreïsche stemming heeft de *ditonus* een ratio van 81:64, doordat de *limma* een ratio heeft van 256:243 in plaats van de Ptolemeïsche ratio van 16:15. De ratio van 256:243 is dan wel 'reiner' gestemd dan bij de losgespannen snaar bij een *limma* met de ratio 16:15, maar zorgt ervoor dat de *ditonus* wijd is. Om een 31-toonsverdeling te realiseren, is het noodzakelijk om de Ptolemeïsche ratio's te hanteren. De Pythagoreïsche verhoudingen zorgen voor een te grote spanning op de snaren, waardoor wiskundig de verdeling moeilijk te realiseren is. Een tijdsgenoot van Vicentino publiceerde slechts drie jaar later een verhandeling, waarin haast enkel mathematische argumenten worden aangedragen.

4.2: De continuïteit van de mathematische scholastieke methodologie: Gioseffo Zarlino

Gioseffo Zarlino (1517-1590), een muziektheoreticus en componist uit Chioggia nabij Venetië, schreef in navolging van Willaert's polyfone compositiestijl de verhandeling *Le Institutioni harmoniche* (1558), waarin de ontwikkeling van de contrapunt en de stemming werd voortgezet door middel van mathematische argumentatie. *Institutioni harmoniche* bestaat uit vier delen: deel I en II zijn theoretisch; deel III heeft betrekking op de contrapunt en deel IV op de modi en de relatie tussen tekst en muziek.¹⁹⁷ Zarlino accepteerde allereerst een systeem van twaalf modi, zoals door de

¹⁹⁶ Maniates, *Ancient music adapted to modern practice*, xxv-xxvi, xxxi-xxxii; Palisca, *Studies in the history of Italian music*, 172-173.

¹⁹⁷ Palisca, *Music and ideas*, 38; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 206-209.

Zwitserse muziektheoreticus Heinrich Glareanus (1488-1563) in *Dodecachordon* (1547) aan de hand van de klassieken was opgesteld, in plaats van het traditionele systeem van acht modi.¹⁹⁸ Een kerktoonladder (modus) bestaat uit een diatonische reeks, waarbij er een onderscheid wordt gemaakt tussen de ‘authentieke’ en de ‘plagale’ melodieën en toonladders. De *finalis*, de slotnoot, is bepalend voor de kerktoonladder, waarbij de plagale melodieën en toonladders het voorvoegsel hypo- krijgen. In de middeleeuwen waren er slechts acht kerktoonladders, maar Glareanus voerde de aeolische, hypo-aeolische, ionische en hypo-ionische toonladder toe. Er ontstond een systeem van twaalf modi dat bepalend was voor de Zarlino’s uitwerking van de contrapunt.

Als geschoold muziektheoreticus zocht Zarlino naar een geschikte stemming waarin de twaalf modi als uitwerking van de contrapunt ten gehore gebracht konden worden. In het tweede deel van *Institutioni harmoniche* bespreekt Zarlino de antieke muziektheorie. Dit deel is interessant om te analyseren, aangezien daar wellicht achterhaald kan worden of Ptolemaeus’ *Harmonieën* invloed heeft gehad op de muziektheorie van Zarlino. In eerste instantie lijkt Zarlino, voortbouwend op Gaffurius’ analyses, voornamelijk geïnspireerd te zijn door de Pythagoreïsche traditie.¹⁹⁹ Voor Zarlino’s eigentijdse polyfone muziek bleek de Pythagoras’ wiskundige uitwerkingen van de Pythagoreïsche stemming niet handig te zijn. Om dit te bewijzen herhaalde Zarlino Pythagoras’ experiment van de legende van de smidse, zoals door Nicomachus werd beschreven. Zarlino concludeerde dat het gewicht van de hamers niet overeen kwam met de ratio’s voor de stemming. De ratio’s kwamen enkel met de vierkantswortel van het gewicht overeen.²⁰⁰ Hoewel Zarlino wel degelijk beïnvloed is door de Pythagoreïsche traditie voor ieder ander muziektheoretisch onderwerp, bleef hij zoeken naar een numerologisch fundament voor een stemming dat als een solide basis zou dienen voor de muzikale uitvoeringspraktijk.²⁰¹ Als een reactie op de Pythagoreïsche traditie lijkt Zarlino voor de ontwikkeling van stemmen voornamelijk geïnspireerd te zijn door Ptolemaeus’ *Harmonieën*.²⁰²

In de verhandeling *Institutioni harmoniche* wordt duidelijk dat Ptolemaeus een blijvende invloed heeft gehad op Zarlino voor de muziektheoretische ontwikkeling van de middentoonstemming in de tweedel helft van de zestiende eeuw. Zarlino poogde niet alleen de experimenten van Pythagoras te reconstrueren, maar experimenteerde voor de ontwikkeling van een stemming ook met de afstanden zoals die door Ptolemaeus werd opgesteld voor het *monochord* (zie figuur 4.2.0). Zarlino heeft vermoedelijk geen gebruik gemaakt van een *helikon*, aangezien in de verhandeling *Institutioni*

¹⁹⁸ James Haar, ‘Some introductory remarks on musical pedagogy’, in: Murray Russell E., Weiss, Susan Forscher en Cyrus, Cynthia J. (red.), *Music education in the Middle Ages and the Renaissance* (Bloomington, 2010), 3-24, alhier 10-11. Zie voor de ontwikkeling van de kerktoonladders (modi) volgens Heinrich Glareanus onder meer: Strunk, *Source readings in music history*, 219-227.

¹⁹⁹ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 206-209.

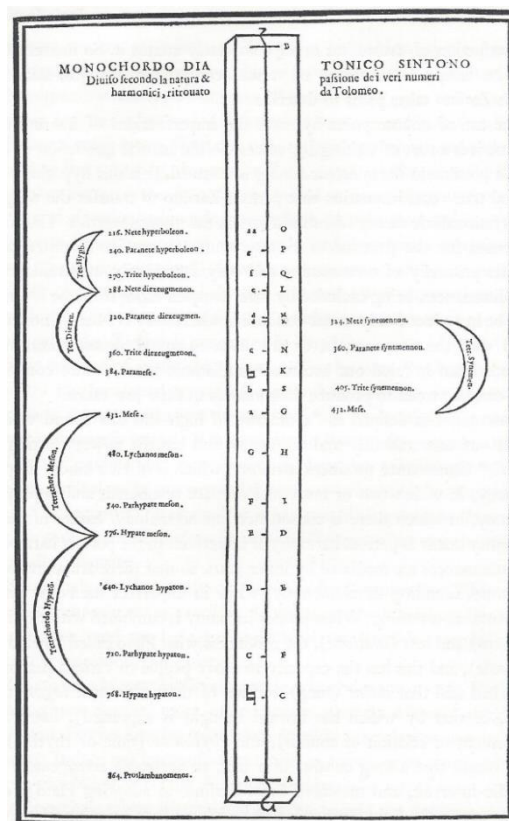
²⁰⁰ Laywine, ‘Music, mechanics and ‘mixed mathematics’’, 51-52.

²⁰¹ Claude V. Palisca, *Dialogue on ancient and modern music* (New Haven, 2003), xxxii; Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 206-207, 209.

²⁰² Laywine, ‘Music, mechanics and ‘mixed mathematics’’, 50-51.

harmoniche enkel wordt verwezen naar een één-snarig instrument.²⁰³ Hieruit kan afgeleid worden welke verhoudingen door Zarlino werden gebruikt voor de halve en hele toon (en of deze overeenkomen met de Ptolemeïsche traditie).

Aan de hand van het Ptolemeïsche *monochord*, zoals opgesteld door Zarlino, wordt duidelijk dat Zarlino dezelfde epimorische verhoudingen hanteerde als door andere denkers van de middentoonstemming werd gedaan (zie figuur 4.2.0 en 4.2.1). In dezelfde volgorde als gebruikelijk is bij de Ptolemeïsche traditie, stelde Zarlino de epimorische verhoudingen van 16:15, 9:8 en 10:9 op voor één tetrachord. Deze epimorische verhoudingen voor de hele en halve toonafstanden, zoals al eerder werd geconstateerd bij de voorafgaande muziektheoretici, waren bepalend voor de ontwikkeling van de Ptolemeïsche traditie en de ontwikkeling van de middentoonstemming in het vijftiende en zestiende-eeuwse Italië. Vervolgens kan toegelicht worden welke verhoudingen Zarlino gebruikte voor de andere intervallen.



Figuur 4.2.0 - In *Le Institutioni harmoniche* (1558) werkte Zarlino de syntonische, diatonische stemming van Ptolemaeus uit aan de hand van een *monochord*. Uit Guy A. Marco en Claude V. Palisca (red.), *The art of counterpoint: part three of 'Le istitutioni harmoniche'* (New Haven, 1968), xxi. Origineel uit Gioseffo Zarlino, Gioseffo, *Le istitutioni harmoniche*, 1558, 124.

²⁰³ Laywine, 'Music, mechanics and 'mixed mathematics'', 60; Palisca, *Dialogue on ancient and modern music*, xxi-xxii.

Zarlino's verdeling van het *monochord*

Toon	C	D	E	F	G	A	B	C
Ratio	9:8	10:9	16:15	9:8	10:9	9:8	16:15	

Figuur 4.2.1 - De berekening van Zarlino's verdeling van het *monochord* (afgeleid van de afbeelding). Uit Claude V. Palisca, *Music and ideas in the sixteenth and seventeenth centuries* (Urbana, 2006), 36 (figuur 4)

In *Institutioni harmoniche* poogde Zarlino een stemming weer te geven die geschikt zou zijn voor de uitvoer van de opkomende compositie-techniek, de contrapunt.

