

Arthur von Oettingen ja tema orthotonophonium oma aja kontekstis

Karl Traugott Goldbach
(tõlkinud Anu Sõõro, toimetanud Mart Humal)

Juba enne teda oli ehitatud puhta häälestusega harmooniume. Tuntuimaks sai ehk inglase Bosanquet' konstrueeritud pill. Kui Oettingen leidis Londoni maailmanäituselt 1876. aastal ühe sellise instrumendi ja hakkas sellel mängima, tormas ehitaja ligi, kuulas, täis imestust, ja purskas välja sõnad: „Te olete kas kurat või Arthur Oettingen“, mispeale Oettingenil oli võimalus end esitleda.¹ (Engelhardt 1929: 512).

Kindlasti ei juhtunud see ühest Arthur von Oettingeni *orthotonophonium*'i (ortotonofooniumi) kohta käivast kirjeldusest pärit anekdootlik lugu just päris nii, nagu siin jutustatud: Tartu füüsikaprofessor oli küll juba oma monograafias „Harmoniesystem in dualer Entwicklung“ (1866) propageerinud puhast häälestust, ent enne Bosanquet' *Enharmonic Harmonium*'i polnud ta oletatavasti puhta häälestusega pille veel kohanud. Siiski annab see looke tunnistust ortotonofooniumi suurest mõjust Arthur von Oettingeni retseptatsioonile tema vahetus lähikonnas, kuigi ta suri aastal 1920, seega ainult neli aastat pärast nimetatud harmooniumi valmimist (1916). See on lühike aeg võrreldes aastatega, mis kuluvad tutvumisest Bosanquet' harmooniumiga 1876 kuni Oettingeni enda esimese pilli ehitamiseni 1916.

Ühtlasi viitab eeltoodud looke ka sellele, et peale Oettingeni ja Bosanquet' konstrueerisid puhta häälestusega harmooniume ka teised nende kaasaegsed. Nii on nende näitel võimalik demonstreerida, kuidas Oettingeni lähenemine muusikateooriale oli seotud oma aja üldiste vooludega. Selgitamiseks puhta häälestusega harmooniumi ehitamise ajendit, valgustan kõigepealt mõningaid erinevusi puhta ja võrdtempereeritud häälestuse vahel ning illustreerin seda katsetega, mille abil Arthur von Oettingen ja enne teda ta füüsikust kolleeg Max Planck uurisid süntoonilise komma mõju. Seejärel visandan puhta häälestusega harmooniumi ajaloo, jutustan,

kuidas Oettingen jõudis ortotonofooniumini, ja kirjeldan selle iseärasusi võrreldes varasemate instrumentidega. Artikli lõpetavad selgitused puhta häälestusega harmooniumi rakendamisest eksperimentaalteaduses ja antud teema edasise uuringu väljavaadetest.

Puhas häälestus ja „komma-probleemiga“ seotud katsed

Tänapäevane, vähemalt klahvpillidel valdavalt kasutatav võrdtempereeritud häälestus, mis jagab oktavi kaheteistkümneks võrdseks pooltooniks, on kompromiss. Kõik intervallid (välja arvatud oktav) on siin „puhta“ häälestusega võrreldes natuke „mustad“, sest tõeliselt puhast häälestust on klahvpillidel väga raske saavutada. See on selgelt näha juba ülemhelirea tavalises noodipildis, kus võrdtempereeritud häälestusest eriti tugevalt hälbivad osahelid on enamasti eriliselt tähistatud (vt. **näide 1**). Seitsmes ülemheli on umbes 31 senti,² üheteistkümnnes isegi umbes 49 senti (ehk umbes veerandtoon) madalam kui vastav tempereeritud heli. Tegelikult erinevad ka kõik teised osahelid peale oktavi mõne sendi võrra: viies osaheli, millest tuletatakse mažoorne tertsid, on umbes 14 senti madalam ja kolmas umbes 2 senti kõrgem kui tempereeritud häälestuses.