“Come sono qualli, che procedeno per il Semituono, per il Semiditono, & per altri simili; usando le Consonanze imperfette minori, che sono il Semiditono, l’Essachordo minore, & le altre Replicate; le quali consonanze per sua natura sono (come hò detto nel cap. 10.) atte a tali cose. Per il contrario, volendolo fare allegro, usará il movimento del Tuono, quello del Ditono, & di altri simili, con li suoi intervalli. Et volendolo fare, che qualche volta habbia dell’aspro, potrà usare le Maggiori, che sono il Ditono, l’Essachordo maggiore, & le Replicate, nelle parti gravi dello cantilena. Et tanto più sarà aspro, quanto maggiormente haverà in se il detto Essachordo, nelle figure di alquanto valore, nella parte grave del concento.”²⁰⁴

“Among such steps are the semitone, minor third, and similar intervals, and the best consonances are the minor imperect consonances: minor third, minor sixth, and their compounds. By their nature, as I have said in Chapter 10, these consonances are apt for such effects. On the other hand, to make the counterpoint cheerful, wirt the tone, major third, and similar intervals. For an occasional harsh expression use the major intervals: major third and major sixth and their compounds placed in the low parts of the composition. The harshness will be the more pronounced when the sixths are given longer note values and are written in the low voices of the harmony.”²⁰⁵

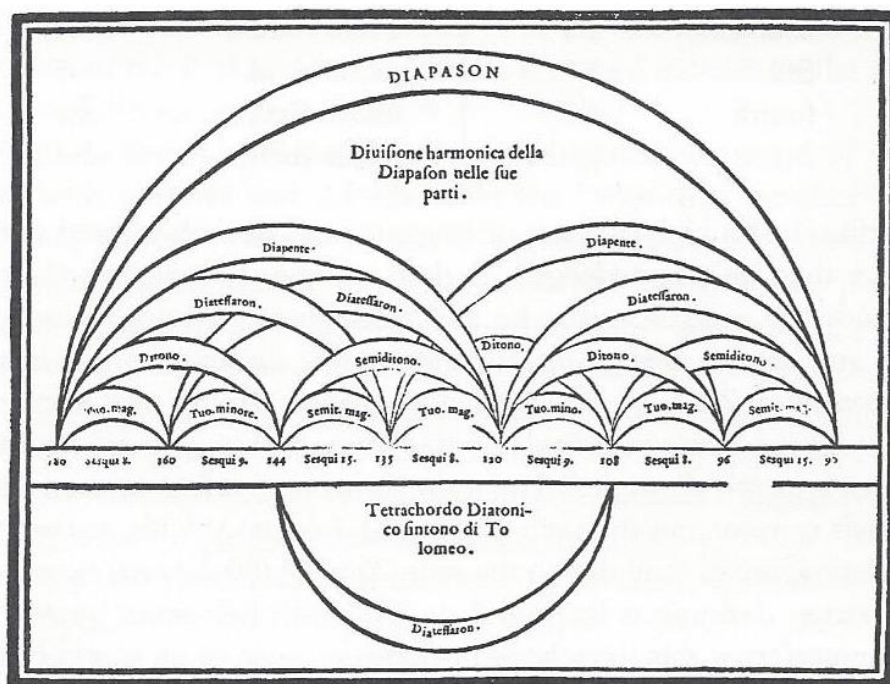
Zarlino's zoektocht naar een ideale stemming leidde naar het concept van *numero senario*, waarin het getal zes hét ‘perfecte’ nummer is, want $1 + 2 + 3 = 6$ en $1 \times 2 \times 3 = 6$. Deze getallen zijn afgeleid van de planeten in het zonnestelsel (voor de ontdekking van Uranus, Neptunus en Pluto). Daarmee werd het getal zes in Zarlino's *Institutioni harmoniche* de bepalende factor voor de distinctie tussen dissonanten en consonanten.²⁰⁶ Voor de ontwikkeling van de middentoonstemming moest er volgens Zarlino dus rekening gehouden worden met de *numero senario*. In *Institutioni harmoniche* stelde Zarlino, op vergelijkbare wijze als de microtonale theoreticus Vicentino, dat de tertsen en sexten “vive” (levendig) en “allegre” (opgewekt) zijn en als sonoor beschouwd moeten worden. De ratio's

²⁰⁴ Gioseffo Zarlino, *Institutioni harmoniche* (Venetië, 1558), 238.

²⁰⁵ Timothy R. McKinney, *Adrian Willaert and the theory of interval affect: the musica nova madrigals and the novel theories of Zarlino and Vicentino* (Ashgate, 2010), 44.

²⁰⁶ Palisca, *Dialogue on ancient and modern music*, xxxi-xxxii; Jairo Moreno, *Musical representations, subjects, and objects: the construction of musical thought in Zarlino, Descartes, Rameau, and Weber* (Bloomington, 2004), 38-39.

die Zarlino gebruikte, zoals de tertsen en sexten, blijken overeen te komen met de opgesteld mathematische verhoudingen van Ptolemaeus in de verhandeling *Harmonieën*. De epimorische verhoudingen van 5:4 voor de *ditonus* en 6:5 voor de *semiditonus* sluiten namelijk aan bij Zarlino's concept van *senario* (zie figuur 4.2.2). Daarmee lijkt de wens van Zarlino om een theoretisch kader te vinden voor de polyfone muziek in vervulling te gaan.²⁰⁷ Hoewel deze frequentieverhoudingen in overeenstemming zijn met Ptolemaeus' epimorische verhoudingen, maakte Zarlino enige aanpassingen.



Figuur 4.2.2 - Zarlino's verdeling van de intervallen in *Le Institutioni harmoniche* (1558). Uit Claude V. Palisca, *Music and ideas in the sixteenth and seventeenth centuries* (Urbana, 2006), 36 (figuur 4). Origineel uit Gioseffo Zarlino, *Gioseffo, Le istitutioni harmoniche*, 1558, 122.

Zarlino stelde in *Institutioni harmoniche*, op vergelijkbare wijze als Aaron, dat de *diatessaron* en de *diapente* aangepast moest worden.²⁰⁸ Er volgde een aanpassing op de 1/4 komma-middentoonstemming, zoals blijkt uit de *Institutioni harmoniche*, waarin Zarlino stelde dat iedere kwint verminderd moet worden met 2/7 komma.²⁰⁹ Hiermee ontwikkelde Zarlino een stemming, waarin iedere kwint met 2/7 komma wordt verminderd. De tempering, en daarmee de deviatie, is in de zogeheten 2/7 komma-middentoonstemming groter dan bij Aaron's 1/4 komma-middentoonstemming. Zarlino zou later toegeven dat de 2/7 komma-middentoonstemming géén praktisch en geschikt

²⁰⁷ Gioseffo Zarlino, *The art of counterpoint: part three of 'Le istitutioni harmoniche'*, vert. Guy A. Marco en Claude V. Palisca (New Haven, 1968), 21-22; Gioseffo Zarlino, *On the modes: part four of 'Le istitutioni harmoniche'*, vert. Vered Cohen, red. Claude V. Palisca (Hew Haven, 1983), 95; McKinney, 'Hearing in the sixth sense', 518.

²⁰⁸ Mark Lindley, 'Zarlino's 2/7-comma meantone temperament', Malcolm Cole en John Koegel (red.), *Music in performance and society: essays in honor of Roland Jackson* (Sterling Heights, 1997), 112-123, alhier 112-113.

²⁰⁹ Zarlino, *Institutioni harmoniche*, 126.

systeem is voor de uitvoeringspraktijk.²¹⁰ Nadat Zarlino in een polemieek verwickeld raakte met zijn voormalige leerling, de luitist, componist en muziektheoreticus Vincenzo Galilei (c.1520-1591) uit Santa Maria a Monte in Toscane over de receptie van de antieke muziektheorie in *Institutioni harmoniche*, paste Zarlino zijn bronnencorpus aan. Hoewel Zarlino, als een van de weinige muziektheoretici in zijn tijd, het Grieks, Latijn en Hebreeuws beheerste – en daarmee manuscripten van Ptolemaeus' *Harmonieën* in de oorspronkelijke taal kon lezen – liet hij Latijnse vertalingen maken van verschillende antieke bronnen.²¹¹

Zarlino zocht contact met de Nederlandse classicus en wiskundige Antonius Gogava (1529-1569), die werkzaam was in Padua en Venetië. Gogava maakte op verzoek van Zarlino in 1562 een Latijnse vertaling van Ptolemaeus' *Harmonieën*. Hoewel deze vertaling niet tot het bronnencorpus behoorde van *Institutioni harmoniche*, kon Zarlino deze vertaling wel degelijk gebruiken voor het tweede verhandeling *Le Dimostrazioni harmoniche* (1571).²¹² Deze verhandeling werd door Zarlino geschreven als een reactie op Galilei. Zarlino maakte in *Dimostrazioni harmoniche* een verdere uitwerking van de Ptolemeïsche muziektheorie voor stemmingen. Daarbij is het goed mogelijk dat Zarlino systematisch een Italiaanse vertaling van Gogava's Latijnse vertaling van Ptolemaeus' *Harmonieën* in *Dimostrazioni harmoniche*. Er moet met enig scepticisme gekeken worden naar de mate waarin Zarlino zelf verantwoordelijk was voor de ontwikkeling van de muziektheorie of dat het Ptolemaeus was die werd geciteerd.²¹³ Als snel zou Zarlino's tweede verhandeling bekritiseerd worden door tegenstanders.

Galilei schreef als tegenreactie op Zarlino's *Dimostrazioni harmoniche* de verhandeling *Dialogo della musica antica et della moderna* (1581), waarin veelvuldig werd verwezen naar het traktaat *Ἀρμονικῶν στοιχείων* (*Harmonische Elementen*) van de Griekse filosoof en muziektheoreticus Aristoxenos van Tarente (c.360-c.300 v.Chr.).²¹⁴ In Galilei's muziektheorie werd, aan de hand van de School van Aristoxenos, de basis gelegd voor het hedendaagse gelijkzwevende temperament. Galilei stelde dat de verdeling van Aristoxenos voor het tetrachord aannemer is dan de Ptolemeïsche traditie gebruikelijk is.²¹⁵ Vervolgens werd Zarlino niet enkel de door muziektheoretici bekritiseerd, maar ook door vooraanstaande wiskundigen.

De verdeling van de intervallen die door Zarlino werden opgesteld in de verhandelingen *Institutioni harmoniche* en *Dimostrazioni harmoniche* voor de stemming, werden door de Venitiaanse wiskundige Giambattista Benedetti (1530-1590) onder de loep genomen. Benedetti concludeerde in *Diversarum speculationum mathematicarum et physicarum* (1585) dat wanneer een zanger daadwerkelijk in Zarlino's opgestelde stemming zou zingen, de zanger gaandeweg het muziekstuk

²¹⁰ Lindley, 'Zarlino's 2/7-comma meantone temperament', 112-113; Barbour, *Tuning and temperament*, 32-33.