Keskajal häälestati klahvpille Pythagorase järgi ehk puhastes kvintides. Siit tulenebki niinimetatud Pythagorase komma. Kui võrdtempereeritud häälestuses pole vahet, kas kaks heli on teineteisest seitsme oktavi või kaheteistkümnne kvindi kaugusel, siis puhaste kvintide puhul summeeruvad need ligi 2 senti, mille võrra need on tempereeritud suuremad, kaheteistkümnne kvindi peale ligi 24 sendiks (täpsemalt 23,5), mistõttu lõppheli pole enam puhas oktav. Sel põhjusel häälestatakse Pythagorase süsteemis ainult üksteist kvinti puhtalt (702 senti), kaheteistkümnnes (umbes 679-sendiline kvint ehk hundikvint) on muusikaliselt kasutuskõlbmatu. Kui 16. sajandil sai valdavaks kolmkõlaharmonia, tekitas probleemi ka see, et suured tertsid olid puhta häälestusega võrreldes liiga suured.³ Võrdtempereeritud häälestuses noodist c nelja kvindisammu kaugusel olev e^2 näib olevat identne samast helist ehitatud ülemhelirea viienda osaheliga; seega näib tertsid c^2-e^2 oma tuletusviisist sõltumatult alati sama suurena (vt. **näide 2**). Tegelikult on

¹ Viidatud artikli aluseks on Arved von Oettingeni kirjutis „Sechs Brüder von Oettingen. Ihr Leben und Wirken für die Livländische Heimat“, mille masinakirjas käsikiri on Marburgi Herderi Instituudi dokumendikogus (Dokumentensammlung des Herder-Instituts Marburg (DSHI) Sign. 190 Livland 33 [Familienarchiv v. Oettingen], Nr. 3). Kõnealune lugu aga on pärit masinakirjateksti visanditest (DSHI 190 Livland 33, Nr. 12, 1 Arthur und Nachkommen, Blatt 49).

² Alexander J. Ellis ettepanekul kehtib muusikalises akustikas helikõrguste mõõduühikuna sent – sajandik pooltoonist; oktav jagatakse 1200 sendiks. Kuna käesoleva artikli aines on esmajoones ajalooline ja mitte akustika-alane, kasutan intervallide väga ümardatud suurusi.

³ Samas on enamik väikesi tertse (316 senti) Pythagorase häälestuses 294 senti ehk liiga väikesed, kuid nootidelt c, f ja b ehitatud 318-sendised väikesed tertsid on peaaegu puhtad.

ülemhelireast tuletatud suur tertsi 386 senti, Pythagorase suur tertsi aga saadakse nelja puhta kvindi abil ($4 \times 702 = 2808$), millest tuleb kaks oktaavit (2400) lahutada, ja nii saame 408 senti. Erinevus nende suurte tertside vahel on umbes 22 senti (täpsemalt 21,5 senti) ja see ongi süntooniline komma.

Selle probleemi lahendasid muusikud alates 16. sajandist nii, et häälestasid niinimetatud kesktoonhäälestustes osa suuri tertse puhtaks ehk 386 senti (enamasti järgmised neli topelt-tertsi: $b-d-fis$, $f-a-cis$, $c-e-gis$ ja $es-g-h$). Enamik kvinte oma 697 sendiga hälbib siin puhtast häälestusest umbes sama palju kui võrdtempereeritud häälestuses, kuid „hundikvint” $gis-es$ on 738 senti ja muusikaliselt kasutuskõlbmatu. Peale selle tekib niisuguses häälestuses neli suurt tertsi, mis on 427 senti ehk tunduvalt suuremad kui Pythagorase suured tertsid (Vogel 1975: 226–231; Hall 1997: 422jj.).

Need ligi 36 senti, mille võrra „hundikvint” hälbib puhtast, püüti 18. sajandi „hästitempereeritud” häälestustes jagada mitme intervalli vahel. Nii häälestas Bachi õpilane Johann Philipp Kirnberger noodist cis üles seitse kvinti kuni noodini d . Ülejäänud helide saamiseks tuletas ta noodist f puhta tertsi a , millele järgnesid jälle kolm puha kvinti kuni noodini fis . Sel viisil sai ta lisaks kümnele puhtale kvindile veel puhtad suured tertsid nootidele f , c , g ja d . Mõistagi leidub veel siingi „hundikvint” $d-a$, mis hälbib puhtast süntoonilise komma võrra; seevastu teise ebapuhta kvindi $fis-cis$ hälve on ainult üks „skisma”, erinevus Pythagorase ja süntoonilise komma vahel (Vogel 1975: 231–235).