²¹¹ Zarlino, *Institutioni harmoniche*, 114-118, 123-126; Moyer, *Musica Scientia: musical scholarship*, 202-203.

²¹² Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 133-134.

²¹³ Laywine, 'Music, mechanics and 'mixed mathematics'', 56-57; Palisca, *Studies in the history of Italian music*, 193.

²¹⁴ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 22-23.

²¹⁵ Palisca, *Studies in the history of Italian music*, 193-194.

hoger of lager zou gaan gaan klinken.²¹⁶ De polemieken tussen Zarlino en Galilei bleef zich voortzetten na de publicatie van *Dimostrazioni harmoniche*, waardoor Zarlino zichzelf genoodzaakt zag om toelicht te geven in een derde verhandeling, de zogenaamde *Sopplimenti musicali*.²¹⁷

De verhandeling *Sopplimenti musicali* (1588), bestaande uit acht secties, werd door Zarlino geschreven als een verdere uitwerking op zijn eerdere traktaten *Institutioni harmoniche* en *Dimonstrazioni harmoniche*. Iedere sectie behandelt een onderwerp waarop Zarlino kritiek heeft ontvangen.²¹⁸ In *Sopplimenti musicali* stelde Zarlino dat de rede zorgde voor orde en overeenstemming (*convenientia*) in de muziek. De mathematica was volgens Zarlino de overkoepelende wetenschap van de rede. Door de mathematica, als de universele wetenschap van de rede, ontstond er een “...speculationi delle cose belle...”, een theoretisch begrip van schoonheid, als manifestatie van de orde.²¹⁹ De epimorische verhoudingen waren de wiskundige eenheden die deze ordening moesten bewerkstelligen voor de stemmen. Daarbij experimenteerde Zarlino met de tetrachordverdeling van Aristoxenos, die zo werd geprezen door Galilei. Zarlino kwam in *Sopplimenti musicali* tot de conclusie dat de verdeling van het tetrachord met de ratio's 16:15, 10:9 en 9:8 geschikter was voor de uitvoering van eigentijdse muziek.²²⁰ Door Zarlino's keuze voor de tetrachordverdeling van 16:15, 10:9 en 9:8, wordt duidelijk dat Zarlino wel degelijk was beïnvloed door de Ptolemeïsche traditie. Hoewel dit enkele inhoudelijke aspecten zijn van Ptolemaeus' invloed op Zarlino's muziektheoretische ontwikkeling voor stemmen, blijkt Zarlino nog een stap verder te gaan.

In *Sopplimenti musicali* zijn opmerkelijk genoeg géén concrete verwijzingen te vinden naar Ptolemaeus' *Harmonieën*. Zarlino blijkt, op vergelijkbare wijze als in *Dimonstrazioni harmoniche*, delen van Ptolemaeus' *Harmonieën* systematisch te hebben vertaald naar het Italiaans, vanuit het Grieks en Latijn. Een parafrasering zou aangeven dat Zarlino Ptolemaeus' *Harmonieën* zou hebben gelezen, maar Zarlino ging een stap verder door het haast letterlijk citeren van Ptolemaeus.²²¹ Daarmee lijkt de transmissie van Ptolemaeus veel verder te gaan dan voorheen werd verondersteld.

²¹⁶ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 222-223; Palisca, *Humanism in Italian Renaissance*, 186-187, 257-265.

²¹⁷ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 222-223.

²¹⁸ Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 223.

²¹⁹ Laywine, 'Music, mechanics and 'mixed mathematics'', 53.

²²⁰ Claude V. Palisca, *Letters on ancient and modern music to Vincenzo Galilei and Giovanni Bardi* (Stuttgart, 1977), 63-64; Palisca, *Studies in the history of Italian music*, 193-194.

²²¹ Laywine, 'Music, mechanics and 'mixed mathematics'', 56-57.

5 § Conclusie

Ptolemaeus berekende, aan de hand van empirische observaties, met de *helikon* de epimorische verhoudingen voor een syntonische, diatonische stemming. Door het opstellen van een epimorische verhouding van 12:11:10:9 voor de tetrachord, wist Ptolemaeus een epimorische verhouding op te stellen voor alle intervallen in de *diapason* (2:1). De syntonische, diatonische Ptolemeïsche stemming wordt gekenmerkt door het gebruik van epimorische verhoudingen voor de tussenliggende afstanden in de tetrachord. Voor de halve toonafstand stelde Ptolemaeus een ratio van 16:15 op en voor de hele toonafstanden de ratio's 10:9 (kleine grote secunde) en 9:8 (grote secunde). Hoewel in de Pythagoreïsche stemming de *diapente* (3:2) en de *diatessaron* (4:3) ook epimorische verhoudingen kennen, blijkt de *ditonus* met een ratio van 256:243 géén epimorische verhouding te hebben. Volgens Ptolemaeus moest iedere interval in de diapason een epimorische verhouding hebben, waardoor er een epimorische verhouding van 5:4 voor de *ditonus* en 6:5 voor de *semiditonus* werd opgesteld. Dit zijn enkele karakteristieken van Ptolemaeus' mathematische argumentatie voor het opstellen van de syntonische, diatonische stemming.

In de middeleeuwse uitvoeringspraktijk werd de Pythagoreïsche stemming toegepast, maar gaandeweg de veertiende eeuw kwam hier verandering in. Verschillende ontwikkelingen aan de kathedraalscholen en de uitvoeringspraktijk zorgden ervoor dat de Pythagoreïsche stemming verviel. Boëthius' *De institutione musica*, als belichaming van de Pythagoreïsche traditie, werd door de opkomende humanistische methodologie van tekstkritiek bekritiseerd en becommentarieerd. Veertiende-eeuwse componisten en muziektheoretici poogden, vanwege de vernieuwende, chromatische en enharmonische compositiestijlen, de tertsen en sexten als consonanten toe te passen in hun composities. De uitbreiding van geknepen en getokkelde klavierinstrumenten, die in ensembles werden gebruikt en niet enkel als solo instrument, zorgde voor een praktische problematiek van de Pythagoreïsche stemming. In samenspel konden de klavierinstrumenten, in tegenstelling tot zangers, strijkinstrumenten en getokkelde snaarinstrumenten, zich namelijk niet aanpassen aan de andere instrumentalisten. Elk van deze ontwikkelingen zorgde ervoor dat componisten en muziektheoretici genooddaakt waren om met stemmen te gaan experimenteren, waardoor de Pythagoreïsche stemming in ongebruik raakte.

De eerste sporen van de zorgenaamde middentoonstemming waren waarneembaar in het vijftiende-eeuwse Italië. Ramos de Pareja maakte in het traktaat *Musica practica* een nieuwe verdeling van het *monochord*, waarbij dezelfde epimorische verhoudingen werden gehanteerd voor de halve en hele toonafstand als bij Ptolemaeus' verdeling van de tetrachord. Aan de hand van deze halve (16:15) en de hele (10:9 en 9:8) toonafstand stelde Ramos de Pareja de volgende ratio's op; een ratio van 5:4 voor de *ditonus*, 6:5 voor de *semiditonus*, 5:3 voor de *bipartiens tertia* en 8:5 voor de *superbipartiens quinta*. Hoewel de ratio's voor de sexten niet epimorisch zijn, gebruikte Ramos de Pareja voor de

tersen de verhoudingen die Ptolemaeus toepaste. De vernieuwende chromatische en enharmonische composities, waarin de tertsen en sexten als consonanten werden toegepast, konden aangenamer ten gehore gebracht worden dan gebruikelijk was in de Pythagoreïsche stemming. Hiermee gaf Ramos de Pareja, geïnspireerd door de syntonische, diatonische Ptolemeïsche stemming, een eerste aanzet tot de middentoonstemming.

Al snel raakte Ramos de Pareja verwickeld in een polemiek met Gaffurius over de mate waarin de *ditonus* en de *diapente* ten opzichte van de *diapason* bijgestemd moesten worden. In het traktaat *Practica musicae* stelde Gaffurius dat organisten de *diapente* dienden te verlagen. Daarmee snijdt Gaffurius de kwestie van de *musica theorica* en de *musica practica* aan, waarin zijn voorkeur uit lijkt te gaan naar de middentoonstemming. Gaffurius breidde zijn onderzoek in het traktaat *De harmonia musicorum instrumentorum opus* naar de antieke muziektheorie uit door een vertaling te laten maken van Ptolemaeus' *Harmonieën* door Leonicensio. Daarin ontdekte Gaffurius dat de Ptolemeïsche *ditonus* met de epimorische verhouding van 5:4 niet in twee gelijkwaardige tonen onderverdeeld kan worden. Dit was wel het geval bij de Pythagoreïsche stemming, waarin de *ditonus* een ratio heeft van 81:64. Hoewel Gaffurius in *Practica musicae* in eerste instantie een voorkeur lijkt te hebben voor de middentoonstemming, ontwikkelde hij in *De harmonia musicorum instrumentorum opus* als gevolg van de beperkte, tonale onderverdeling in de Ptolemeïsche traditie een voorkeur voor de Pythagoreïsche traditie.

Gaffurius ontving al snel kritiek op zijn theoretische benadering van de muziek door Spataro in *Errori di Franchino Gaffurio da Lodi*. Daarin legde Spataro, als voorstander van de muziektheorie van Ramos de Pareja, vooral de nadruk op de *musica practica*. De enige stemming die volgens Spataro aansloot op de eigentijdse uitvoeringspraktijk was de middentoonstemming als afgeleide van de syntonische, diatonische Ptolemeïsche stemming. Gaffurius' standvastige houding over de Pythagoreïsche stemming sloot volgens Spataro niet meer aan op de vijftiende-eeuwse uitvoeringspraktijk. De middentoonstemming kende in de vijftiende eeuw echter dezelfde problematiek als de Pythagoreïsche stemming. Waar de Pythagoreïsche stemming een Pythagoreïsche komma kent, ontstond er ook bij de middentoonstemming een komma. De syntonische komma (81:80) bij de *ditonus* was het hoorbare verschil tussen de Pythagoreïsche en de middentoonstemming. In de zestiende eeuw gingen muziektheoretici op zoek naar een oplossing voor de syntonische komma.