Kirnbergerile viitamata lähtus Arthur von Oettingen samast eeldusest, et mažooris häälestatakse kolm põhiakordi – toonika, subdominant ja dominant – puhaste kvintide ja puhaste suurte tertsidega. Seega ehitas ta C-duur-helirea noodist c puhaste kvintidega g ja f , lisades neile kolmele helile puhtad suured tertsid e , h ja a (need kvinthäälestusest süntoonilise komma võrra madalamalt häälestatud helid märgistas Oettingen ülakriipsude, nn. *Komma-strich*’ide abil) ning noodile g kvindi d . Seega saab lisaks C-, F- ja G-duur-kolmkõladele puhtalt intoneerida ka paralleelsete a - ja e -moll akorde, kuid nagu Kirnbergeri häälestuses, sisaldab d -moll kolmkõla „hundikvinti” (vt. näide 3).

Nagu Oettingen ise on kirjutanud, kritiseeris seda lahendust juba mainitud füüsikust kolleeg Bosanquet Oxfordist: „I would rather stick to equal temperament, than face such sounds as these” (Oettingen 1913: 144). Miks jäi Oettingen

siiski kindlaks sellele dissonantsele intervalli $d-a$ häälestusele, mida ta nimetas „kõrvalkvindiks” (*Nebenquinte*), selgub näitest 4. Kolmanda akordi kvarti a^1-d^2 ei tahtnud Oettingen puhtalt intoneerida juba seetõttu, et see on pidekaartega seotud eelmises ja järgmises akordis olevate nootidega (vastavalt a^1 ja d^2 ; näide 4a). Vastasel juhul muudaks süntoonilise komma võrra madalamalt häälestatud d^2 ülejäänud akordid komma võrra madalamaks (näide 4b).

4. jaanuaril 1913 tegi Oettingen tollase Leipzigi Tooma kiriku kantori Gustav Schrecki „kooi parimatest lauljatest” koostatud topeltkvartetiga katse selgitamaks, millise variandi valivad saateta lauljad (Oettingen 1913: 143). Kui teine variant oleks õige, oleksid lauljad pidanud järgnevuse viiekordsel kordamisel lõpetama viiekordse komma võrra (st. umbes pool tooni) madalamalt. Kuid Oettingeni rahulduseks ei toimunud „mitte kõige vähematki häälestuse muutust” (Oettingen 1913: 144). Samale tulemusele jõudis ta ka kolme näitega Bachi (Oettingen 1913: 182jj.), Mendelssohni (Oettingen 1913: 149–153) ja Beethoveni (Oettingen 1913: 144jj.) teostest ning omaenda selleks otstarbeks komponeeritud motetiga (Oettingen 1913: 208–211). 4. aprillil järgnes veel üks katse kahe järgnevusega, kus Oettingen oli teadlikult moduleerinud komma võrra üles- ja allapoole, ilma et ka sel korral oleks toimunud häälestuse olulist tõusmist või vajumist (Oettingen 1913: 211jj.). Peale selle kordas Oettingen Leipzigi meeskoorist valitud väikese kooriga 13. veebruaril 1913 katsed näitega Beethoveni teosest (Oettingen 1913: 145).

Samasuguseid katseid oli teinud äsja Berliini teoreetilise füüsika õppejõuks kutsutud Max Planck juba kaks aastakümnet varem. Kuna instituut oli just muretsenud Eitzi meetodil häälestatud puhta häälestusega harmooniumi (millest tuleb juttu allpool), sai noor professor ülesandeks uurida selle pilli peal loomulikku häälestust (Planck 1948: 16).⁴ Kõigepealt treenis Planck harmooniumil puhaste intervallide kuulmist, eristamaks kahtluseta puhast ja tempereeritud häälestust (Planck 1894: 421, 430). Arvukalt koorikontserte külastades tegi ta seejärel oma üllatuseks kindlaks, et enamik koore intoneerib tempereeritult (Planck 1894: 431). Ainult ühel juhul tunnistas Planck puhta häälestuse mõju koorile: Berliini Muusikakõrgkooli (Berliner Musikhochschule) *a cappella* koor vajus ühes Heinrich Schützi teoses igas proovis märkimisväärselt, kuigi üksikud akordid olid puhtalt intoneeritud. Planck nägi selle vajumise põhjusena üht h -nooti, mis G-duur-akordi tertsina ja järgneva E-duur-akordi kvindina „surub” E-duur-akordi komma võrra allapoole (Planck 1894: 434–435).

⁴ Ilmselt on tsiteeritud uuringu puhul tegu Max Plancki ainukese publikatsiooniga, milles ta kirjutab omaenda katsetest: „Planck nagu Clausiuski on puhas teoreetik, eksperimentidega ta ei tegelnud.” (Warburg 1918: 202).



Näide 1. Ülemhelirida.

Näide 2. Puhta ja Pythagorase suure tertsi tuletamine.

Näide 3. C-duur-helirea ehitamine Arthur von Oettingeni järgi ja selles võimalikud akordid.

Näide 4. Oettingeni katse süntoonilise kommaga.

Et kontrollida, milline mõju on puhtal häälestusel kooriintonatsioonile, visandas Planck ühe mažoor-kolmkõladest koosneva neljahäälse järgnevuse (vt. **näide 5**):

	
Algus ja lõpp on C-duuris, ilma et vahepeal toimuks mingit enharmoonilist teisendust. Tempereeritud häälestusega harjunud muusikul pole niisiis põhjust kalduda ühele või teisele poole. Sellegipoolest on akordijärgnevused valitud nii, et kui hoida väljapeetud helisid õigel kõrgusel ja laulda kolmkõlasid läbinisti loomulikus häälestuses, on lõppakord viie süntoonilise komma (niisiis rohkem kui tempereeritud pooltooni) võrra madalam kui algusakord. ⁵ (Planck 1894: 435–436).	

Katsetel „tuttavate daamide ja härradega” vajusid lauljad neis taktides tõepoolest alati pool tooni. Vastupidiselt konstrueeritud näide ei põhjustanud aga ei intonatsiooni tõusu (nagu võis oletada) ega selle langemist, see jäi stabiilseks. Seda asjaolu seletas Planck lauljate harjumusega intonatsioonis pigem vajuda kui tõusta (Planck 1894: 436–437). Füüsik jõudis järeldusele, et kaasaegne vokaalstiil kasutab küll peaaegu alati tempereeritud häälestust, ent mõningatel spetsiifilistel juhtudel saab tõestada puhta häälestuse olemasolu (Planck 1894: 439–440). Oma üle poole sajandi hiljem kirjutatud autobiograafias jõudis Planck puhta häälestuse suhtes veelgi negatiivsemale otsusele, väites oma uuringute tulemusena, et „meie kõrv eelistab kõigil juhtudel tempereeritud häälestust loomulikule” (Planck 1948: 17). Põhjust, miks Planck puhtast häälestusest niivõrd distantseerus, selgitas hästi tema ametijärglane Max von Laue: „Muidugi oli Planck oma kuulmise tookord nii peeneks treeninud, et nagu ta mulle kord rääkis, ei valmistanud ükski kontsert talle enam täit naudingut. Hiljem kaotas ta oma rõõmuks selle ülitundlikkuse.” (Laue 1958: 223). Veelgi eitavama hinnangu puhta häälestuse kohta andis Planck füüsik Gustav Schulzele:

	
Kuna ma teadsin, et Planck oli mänginud Helmholtzi ja Eitzi harmooniumil muusikat loomulikus häälestuses ja uurinud viimase tähendust muusikapraktikale, palusin temalt aastakümnete	

^[1] „Sie beginnen mit c–Dur und endigen in c–Dur, ohne daß dazwischen irgendeine enharmonische Vertauschung vorgenommen wird. Der an die temperierte Stimmung gewöhnte Musiker wird also keinen Grund zu einer Abweichung nach der einen oder der anderen Seite finden. Dennoch sind die Akkordfolgen so eingerichtet, daß, wenn die Haltetöne auf ihrer Höhe ausgehalten und die Dreiklänge durchweg in natürlicher Stimmung genommen werden, das Schluß–c um 5 syntonische Komma, also über einen temperierten Halbton, tiefer ist als das Anfangs–c.”

eest selle küsimuse kohta arvamust. Ta võttis selle kokku nii: „Olen veendunud, et Helmholtz ei olnud kunagi kuulnud muusikat puhtas häälestuses, välja arvatud oma harmooniumil. Puhas häälestus, nii huvitav kui see ka ei ole, jääb ainult teooriaks. Praktilise muusikaga pole sel mingit tegemist.”⁶ (Schulze 1974: 19).