In *Toscanello in musica* bedacht Aaron een mogelijke oplossing voor de syntonische komma. De *ditonus* moest sonoor en rein gestemd worden, terwijl de *diapente* met kwart (81:320) van de syntonische komma bijgestemd moest worden. Hierdoor werd de zogeheten 1/4 komma-middentoonstemming gevormd. De wijze van stemming in Aaron's verhandeling lijkt eerder een algemeen aanvaard concept te zijn over de uitvoeringspraktijk, waarbij verwijzingen naar de antieke denkers ontbreken. Dusverre is er enkel een aanzet gegeven voor de toepassing van Ptolemaeus' mathematische berekeningen, maar een mathematische weerlegging van de Pythagoreïsche stemming ontbreekt.

Fogliano stelde in *Musica theorica* dat een stemming een natuurlijk fenomeen is, bestaande uit consonantie en dissonantie, dat niet enkel in mathematische eenheden uitgedrukt kan worden. Aan de hand van de deductieve methodologie kwam Fogliano tot de conclusie dat wanneer consonanten waarneembaar zijn dat ook de tegenhanger, de dissonanten, waarneembaar moeten zijn in de uitvoeringspraktijk. Geïnspireerd door de epimorische verhoudingen van Ptolemaeus' *Harmonieën* ontwikkelde Fogliano een verdeling van het *monochord* met de ratio's 16:15 voor de halve toonafstand en 10:9 en 9:8 voor de hele toonafstanden. Fogliano stelde dat wanneer de *semiditonus* en de *ditonus* als consonanten worden toegepast deze intervallen de epimorische verhoudingen van 5:4 en 6:5 krijgen, zoals opgesteld door Ptolemaeus. Om nog een mathematische weerlegging te geven van de Pythagoreïsche traditie moest de verdeling van de syntonische komma opgelost worden. Fogliano wist een evenredige verdeling op te stelling voor de syntonische komma door de bestudering van Euclides' *Elementen*, waarmee een mathematische weerlegging werd gegeven voor de Pythagoreïsche stemming.

De late vijftiende en vroege zestiende eeuw werd in de muziektheoretische ontwikkeling van de middentoonstemming gekenschetst door de discrepantie van de *musica theorica* en *musica practica*. Hoewel Fogliano een mathematische weerlegging heeft gegeven van de Pythagoreïsche stemming, wordt in het verloop van de zestiende eeuw nog steeds geëxperimenteerd door muziektheoretici met verschillende stemmings. In het midden van de zestiende eeuw poogde Vicentino in *L'antica musica ridotta alla moderna prattica* door de ontwikkeling van de vernieuwde, microtonale 31-toonsverdeling, de diatonische, chromatische en enharmonische genera toe te passen in de uitvoeringspraktijk. Daarvoor ontwikkelde hij een klavierinstrument met 36 toetsen, de *archicembalo*, die vermoedelijk in de 1/4 komma-middentoonstemming werd gestemd. Vicentino gebruikte onbewust dezelfde epimorische verhoudingen als Ptolemaeus, zoals de ratio van 5:4 voor de *ditonus*. Deze epimorische verhoudingen ontleende Vicentino onbewust aan de Ptolemeïsche muziektheorie vanuit Boëthius' *De institutione musica* en Fogliano's *Musica theorica*. Was het dan wel voor Vicentino noodzakelijk om de *archicembalo* in de middentoonstemming te zetten? Voor de spanning van de snaren van de *archicembalo* was het wel degelijk noodzakelijk voor Vicentino om de Ptolemeïsche epimorische verhoudingen van 16:15, 10:9 en 9:8 voor de halve en hele toon te hanteren. Daarmee kon namelijk de spanning van de 31-toonsverdeling goed gehanteerd worden.

In de verhandeling *Institutioni harmoniche*, geschreven door Zarlino, wordt nieuw inzicht gegeven in de invloed van Ptolemaeus' *Harmonieën* op de ontwikkeling van de middentoonstemming. Zarlino experimenteerde met de Pythagoreïsche verhoudingen voor stemming, maar ontdekte dat deze niet toepasbaar zijn op de eigentijdse polyfone muziek. Vervolgens zocht Zarlino naar andere antieke bronnen om een solide theoretische basis te vinden voor de contrapunt en de polyfone muziek. Wederom experimenteerde Zarlino met monochord, waarbij hij constateerde dat de Ptolemeïsche epimorische verhoudingen van 16:15, 9:8 en 10:9 geschikt waren voor de uitvoeringspraktijk. Geïnspireerd door *numero senario*, stelde Zarlino dat ook de overige epimorische verhouding van 5:4

en 6:5 voor de *ditonus* en *semiditonus* geschikt waren voor de contrapunt. Daarbij maakte Zarlino een aanpassing op Aaron's $1/4$ komma-middentoonstemming. Volgens Zarlino moest namelijk iedere *diapente* met $2/7$ van de syntonische komma verlaagd worden om de *ditonus* en *semiditonus* goed te laten klinken voor de contrapunt.

Aan de hand van de verhandelingen *Dimonstrationi harmoniche* en *Sopplimenti musicali* wordt duidelijk dat Zarlino inderdaad door de Ptolemeïsche muziektheorie was beïnvloed. Zarlino parafraseerde namelijk niet Ptolemaeus' *Harmonieën*, maar bleek delen systematische te hebben vertaald van het Grieks en Latijn naar het Italiaans. De transmissie van Ptolemaeus' *Harmonieën* wordt daarmee naar een ander niveau gebracht. Kennelijk was Zarlino als lezer van Ptolemaeus' *Harmonieën*, zodanig overtuigd van de epimorische verhoudingen voor de ontwikkeling van de middentoonstemming, dat hij Ptolemaeus' gewoon citeerde.

Dat de drang om een duurzame relatie met de klassieke oudheid te bewerkstelling aanleiding was om antieke muziektheoretici als Pythagoras, Aristoxenos en Ptolemaeus wederom te bestuderen, mag duidelijk zijn. De antieke muziektheorie werd in het vijftiende en zestiende-eeuwse Italië gebruikt om de *musica theorica* en de *musica practica* te verenigen, theoretisch te ondersteunen en na te bootsen. De invloed die Ptolemaeus' *Harmonieën* heeft gehad op de muziektheoretische ontwikkeling van de middentoonstemming in het laat vijftiende- en zestiende-eeuwse Italië kan daarmee niet onderschat worden. Op verschillende manieren gebruikten laat vijftiende- en zestiende-eeuwse muziektheoretici Ptolemaeus' verhandeling als een van de vele representanten van de antieke muziektheorie om naar eigen inziens hun muziektheorie te ontwikkelen. Met name de epimorische verhoudingen voor het opstellen en aanpassen van de middentoonstemming, de gemaakte vertalingen van Ptolemaeus' *Harmonieën*, de geciteerde stukken en parafraseringen, geven blijk van de interesse in Ptolemaeus' muziektheorie.

Epiloog

In dit epiloog poog ik een suggestie te geven hoe het onderzoek naar de receptie van de oudheid in vijftiende en zestiende-eeuwse stemmingen en temperamenten voortgezet kan worden. In de klassieke oudheid ontstond er ook een filosofische stroming die muziek beschouwde als een continuüm dat niet enkel begrepen kon worden door een serie van wiskundige eenheden. Daarmee ging deze stroming in tegen de mathematische filosofie van de Pythagoreïsche denkers. Het traktaat *Harmonische Elementen* van Aristoxenos werd vanaf de vierde eeuw v.Chr. de belichaming van deze stroming.²²²

Waar aan het begin van de zestiende eeuw de muziektheorie van Zarlino, geïnspireerd door Ptolemaeus, nog als progressief werd beschouwd in vergelijking met de Romeinse School van Palestrina, verschoof zijn positie in de Venetiaanse School vanaf de laat-zestiende eeuw. Er ontstond namelijk een scheiding tussen enerzijds scholastici en anderzijds humanisten, die ieder een eigen interpretatie kenden van de klassieken en hun toepassing op de muziektheorie.²²³ De scholastici in de Venetiaanse School beriepen zich op de mathematische wetenschappen van het *quadrivium*, terwijl de humanisten zich gingen richten op de tekstuele expressie in de muziek.

Alles een beetje ‘onzuiver’: Vincenzo Galilei en de gelijkzwevende stemming

In de periode 1573-1587 kwamen verschillend musici, dichters en geleerden, bekend onder de naam Camerata Fiorentina, bijeen in Florence onder de bescherming van graaf Giovanni de' Bardi (1534-1612) om te discussiëren over de ontwikkeling van het humanisme in muziek en drama.²²⁴ De historicus en humanist Girolamo Mei (1519-1594) schreef in de periode 1568-1573 *De modis musicis antiquorum*, een verhandeling over de muziektheorie van de Griekse oudheid, dat het intellectueel corpus werd voor de musici in het gezelschap van de Camerata Fiorentina.²²⁵ Galilei, een vooraanstaande lid van de Camerata Fiorentina, was pupil van de Venetiaanse School en raakte geïnspireerd door de transmissie van de oudheid, zoals beschreven in Mei's *De modis musicis antiquorum*. Om vorm te geven aan theoretische toepassing van Mei's ideeën op de muziekpraktijk schreef Galilei *Dialogo della musica antica et della moderna*, waarin de klassieke poëzie en tekstexpressie, geïnspireerd door het humanisme, een bron van argumentatie werden.²²⁶ Een musicus

²²² Moyer, *Musica scientia: musical scholarship*, 22-23.

²²³ Tomlinson, *Monteverdi and the end*, 3-11.

²²⁴ Tim Carter, 'What is opera?', in: Helen M. Greenwald (red.), *The Oxford handbook of opera* (New York, 2014), 15-32, alhier 18-20; Wendy Heller, 'Opera between the ancients and the moderns', in: Helen M. Greenwald (red.), *The Oxford handbook of opera* (New York, 2014), 275-295, alhier 277-279; Tim Carter, 'Jacopo Peri', *Music & Letters* 61:2 (1980), 121-135, alhier 126-127.