Varased puhta häälestusega harmooniumid

Käesolevas artiklis on seni mainitud nelja puhta häälestusega harmooniumi: alguses Bosanquet’ ja Oettingeni pille, Planckiga seoses ka Helmholtzi ja Eitzi omi. Kõigil neil on oktavis rohkem kui 12 heli. Sellega jätkasid nad samasuguste klahv-pillide pikaajalist traditsiooni. Juba 1480. aastal olevat Lucca Püha Martini kiriku oreilil olnud eraldi klahvid helipaaridele *dis/es* ja *gis/as*, vältimaks „hundikvinti”. Sarnaseid oreliklaviatuure ehitati Inglismaal Bernard Smithi algatusel 17. kuni 19. sajandini (Vogel 1975: 231). Edasi saab üsna lihtsalt ehitada klaviatuure, millel on kõik mustad klahvid poolitatud ja valgete vahele lisatud veel üks klahv, nii et oktav sisaldab 19 heli. Oktavi jagamisel 19 võrdseks osaks tekkiv suur terts on 379 senti (erinevus puhtast seega ainult 7 senti, samas 12-astmelise oktavi puhul on see 14 senti); kvint 695 senti erineb seevastu puhtast 7 sendi võrra. Seega leppisid 19-astmelise oktaviga „hästitempereeritud” pillide konstrueerijad sageli mõnede intervallide puhtuse nimel teadlikult sellega, et mõned teised on „häälest ära”.

Käesoleva artikli maht ei võimalda peatuda puhta häälestusega tšembalotel ja klaveritel, ka puhta häälestusega orelitest tuleb juttu ainult möödaminnes.⁷ Esimene mulle teadaolev puhta häälestusega harmoonium rajanes rootsi füüsiku Peter Samuel Munck af Rosenschöldi 1847. aastal avaldamiseks vastu võetud teoses „Försök att grundläggga et nytt tonsystem” leiduval 19-astmelise häälestuse ideel (Munck af Rosenschöld 1849: 1–21). See kümne valge ja üheksa musta klahviga pill erineb siiski juba väljanägemiselt neist 19-helilise oktaviga pillidest, mille puhul klaviatuur on selgelt tuletatud 12-helilise oktaviga pillidest.⁸

^[2] „Da ich von Planck wußte, daß er auf dem Helmholtzschen und dem Eitzschen Harmonium Musik in der natürlichen Stimmung gespielt und deren Bedeutung für die Musikpraxis studiert hat, bat ich ihn vor Jahrzehnten um Mitteilung seiner Ansicht zu dieser Frage. Er faßte sie so zusammen: „Ich bin überzeugt, daß Helmholtz niemals Musik in natürlicher Stimmung gehört hat, außer auf seinem Harmonium. Die natürliche Stimmung, so interessant sie ist, bleibt stets Theorie. Mit der praktischen Musik hat sie nichts zu tun.””

^[3] Näiteid puhta häälestusega klahvpillide kohta vt. Vogel 1975: 302–316; Kirmbauer, Drescher 2002.

^[4] Vt. foto Stockholmi Muusikamuseumis säilinud pillist:

Puhtale häälestusele saab lähemale võrdtempereeritud häälestus, mis jagab oktavi 31 heliks: suur terts 387 senti ja naturaalseptim 968 senti on siin samahästi kui puhtad. Seevastu kvint 697 senti on natuke liiga väike.⁹ Selles mõttes annab veel parema tulemuse häälestus, kus oktavis on 53 heli, seega on kvint ligi 702 ja suur terts veidi enam kui 384 senti, naturaalseptimit 974 senti aga ei saa hästi intoneerida.

Häälestused, mille oktavis on 19, 31 või 53 enam-vähem võrdtempereeritud heli, andsid sageli tõuke uute klaviatuuride ehitamiseks. Teine võimalus on lisada Pythagorase häälestuses igale kaheteistkümnele helile süntoonilise komma võrra madalam heli. Seda saab teha kaht klavia-tuuri kombineerides või iga üksikut heli ümber-häälestava mehhanismi abil. Viimast võimalust kasutas Robert Snell 1851. aastal Londonis maailmanäitusel esitletud pillis *Bichromatic seraphine*, mille iga klahvi sai pedaali abil ümber häälestada.¹⁰

Helmholtzi puhta häälestusega harmoonium

Praegu ei saa kindlaks teha, kas Helmholtz teadis Muncki ja Snelli pillidest või mitte. Teoses „Lehre von den Tonempfindungen” (1863) kokkuvõetud akustiliste uuringute jaoks laskis ta Schiedmayeri firmal Stuttgartis häälestada kahemanuaalisel harmooniumil „ühe alumise manuaali ja ühe ülemise keelteregistri nii [...], et mõlema manuaali helisid kasutades saaks mängida puhtaid mažoorakorde *Fes*-duurist kuni *Fis*-duurini” (Helmholtz 1913: 511–512; vt. ka Fricke 2002: 110).