²²⁵ Claude V. Palisca (red.), *The Florentine Camerata: documentary studies and translations* (New Haven, 1989), 1- 8; Palisca, *Letters on ancient and modern music to Vincenzo Galilei and Giovanni Bardi* (Stuttgart, 1977), 40-46.

²²⁶ Girolamo Mei, *Letters on ancient and modern music to Vincenzo Galilei and Giovanni Bardi*, vert. Claude V. Palisca (Stuttgart, 1977), 141-147; Carter, 'The search for musical meaning', 164-165; Barbara Hanning, 'Music

moest zich volgens Galilei verplaatsen in het karakter van de spreker om de poëtische woorden en muziek te kunnen verenigen. Galilei, hoewel een gezel van de Venetiaanse School, begon zich dan ook af te zetten tegen de mathematische benadering van denkers als Zarlino.²²⁷

Om deze filosofische stelling te onderbouwen over de relatie tussen expressie en muziek, beriep Galilei zich voor de ontwikkeling van een stemming op de traditie van Aristoxenos.²²⁸ De spanning van de snaren wist Aristoxenos evenredig te verdelen over de *diapason*, waarbij er dus geen interval was dat rein werd gestemd. Deze gelijkwaardige verdeling van de de spanningen over alle intervallen in de *diapason*, bleek een voorloper te zijn van het gelijkzwevende temperament.²²⁹ Voor een vervolg onderzoek zou het interessant zijn hoe Aristoxenos' traktaat *Harmonische Elementen* door zestiende-eeuwse muziektheoretici, als Galilei, is gebruikt voor de ontwikkeling van het gelijkzwevende temperament.

Op vergelijkbare wijze als ik in deze scriptie heb toegelicht, zal het traktaat *Harmonische Elementen* allereerst in haar eigen context geplaatst moeten worden door middel van een interne en externe bronanalyse. Hieruit kunnen de mathematische verhoudingen die door antieke muziektheoretici als Aristoxenos werden opgesteld, ontleend worden. Vervolgens zal de muziektheorie van zestiende-eeuwse denkers, als Galilei, bestudeerd moeten worden. De ratio's voor de toonafstanden kunnen dan, zoals ook in deze studie is gedaan, met elkaar vergeleken worden. Daarmee zal de transmissie van Aristoxenos' muziektheorie aangaande het gelijkzwevende temperament ontrafeld kunnen worden.

and the arts', in: Tim Carter en John Butt (red.), *The Cambridge history of seventeenth-century music* (Cambridge, 2014), 111-131, alhier 112-113.

²²⁷ Palisca, *Dialogue on ancient and modern music*, xvii-xxx; Strunk, *Source readings in music history*, 466.

²²⁸ Vincenzo Galilei, *Dialogue on ancient and modern music*, vert. Claude V. Palisca (New Haven, 2003), 81-82, 124-128, 255-268.

²²⁹ Aristoxenos, *The harmonics of Aristoxenus*, vert. Henry Stewart Macran (New York, 1974), 1-85.

Bibliografie

Primaire bronnen

Aristoxenos, *The harmonics of Aristoxenus*, vert. Henry Stewart Macran (New York, 1974).

Aaron, Pietro, *Toscanello in musica di messer Piero Aron Fiorentino del ordine hierosolimitano et canonico in rimini nuovamente stampato con laggiunta da lui fatta et con diligentia corretto* (Venetië, 1531).

Aaron, Pietro, *Toscanello in music, book I*, vert. Peter Bergquist (Colorado, 1970).

Aaron, Pietro, *Toscanello in music, book II*, vert. Peter Bergquist (Colorado, 1970).

Boëthius, Anicius Manlius Torquatus Severinus, *De institutione arithmetica libri duo: De institutione musica libri quinque*, red. Godofredus Friedlein (Frankfurt, 1966).

Boëthius, Anicius Manlius Torquatus Severinus, *Fundamentals of music*, vert. Calvin Bower, red. Claude Palisca (New Haven, 1989).

Düring, Ingemar (red.), *Die Harmonielehre des Klaudios Ptolemaios* (Göteborg, 1930).

Fludd, Robert, 'De templo musicae', in: Robert Fludd, *Utriusque cosmi maioris scilicet et minoris metaphysica, physica atque technica historia* (Frankfurt, 1617).

Fogliano, Lodovico, *Musica theorica* (Venetië, 1529).

Gaffurius, Franchinus, *Practica musicae*, vert. Clement Miller (Stuttgart, 1968).

Gaffurius, Franchinus, *De harmonia musicorum instrumentorum opus* (Milaan, 1518).

Gaffurius, Franchinus, *De harmonia musicorum instrumentorum opus*, vert. Clement Miller (Stuttgart, 1977).

Galilei, Vincenzo, *Dialogue on ancient and modern music*, vert. Claude V. Palisca (New Haven, 2003).

Marantin, Blanche en Chaudiere, Guillaume, *Les vrais pourtraits et vies des hommes illustres grecz, latins, et payens recueilliz de leurs tableaux livres et medalles antiques, et modernes, livre II* (Parijs, 1584).

Mei, Girolamo, *Letters on ancient and modern music to Vincenzo Galilei and Giovanni Bardi*, vert. Claude V. Palisca (Stuttgart, 1977).

Monteverdi, Claudio, *Madrigals book IV and V*, vert. Stanley Appelbaum, red. Gian Francesco Malipiero (New York, 1986).

Nicomachus van Gerasa, *The manual of harmonics of Nicomachus the Pythagorean*, vert. Flora Levin (Grand Rapids, 1993).

Ptolemaeus, Claudius, *Die Harmonielehre des Klaudios Ptolemaios*, red. Ingemar Düring (Göteborg, 1930).

Ptolemaeus, Claudius, *Ptolemy's Harmonics: translation and commentary*, vert. Jon Solomon (Leiden, 2000).

Ramos de Pareja, Bartolomé, *Musica practica*, vert. Clement Miller (Stuttgart, 1993).

Spataro, Giovanni, *Errori de Franchino Gafurio da Lodi* (Bologna, 1521).

Spataro, Giovanni en Aaron, Pietro, *A correspondence of Renaissance musicians*, vert. Bonnie J. Blackburn, Edward E. Lowinsky en Clement Miller (Oxford, 1991).

Strunk, Oliver, *Source readings in music history: from Classical Antiquity through the Romantic era* (New York, 1950).

Vicentino, Nicola, *L'antica musica ridotta alla moderna prattica, con la dichiarazione, et con gli essempli di I tre generi, con le loro spetie, et con l'inventione di uno nuovo stromento, nel quale si contiene tutta la perfetta musica, con molti segreti musicali* (Rome, 1555).

Vicentino, Nicola, *Ancient music adapted to modern practice*, vert. Maria Rika Maniates, red. Claude V. Palisca (New Haven, 1996).

Zarlino, *Institutioni harmoniche* (Venetië, 1558).

Zarlino, Gioseffo, *The art of counterpoint: part three of 'Le istitutioni harmoniche'*, vert. Guy A. Marco en Claude V. Palisca (New Haven, 1968).

Zarlino, Gioseffo, *On the modes: part four of 'Le istitutioni harmoniche'*, vert. Vered Cohen, red. Claude V. Palisca (Hew Haven, 1983).

Zwolle, Henri Arnaut de, *Les traités d'Henri-Arnaut de Zwolle et de divers anonymes*, vert. Georges Le Cerf en Edmond-René Labande (Parijs, 1932).

Secundaire literatuur

Abdounur, Oscar João, 'Ratios and music in the late Middle Ages: a preliminary survey', in: Philippe Vendrix (red.), *Music and mathematics: in late medieval and early modern Europe* (Turnhout, 2008), 23-70.

Adamczewski, Fiona, 'Instrument for early music by today's makers', in: Maria Schofield (red.), *Decorative art and modern interiors 1978* (Londen, 1978), 122-144.

Adkins, Cecil, 'The technique of the monochord', *Acta Musicologica* 39 (1967), 34-43.

Ammann, Peter J., 'The musical theory and philosophy of Robert Fludd', *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes* 30 (1967), 198-227.

Barbera, André, 'Arithmetic and geometric division of the tetrachord', *Journal of Music Theory* 21 (1977), 294-323.

Barbera, André, 'Review on Martin West's Ancient Greek music', *Notes* 50:4 (1994), 1359-1361.

Barbour, James M., *Tuning and temperament: a historical survey* (Mineola, 1951).

Barker, Andrew, *Scientific method in Ptolemy's Harmonics* (Cambridge, 2000).

Barker, Andrew, *Greek musical writings* (Cambridge, 2004).

Barker, Andrew, 'Mathematical beauty made audible: musical aesthetics in Ptolemy's Harmonics', *Classical Philology* 105:4 (2010), 403-420.

- Barker, Andrew, *Porphyry's commentary on Ptolemy's harmonics: a Greek text and annotated translation* (Cambridge, 2015).
- Blackburn, Bonnie J., Lowinsky, Edward E. en Miller, Clement, *A correspondence of Renaissance musicians* (Oxford, 1991).
- Blackburn, Bonnie J., 'Music theory and musical thinking after 1450', in: Reinhard Strohm en Bonnie J. Blackburn (red.), *Music as concept and practice in the late Middle Ages* (Oxford, 2001), 301-345.
- Bobo de la Peña, Miguel, 'Ptolemy on sound: 'Harmonics' 1.3 (6.14-9.15 Düring)', *Mnemosyne* 62:4 (2009), 548-585.
- Bowen, Alan C., 'The minor sixth (8:5) in early Greek harmonic science', *The American Journal of Philology* 99 (1978), 501-506.
- Bower, Calvin, 'The transmission of ancient music theory into the Middle Ages', in: Thomas Christensen (red.), *The Cambridge history of Western music theory* (Cambridge, 2002), 136-167.
- Brown, Howard Mayer, *Music in the Renaissance* (Englewood Cliffs, 1976).
- Brown, Howard Mayer en Polk, Keith, 'Instrumental music', in: Reinhard Strohm en Bonnie J. Blackburn (red.), *Music as concept and practice in the late Middle Ages* (Oxford, 2001), 97-161.
- Bruno, Luca, 'Toward a theory of harmony in the Renaissance: historical-analytical inquiry into harmonically-oriented genres of sixteenth-century secular polyphony', in: Miloš Zatkalik, Milena Medić en Denis Collins (red.), *Histories and narratives of music analysis* (Cambridge, 2013), 1-26.
- Butt, John, *Playing with history: the historical approach to musical performance* (Cambridge, 2008).
- Calcagno, Mauro, *From madrigal to opera: Monteverdi's Staging of the self* (Berkeley, 2012).
- Carter, Tim, 'Jacopo Peri', *Music & Letters* 61:2 (1980), 121-135.
- Carter, Tim, 'Artusi, Monteverdi, and the poetics of modern music', in: Nancy Baker en Barbara Hanning (red.), *Musical humanism and its legacy: essays in honor of Claude V. Palisca* (Stuyvesant, 1992), 171-194.
- Carter, Tim, 'What is opera?', in: Helen M. Greenwald (red.), *The Oxford handbook of opera* (New York, 2014), 15-32.
- Carter, Tim, 'The search for musical meaning', in: Tim Carter en John Butt (red.), *The Cambridge history of seventeenth-century music* (Cambridge, 2014), 158-196.
- Catalunya, David en Poletti, Paul, 'Late Medieval strung keyboard instruments: new reflections and attempts at reconstruction', *Journal of the Alamire Foundation* 4 (2012), 141-155.
- Chalmers, John H., *Divisions of the tetrachord: a prolegomenon to the construction of musical scales* (Hanover, 1993).
- Chrissochoidis, Ilias, 'The 'Artusi-Monteverdi' controversy: background, content, and modern interpretations', *British Postgraduate Musicology* 6 (2004), online.
- Cohen, Vered en Palisca, Claude V. (red.), *On the modes: part four of 'Le institutioni harmoniche'* (Hew Haven, 1983).
- Creese, David, *The monochord in ancient Greek harmonic science* (Cambridge, 2010).

Daniskas, *Algemene muziekleer* (Groningen, 1972).

Dijksterhuis, Eduard J., 'Over een stelling van Archytas', *Hermeneres* 2 (1940), 21-24.

Duffin, Ross, 'Tuning', in: Ross Duffin (red.), *A performer's guide to Medieval music* (Bloomington, 2000), 545-562.

Duffin, Ross, 'Tuning and Temperament', in: Jeffery Kite-Powell (red.), *A performer's guide to Renaissance music* (Bloomington, 2007), 279-289.

Duffin, Ross, *How equal temperament ruined harmony (and why you should care)* (New York, 2007).

Eco, Umberto, *Lector in fabula: de rol van de lezer in narratieve teksten*, vert. Yond Boeke (Amsterdam, 1989).

Fabbri, Paolo en Carter, Tim (vert.), *Monteverdi* (Cambridge, 2006).

Fose, Luanne Eris, *The 'Musica practica' of Bartolomeo Ramos de Pareia: a critical translation and commentary* (Ann Arbor, 1992).

Franklin, John C., 'Review on Stefan Hagel's Ancient Greek music: a new technical history', *The Journal of Hellenic Studies* 131 (2011), 228-229.

Frosch, Reinhart, *Meantone is beautiful! Studies on tunings of musical instruments* (Bern, 2002).

Gingerich, Owen, 'Was Ptolemy a fraud?', *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* 21 (1980), 253-266.

Godwin, Joscelyn, 'Instruments in Robert Fludd's Utriusque Cosmi... Historia', *The Galpin Society Journal* 26 (1973), 2-14.

Goldhill, Simon, 'Review on Thomas Mathiesen's Apollo's lyre: Greek music and music theory in Antiquity and the Middle Ages', *Early Music History* 20 (2001), 267-279.

Haar, James, *Essays on Italian poetry and music in the Renaissance, 1350-1600* (Berkeley, 1986).

Haar, James en NáDas, John, 'Johannes de Anglia (John Hothby): notes on his career in Italy', *Acta Musicologica* 79:2 (2007), 291-358.

Haar, James, 'Some introductory remarks on musical pedagogy', in: Murray Russell E., Weiss, Susan Forscher en Cyrus, Cynthia J. (red.), *Music education in the Middle Ages and the Renaissance* (Bloomington, 2010), 3-24.

Hagel, Stefan, *Ancient Greek music: a new technical history* (Cambridge, 2009).

Hanning, Barbara, 'Music and the arts', in: Tim Carter en John Butt (red.), *The Cambridge history of seventeenth-century music* (Cambridge, 2014), 111-131.

Heller, Wendy, 'Opera between the ancients and the moderns', in: Helen M. Greenwald (red.), *The Oxford handbook of opera* (New York, 2014), 275-295.

Holford-Strevens, Leofranc, 'Review: explaining Greek music', *Early Music* 29:3 (2001), 447-448.

Holford-Strevens, Leofranc, 'Review on Stefan Hagel's Ancient Greek music: a new technical history', *Early Music History* 29 (2010), 325-344.

Isacoff, Stuart, *Temperament: how music became a battleground for the great minds of western civilization* (New York, 2003).

- Johnston, Ben en Gilmore, Bob (red.), *'Maximum clarity' and other writings on music* (Chicago, 2006).
- Kaufmann, Henry W., 'More on the tuning of the 'archicembalo'', *Journal of the American Musicological Society* 23:1 (1970), 84-94.
- Kottick, Edward L., 'Review: on Reinhart Frosch's Meantone is beautiful! Studies on tunings of musical instruments', *Music Perception: An Interdisciplinary Journal* 21:2 (2003), 277-281.
- Koopman, Ton, *Oratio: authenticiteit in de historische uitvoeringspraktijk* (Leiden, 2008).
- Kreyszig, Walter Kurt en Palisca, Claude V. (red.), *The theory of music: Franchino Gaffurio* (New Haven, 1993).
- Laywine, Alison, 'Music, mechanics and 'mixed mathematics'', in: Carlos Fraenkel, Dario Perinetti, Justin Smith (red.), *The rationalists: between tradition and innovation* (Londen, 2011), 45-66.
- Levin, Flora, *The harmonics of Nicomachus and the Pythagorean tradition* (Philadelphia, 1975).
- Levin, Flora, 'πληγή and τάσις in the Harmonika of Klaudios Ptolemaios', *Hermes* 108:2 (1980), 205-229.
- Lindley, Mark, 'Fifteenth-century evidence for meantone temperament', *Proceedings of the Royal Musical Association* 102 (1975-1976), 37-51.
- Lindley, Mark, 'Zarlino's 2/7-comma meantone temperament', Malcolm Cole en John Koegel (red.), *Music in performance and society: essays in honor of Roland Jackson* (Sterling Heights, 1997), 112-123.
- Lingas, Alexander, 'Review: ancient music in a medieval mirror', *Journal of the Royal Musical Association* 129:2 (2004), 298-304.
- MacCarthy, Evan A., 'Transformations in music theory and music treatises', in: Anna Maria Busse Berger en Jesse Rodin (red.), *The Cambridge history of fifteenth-century music* (Cambridge, 2015), 602-614.
- Maniates, Maria Rika, 'Bottrigari versus Sigonio: on Vicentino and his Ancient Music Adapted to Modern Practice, in: Nancy Baker en Barbara Hanning (red.), *Musical humanism and its legacy: essays in honor of Claude V. Palisca* (Stuyvesant, 1992), 79-108.
- Maniates, Maria Rika, 'Review on Ann Moyer's Musica scientia: musical scholarship in the Italian Renaissance', *Notes* 50:1 (1993), 119-120.
- Maniates, Maria Rika, 'The cavaliere Ercole Bottrigari and his brickbats: prolegomena to the defence of don Nicola Vicentino against messer Gandolfo Sigonio', in: David Bernstein en Christopher Hatch (red.), *Music theory and the exploration of the past: essays in honor of Patricia Carpenter* (Chicago, 1993), 137-188.
- Maniates, Maria Rika en Palisca, Claude V. (red.), *Ancient music adapted to modern practice* (New Haven, 1996).
- Marco, Guy A. en Palisca, Claude V. (red.), *The art of counterpoint: part three of 'Le istituzioni harmoniche'* (New Haven, 1968).

Mathiesen, Thomas, 'Harmonia and *ethos* in ancient Greek music', *The Journal of Musicology* 3:3 (1984), 264-279.

Mathiesen, Thomas, *Apollo's lyre: Greek music and music theory in Antiquity and the Middle Ages* (Lincoln, 1999).

Mathiesen, Thomas, 'Greek music theory', in: Thomas Christensen (red.), *The Cambridge history of Western music theory* (Cambridge, 2002), 107-135.

McCreless, Patrick, 'Music and rhetoric', in: Thomas Christensen (red.), *The Cambridge history of Western music theory* (Cambridge, 2002), 845-879.

McKinney, Timothy R., 'Hearing in the sixth sense', *The Musical Quarterly* 82:3/4 (1998), 517-536.

McKinney, Timothy R., 'Point/Counterpoint: Vicentino's musical rebuttal to Lusitano', *Early Music* 33:3 (2005), 393-411.

McKinney, Timothy R., *Adrian Willaert and the theory of interval affect: the musica nova madrigals and the novel theories of Zarlino and Vicentino* (Ashgate, 2010).

Mead, Sarah, 'Renaissance theory', in: Jeffery Kite-Powell (red.), *A performer's guide to Renaissance music* (Bloomington, 2007), 343-373.

Miller, Clement, *Musica practica* (Stuttgart, 1993).

Miller, Mikaela, *Nicola Vicentino and the enharmonic diesis: an analytical and empirical study* (Montréal, 2011).

Moore, James H., 'The 'Vespero delli cinque laudate' and the role of 'salmi spezzati' at St. Mark's', *Journal of the American Musicological Society* 34:2 (1981), 249-278.

Moreno, Jairo, *Musical representations, subjects, and objects: the construction of musical thought in Zarlino, Descartes, Rameau, and Weber* (Bloomington, 2004).

Mountford, James F., 'The harmonics of Ptolemy and the Lacuna in II 14', *Transactions of the American Philological Association* 57 (1926), 71-95.

Moyer, Ann E., *Musica scientia: musical scholarship in the Italian Renaissance* (Ithaca, 1992).