Siiski kasutas ka Helmholtz oma kvintide jaoks temperatsiooni, sest erinevus *h*-de vahel sõltuvalt sellest, kas see on ülemine kvint e-st või suur terts *g*-st, võrdub süntoonilise kommaga ning erinevus *h* ja *ces* vahel kvindingingis Pythagorase kommaga. Selle väikese, umbes 2 sendi suuruse erinevuse (ehk skisma) tõttu võrdsustas ta enharmooniliselt helid *h* (kui *g* ülemise tertsi) ja *ces*, tempereerides seega skisma ehk jaotades selle võrdselt laskuva kvindingi helide (*g–c–f–b–es–as–des–ges–ces*) vahel, mistõttu kvindid

^[5] <http://stockholm.music.museum/samlingar/detalj.php?l=sv&iid=96&v=2005-01-12%2022:31:39&str=harmonium> (18.01.09).

^[6] Nii kvint kui ka suur terts vastavad seega peaaegu keskoohnäälestusele.

^[7] Serafiin (Seraphine) oli harmooniumi varane kuju (vt. The London Journal of Arts, Sciences, and Manufactures, and Repertory of Patent Inventions 39 (1852), S. 390–391 [<http://books.google.de/books?id=iVcEAAAQAAJ&printsec=frontcover&dq=%22Newton%27s+London+Journal+of+Arts+and+Sciences#PPA390,M1>].

vähenesid umbes ¼ sendi võrra (Helmholtz 1913: 511).

Otto Tiersch, kes ühena esimestest lõi Helmholtzile toetuva loodusteaduslikel printsii-pidel põhineva muusikateooria, kirjutas 1868. aastal:

	
Härra professor Helmholtz teatas mulle sõbralikult kirja teel, et oreliehitaja härra Appuni juures Hanaus olevat mööduka hinna eest saada seesuguseid pille koos täieliku varustusega, mugava klaviatuuri ja väga täpse häälestusega. ¹¹ (Tiersch 1868: 35).	

Kuna aga Tiersch ei saanud endale puhta häälestusega harmooniumi lubada, pidi ta kõige-pealt oma klaveri ümber häälestama.¹² Ka Hugo Riemann, soovides 1875. aastal korrata Helmholtzi katseid, pidi oma harmooniumi selliselt ümber häälestama, et ta sai kasutada noodi C kolmteist esimest osaheli (Riemann 1875: 205; Goldbach i. Verb.). Samuti oleks Berliini vanemõpetaja Ernst Boehm lasknud veel aastaid hiljem näitlikustamise eesmärgil meelsasti puhtalt häälestada oma kooliharmooniumi ülemise oktavi C-duur helirea nii, et es oleks olnud puhas väike terts ja *b* naturaalseptim (Boehm 1895: 10).

Ilmselt leidus teisigi, kes ei saanud endale puhta häälestusega harmooniumi lubada, sest eelmainitud Georg Appunn kaebas veel 1878. aastal Oettingenile, et ta

	
kavatses juba 10–12 aasta eest ehitada sellise harmooniumi, aga kuni tänase päevani ei ole Saksamaal ostetud väikest puhta häälestusega harmooniumi, rääkimata suuremast. Kahju! kahju! ¹³	

Erfurti füüsik ja õpetaja Gustav Schubring avaldas küll Tierschiga samal ajal mitmeid kirjutisi Georg Appunni puhta häälestusega harmooniumidest, toetudes sealjuures aga võib-olla üksnes pilli-ehitaja jutustusele (Schubring 1868a: 124–132; 1868b: 455–469; 1872).¹⁴ Kahe manuaaliga

^[8] „Herr Professor Helmholtz teilte mir freundlichst brieflich mit, dass bei dem Orgelbauer Herrn Appun in Hanau dergleichen Instrumente in vollständiger Ausführung, mit bequemer Tastatur und mit sehr genauer Stimmung, für einen mäßigen Preis zu haben seien.”