Moyer, Ann E., 'The *quadrivium* and the decline of Boethian influence', in: Noel Harold Kaylor and Philip Edward Phillips (red.), *A companion to Boethius in the Middle Ages* (Leiden, 2012), 479-517.

Neuwirth, Erich, *Musical temperaments* (Wenen, 1997).

Newton, Robert, *The crimes of Claudius Ptolemy* (Baltimore, 1977).

Newton, Robert, 'The authenticity of Ptolemy's star data – II', *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* 24 (1983), 27-35.

Nolan, Catherine, 'Music theory and mathematics', in: Thomas Christensen (red.), *The Cambridge history of Western music theory* (Cambridge, 2002), 272-304.

Palisca, Claude V., *Letters on ancient and modern music to Vincenzo Galilei and Giovanni Bardi* (Stuttgart, 1977).

Palisca, Claude V., 'Introductory notes on the historiography of the Greek modes', *The Journal of Musicology* 3:3 (1984), 221-228.

- Palisca, Claude V., *Humanism in Italian Renaissance musical thought* (New Haven, 1985).
- Palisca, Claude V. (red.), *The Florentine Camerata: documentary studies and translations* (New Haven, 1989).
- Palisca, Claude V., *Studies in the history of Italian music and music theory* (Oxford, 1994).
- Palisca, Claude V., *Dialogue on ancient and modern music* (New Haven, 2003).
- Palisca, Claude V., *Music and ideas in the sixteenth and seventeenth centuries* (Urbana, 2006).
- Plantinga, Leon, 'Poetry and music: two episodes in a durable relationship', in: Nancy Baker en Barbara Hanning (red.), *Musical humanism and its legacy: essays in honor of Claude V. Palisca* (Stuyvesant, 1992), 321-354.
- Raffa, Massimo, 'Musica e matematica: la scienza armonica di Claudio Tolomeo', Umberto Eco (red.), *L'Antichità – Grecia* (Milaan, 2012), 1160-1163.
- Rasch, Rudolf, 'Tuning and temperament', in: Thomas Christensen (red.), *The Cambridge History of Western Music theory* (Cambridge, 2002), 193-222.
- Reaney, Gilbert, 'The musical theory of John Hothby', *Revue belge de Musicologie/Belgisch Tijdschrift voor Muziekwetenschap* 42 (1988), 119-133.
- Reese, Gustave, *Music in the Renaissance* (New York, 1954).
- Reiss, Timothy, 'Cartesian aesthetics', in: Glyn Norton (red.), *The Cambridge history of literary criticism volume III: the Renaissance* (Cambridge, 1999), 511-521.
- Rimple, Mark, 'The enduring legacy of Boethian harmony', in: Noel Harold Kaylor en Philip Edward Phillips (red.), *A companion to Boethius in the Middle Ages* (Leiden, 2012), 447-478.
- Ringer, Mark, *Opera's first master: the musical dramas of Claudio Monteverdi* (New Jersey, 2006).
- Schiltz, Katelijne, 'Church and chamber: the influence of acoustics on musical composition and performance', *Early Music* 31:1 (2003), 64-78.
- Solomon, Jon, 'Review on Martin West's Ancient Greek music', *The Classical World* 89:6 (1996), 493-494.
- Solomon, Jon, *Ptolemy's Harmonics: translation and commentary* (Leiden, 2000).
- Solomon, Jon, 'Review on Andrew Barker's Scientific method in Ptolemy's Harmonics', *The Classical World* 96:3 (2003), 329-330.
- Stevenson, Robert, 'Vicente Lusitano new light on his career', *Journal of the American Musicological Society* 15:1 (1962), 72-77.
- Tomlinson, Gary, *Monteverdi and the end of the Renaissance* (Berkeley, 1990).
- Tonietti, Tito M., *And yet it is heard: musical, multilingual and polycultural history of mathematics* (Basel, 2014).
- Tybjerg, Karin, 'Review on Andrew Barker's Scientific method in Ptolemy's Harmonics', *The British Journal for the History of Science* 35:3 (2002), 349- 350.
- West, Martin L., *Ancient Greek music* (Oxford, 1992).

Wild, Jonathan, 'Genus, species and mode in Vicentino's 31-tone compositional theory', *Society for Music Theory* 20:2 (2014), 1-19.

Willemze, Theo, *Algemene muziektheorie* (Zwolle, 1993).

Young, Irwin, 'Franchinus Gaffurius, Renaissance theorist and composer (1451-1522) (onuitgegeven dissertatie, Universiteit van Californië in Los Angeles, 1954).

Bijlage

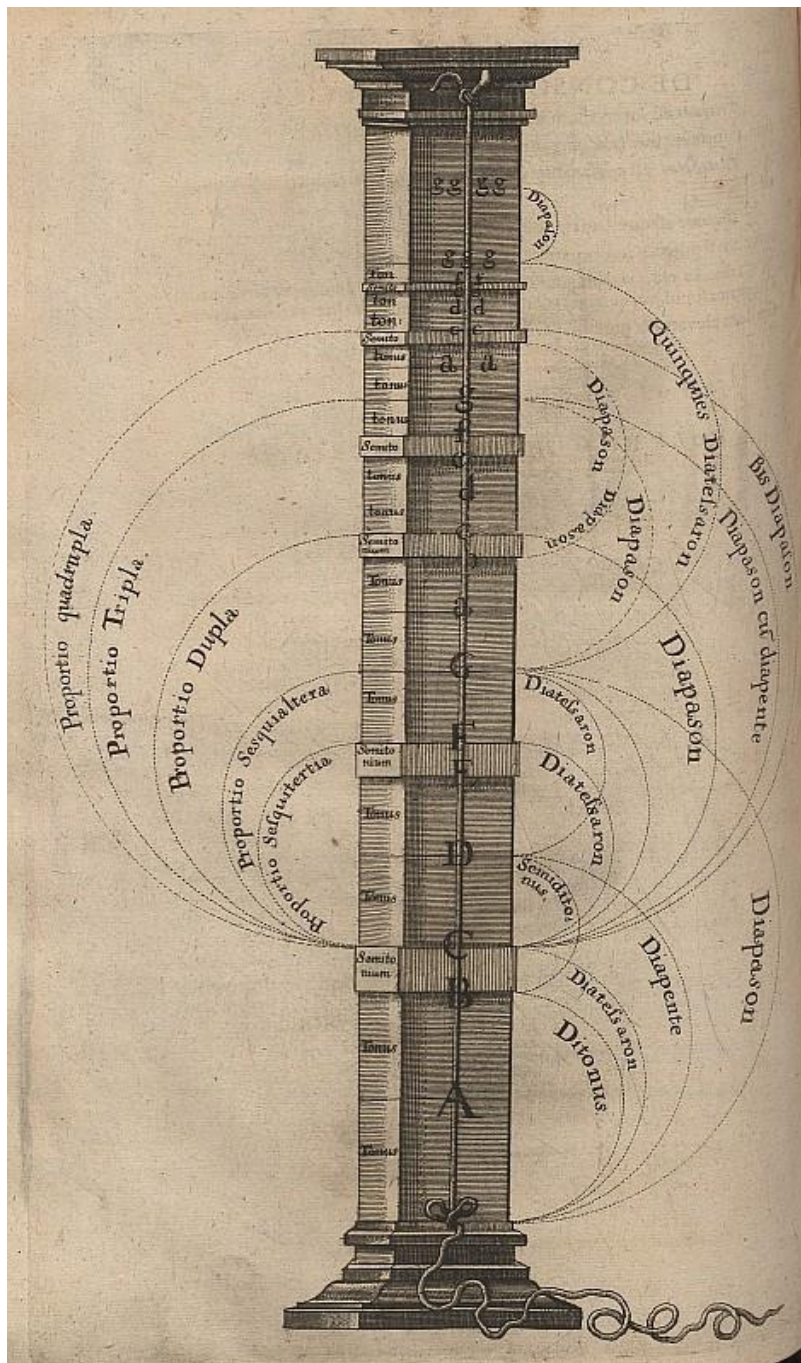
Bijlage 1 - De voornaamste primaire bronnen zijn hieronder weergegeven in chronologische volgorde naar datum van compositie of publicatie.²³⁰

4 ^e eeuw v.Chr.	Aristoxenos van Tarente. <i>Ἀρμονικῶν στοιχείων</i> (<i>Harmonische Elementen</i>).
1 ^e -2 ^e eeuw n.Chr.	Nicomachus van Gerasa. <i>Manuele Harmonices</i> .
2 ^e eeuw n.Chr.	Claudius Ptolemaeus. <i>Ἀρμονία</i> (<i>Harmonieën</i>).
3 ^e eeuw n.Chr.	Porphyrius van Tyrus. <i>Εἰς τὰ Ἀρμονικά Πτολεμαίου Ὑπομνῆμα</i> (<i>Commentaar op Ptolemaeus' Harmonieën</i>).
6 ^e eeuw n.Chr.	Boëthius. <i>De institutione arithmetica libri duo; De institutione musica libri quinque</i> .
c. 1430-1440	Henri Arnaut de Zwolle. <i>Verhandeling over klavierinstrumenten</i> .
c. 1460	Paulus Paulirinus de Praga. <i>Tractatus de musica</i> .
c. 1460	Johannes Gallicus de Namur. <i>De ritu canendi vetustissimo et nova</i> .
1482	Bartolomé Ramos de Pareja. <i>Musica practica</i> .
1492	Franchinus Gaffurius. <i>Theorica musicae</i> .
1496	Franchinus Gaffurius. <i>Practica musicae</i> .
1499	Nicolò Leonicensi. <i>Vertaling Ptolemaeus' Harmonieën</i> .
1518	Franchinus Gaffurius. <i>De harmonia musicorum instrumentorum opus</i> .
1521	Giovanni Spataro. <i>Errori di Franchino Gafurio da Lodi</i> .
1523	Pietro Aaron. <i>Toscanello in musica</i> .
1529	Lodovico Fogliano. <i>De musica theorica</i> .
1545	Giovanni Battista Augio. <i>Vertaling Ptolemaeus' Harmonieën</i> .
1547	Heinrich Glareanus. <i>Dodecachordon</i> .
1553	Vicente Lusitano. <i>Introdutione facilissima et novissima de canto fermo</i> .
c. 1555-1560	Ghiselin Danckerts. <i>Trattato sopra una differentia musicale sententiata</i> .
1555	Nicola Vicentino. <i>L'antica musica ridotta alla moderna prattica</i> .
1555	Adrian Willaert. <i>Salmi spezzati</i> .
1558	Gioseffo Zarlino. <i>Le Institutioni harmoniche</i> .
1568-1573	Girolamo Mei. <i>De modis musicis antiquorum</i> .
1571	Gioseffo Zarlino. <i>Dimostrationsi harmoniche</i> .
1581	Vincenzo Galilei. <i>Dialogo della musica antica et della moderna</i> .
1588	Gioseffo Zarlino. <i>Sopplimenti musicali</i> .
1602	Ercole Bottrigari. Gandolfo Sigonio <i>Il Melone e il Melone secondo</i> .