^[9] Otto Tierschi kiri Hermann von Helmholtzile 09.03.1867 (Hörz 1997: 427–428).

^[10] „schon vor 10 bis 12 Jahren die Absicht hatte ein solches Harmonium zu bauen, es werden aber bis auf den heutigen Tag weder ein kleines noch viel weniger ein größeres reines Harmonium in Deutschland gekauft. Leider! leider!”; Tartu Ülikooli Raamatukogu (TÜR) f. 55, n. 7, s. 38 (Appunn, Georg, 4 kirja A. v. Oettingenile. Hanau), l. 1 (Hanau, 18.12.1878).

^[11] Vrd. (Schubring 1868b: 451–455) Helmholtzi harmooniumiga; vt. ka Georg Appunni kiri Arthur von Oettingenile, Hanau, 12.09.1879 (TÜR f. 55, n. 7, s. 38, l. 2).

puhastes kvintides häälestatud pillil oli iga klahvi jaoks nupp, millega sai vastava heli Pythagorase komma võrra madalamaks häälestada.¹⁵ Lisaks sellele oli teine manuaal samuti Pythagorase komma võrra madalamalt häälestatud kui esimene, nii et madalamalt häälestatud esimene manuaal vastas teise manuaali põhihäälestusele. Seega oli oktavis 36 erinevat heli, kusjuures suuri tertse sai intoneerida peaaegu puhtalt – nende erinevus puhastest oli üks skisma. Igatahes eksisteeris Appunni töökojast pärit puhta häälestusega harmooniumi prototüüp juba 1871. aastal, nagu selgub Frankfurti kõrvaarsti Oskar Wolfi kirjutisest, kes olevat siis teinud koos pilliehitajaga konsonantside kõlakatseid ka puhta häälestusega harmooniumil (Wolf 1871: 15).

Akustilistest uuringutest huvitatutele, kes ei saanud endale lubada rohkem kui 12-helilise oktaviga harmooniumi, tegi Georg Appunn 1867. aastal „väikese, keelviledega harmooniumi meenutava [...] ülemheliaparaadi, mis sisaldas „peale põhiheli, kontraoktavi C (32 võnget [...] sekundis), selle esimesed 64 osaheli” (Appunn 1868: 78–79). Helmholtz märkis selle aparaadi kohta: „Kui pole käepärast terviklikku loomuliku häälestusega pilli, siis on need ülemheliaparaadid akordide uurimiseks igatahes äärmiselt kasulikud.”¹⁶ Aparaat õigustas end nii hästi, et samuti akustikat uuriv psühholoog Carl Stumpf soovis veel 1894. aastal hankida Appunni pojalt Antonilt kaks sellesarnast seadet. 23 keelvillega „kolmkõlaaparaat” võimaldas demonstreerida puhtaid kolmkõlasid, tuiklemisi, kombinatsioon- ja osahelisi ning osalt ka puhtaid intervale. Viimast otstarvet täitis paremini 27 keelega „intervalliparaat”, mis võimaldas lisaks võrrelda ka puhast, Pythagorase ja temperereitud tertsi (Stumpf 1894).

Järgmisena proovisid Helmholtzi harmooniumi levitada tema tõlkijad Georges Guéroult ja Alexander J. Ellis. Esimene tellis 1872. aastal Debaini firmalt Helmholtzi instrumendi koopia, loobus aga Helmholtzi kirjeldatud häälestusest ja häälestas kvindid puhtalt (Guéroult 1872). Seevastu teine võttis oma *Mesotonic Harmonium*’i aluseks kesктоonhäälestuse, kusjuures musti klahve sai kangi abil ümber

¹⁵ Fricke rõhutab eriti, et Appunn häälestas Pythagorase ja mitte süntoonilise komмага (Fricke 2002: 112–113); vt. ka allpool toodud Arthur von Oettingeni tsaati tööst (Oettingen 1917).