²³⁰ Voor een volledig overzicht van alle andere (iconografische) primaire bronnen, moderne edities en vertalingen zie Bibliografie; primaire bronnen,

1602	Gandolfo Sigonio. <i>Discorso intorno a' madrigali et a' libri dell' antica musica ridutta alla moderna practtica da D. Nicola Vicentino.</i>
1605	Claudio Monteverdi. <i>Il quinto libro de' madrigali a cinque voci.</i>
1666	Lemme Rossi. <i>Sistema musico overo musica speculativa.</i>
1828	Giuseppe Baini. <i>Memorie storico-critiche della vita e delle opere di Giovanni Pierluigi da Palestrina.</i>

Bijlage 2 - De weergave van een *monochord* waarmee Ptolemaeus de ratio's heeft weten te berekeningen in het traktaat *Harmonieën*. Een papieren afdruk van een koperen gravure door de Duitse drukker Kaspar Rötzel in Robert Fludd, 'De templo musicae', in: Robert Fludd, *Utriusque cosmi maioris scilicet et minoris metaphysica, physica atque technica historia* (Frankfurt, 1617).²³¹



²³¹ Voor verdere informatie over de ontwikkeling en het gebruik van het *monochord* zoals beschreven door Robert Fludd zie Peter J. Ammann, 'The musical theory and philosophy of Robert Fludd', *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes* 30 (1967), 198-227, alhier 200-201; Godwin, Joscelyn, 'Instruments in Robert Fludd's *Utriusque Cosmi... Historia*', *The Galpin Society Journal* 26 (1973), 2-14, alhier 12-13.

Bijlage 3 - De verschillende stemmingen van Ptolemaeus, afhankelijk van Tabellen uit James M. Barbour, *Tuning and temperament: a historical survey* (Mineola, 1951), 16-21.

Diatonische stemmingen

Ptolemaeus' diatonische genus over twee tetrachorden, *syntonon*

<i>Snaarlengte</i>	60.00	66.67	75.00	80.00	90.00	100.00	112.50	120.00
<i>Toon</i>	E	D	C	B	A	G	F	E
<i>Ratio</i>		10:9	9:8	16:15	9:8	10:9	9:8	16:15

Ptolemaeus' diatonische genus over twee tetrachorden, *malakon*

<i>Snaarlengte</i>	60.00	68.57	76.19	80.00	90.00	102.86	114.27	120.00
<i>Toon</i>	E	D	C	B	A	G	F	E
<i>Ratio</i>		8:7	10:9	21:20	9:8	8:7	10:9	21:20

Chromatische stemmingen

Ptolemaeus' chromatische genus over twee tetrachorden, *syntonon*

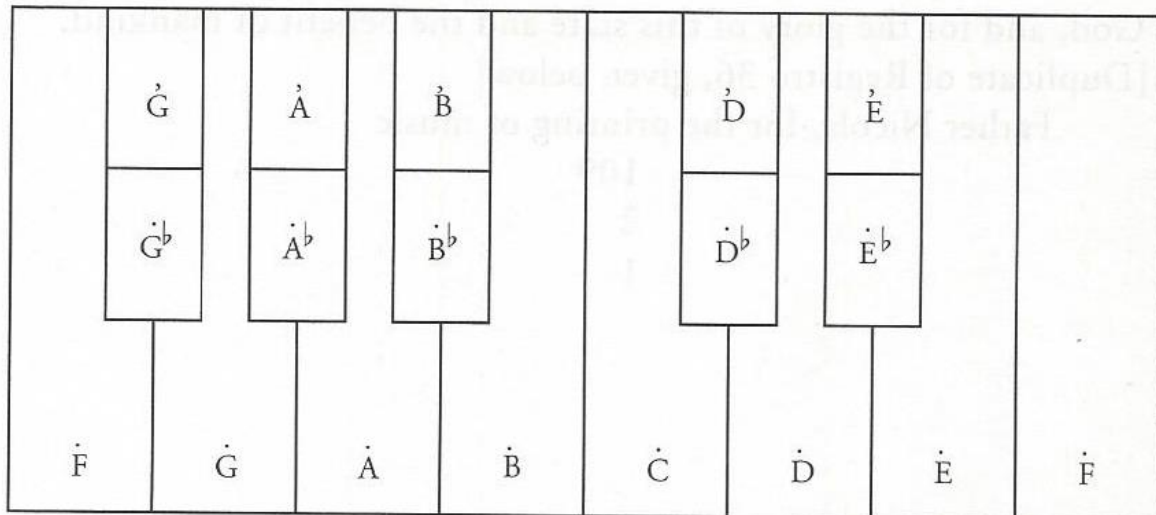
<i>Snaarlengte</i>	60.00	70.00	76.36	80.00	90.00	105.00	114.55	120.00
<i>Toon</i>	E	D $\flat$	C	B	A	G $\flat$	F	E
<i>Ratio</i>		7:6	12:11	22:21	9:8	7:6	12:11	22:21

Ptolemaeus' chromatische genus over twee tetrachorden, *malakon*

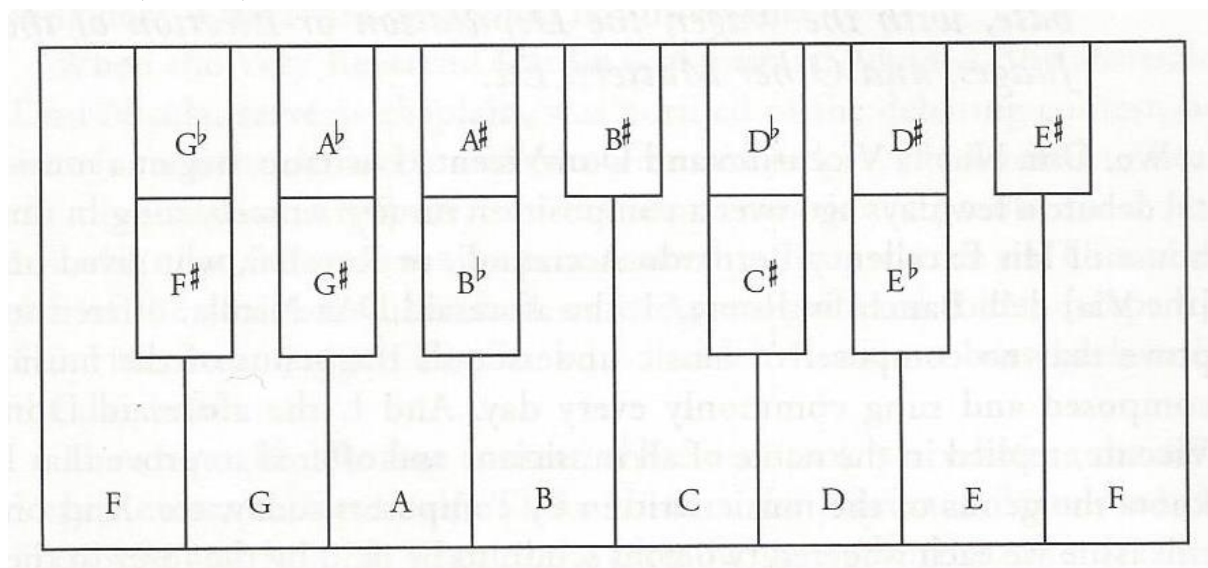
<i>Snaarlengte</i>	60.00	72.00	77.14	80.00	90.00	108.00	115.71	120.00
<i>Toon</i>	E	D $\flat$	C	B	A	G $\flat$	F	E
<i>Ratio</i>		6:5	15:14	28:27	9:8	6:5	15:14	28:27

Bijlage 4 - Een diagram van de 36 toetsen in één octaaf op de *archicembalo*. Twee manualen, ieder met drie rijen aan toetsen. Uit Maria Rika Maniates en Claude V. Palisca, (red.), *Ancient music adapted to modern practice* (New Haven, 1996), 446-447.

Het tweede (boven) manuaal



Het eerste (beneden) manuaal



Bijlage 5 - Uit Henry W. Kaufmann, 'More on the tuning of the 'archicembalo'', *Journal of the American Musicological Society* 23:1 (1970), 84-94, alhier 88. Origineel uit Lemme Rossi, *Sistema musico overo musica speculative* (1666), 83, 86.

	Lemme Rossi. <i>Sistema musico overo musica speculative</i> (1666).		Nicola Vicentino. <i>L'antica musica ridotta alla moderna prattica</i> (1555).	
Naam muzieknoet	Snaarlengte = Cents		Snaarlengte = Cents	
A	20736	1200	20736	1200
A $\flat$	21667	1124	21684	1122.6
G $\sharp$	22187	1083	22174	1083.9
G	23184	1007	23188	1006.5
G $\flat$	24225	930.7	24249	929
F $\sharp$	24806	890	24797	890.4
F	25920	813	25931	813
E $\sharp$	26542	773	26517	774.2
E	27734	697	27730	696.8
E $\flat$	28980	620.5	28999	619.3
D $\sharp$	29676	579	29655	580.6
D	31008	503	31011	503.2
D $\flat$	32400	427.3	32429	425.8
C $\sharp$	33178	386	33162	3871
C	34668	310	34679	309.7
B $\sharp$	35499	269.2	35463	270.9
B	37095	193	37084	193.6
B $\flat$	38760	117	38781	116.1
A $\sharp$	39690	76	39657	77.5
A	41472	0	41472	0