¹⁶ See kataloog on Braunschweigi ülikooli raamatukogus (Universitätsbibliothek Braunschweig) trükise „Bericht der Wetterauschen Gesellschaft” eksemplarile (Sign. Ha–678 [1855/67]) külgekleebitud pabertaskus.

häälestada dieesidest bemollideks. Seetõttu sai intoneerida puhtalt häälestatud tertsidega mažoor- ja minoorkolmkõlasid kõigis helistikes võtmemärkidega 7 dieesist kuni 7 bemollini, kuigi kvindid olid liiga väikesed (Ellis 1874: 41). Selle instrumendi puuduseks pidas Bosanquet aga asjaolu, et kangi abil ümberhäälestamine oli ebapraktiline (Bosanquet 1874: 118). Mõni aasta hiljem kirjeldas Ellis oma *Harmonical*’i näol veel üht, seekord firma Moore & Moore tehtud tavapärase klaviatuuriga puhta häälestusega harmooniumi. Noodist c lähtuvalt häälestas ta puhtalt *f*, *g* ja *d*, samuti tertsi *e* ja sai sealt edasi puhaste kvintidena *h*, *a* ja *d*, kusjuures viimase heli paigutas ta ebavajaliku *cis/des* jaoks mõeldud klahvile. Noodilt c allapoole häälestas ta puhta tertsi *as* ja sai sealt edasi puhaste kvintidena *es* ja *b*. Lisaks häälestas ta c naturaalseptimi *b*, mille ta paigutas ebavajalikele *fis*-klahvile. Niiviisi sai ta puhtalt häälestada kolmkõlad *C*, *c*, *F*, *f*, *G*, *g*, *a*, *e* ja *d*, samuti naturaalseptimi ja suure nooniga mažoorakordi noodist *C*.¹⁷

Puhta häälestusega pillid Teaduslike Instrumentide Laenuäitusel 1876. aastal
Teaduslike Instrumentide Laenuäitusel (*Loan Exhibition of Scientific Instruments*) South Kensingtoni muuseumis Londonis 1876. aastal võis näha juba rohkesti puhta häälestusega instrumente (Rasch 1987: 26; Bosanquet 1987 (1876): 20–23; Biedermann 1877: 191).¹⁸ Varasemat arengustaadiumi esindas T. Perronet Thompsoni orel, mille Thompson tellis 1834. aastal Londoni firmalt J. Robson & Son. Sellel pillil oktavis olevad 38 heli moodustasid osa neist 53 helist, mida

¹⁷ Ellise märkused tema tõlgitud Helmholtzi töös (*Helmholtz 1885: 17, 466jj.*). *Naturaalseptim f noodile g (naturaalseptimi b asemel noodile c) oleks võimaldanud tal C–duuri dominantseptakordi puhtalt häälestada.*

¹⁸ Paroodia sellele kataloogile võib leida ajakirjast *Punch*, kus viide sireenidele (instrumendile, mida hakkas akustilistes uuringutes kasutama August Seebeck) sai vastuseks üleskutse korraldada kontsert, milles osaleksid mitmed Laenuäitusel eksponeeritud akustilised pillid, sealhulgas Enharmonic Harmonium: „‘Siren,’ and ‘Double Siren’ (see Homer’s Odyssey). *Sure to draw enormous crowds. Except, perhaps, a Mermaid, the originators of the exhibition could not have sought and obtained a greater attraction. (They are perfectly harmless.) With the ample material at their disposal, the Committee might arrange a most telling concert. The Sirens, of course, would be the principal vocalists, the prime donne (soprano and contralto), with the accompaniment in certain pieces of the ‘Tube for Singing Flames.’ The instrumental part of the performance would be a safe success with the ‘Fog Horns,’ ‘Patent Double Trumpet,’ ‘Marimba or Balafo,’ ‘Enharmonic Harmonium,’ and ‘Revolving Drum.’*” („*The Science Show, South Kensington*”. – *Punch*, 10. juuni 1876, lk. 234 ja 237).

hiljem kasutasid Bosanquet, Tanaka ja ka Oettingen (Rasch 1987: 54). Lisaks sellele eksponeeris oma pilli ka Guéroult ([Stone] 1879: 167),¹⁹ seevastu Glasgow’ Andersoni kolledži muusikalektori Colin Browni *Voice Harmonium* polnud Laenuäituse ajaks veel valmis ning selle oktav sisaldas kavatsetud 32 asemel kõigest 29 heli. Brown demonstreeris pilli näituse kõrvalprogrammis ([Stone] 1879: 167, 172jj., 178–181).²⁰

Enim tähelepanu äratas Oxfordi füüsika-professori Robert Bosanquet’ aastatel 1872/73 ehitatud „üldistatud manuaaliga” (*generalized manual*) harmoonium, millel oli oktavis 53 heli (Bosanquet 1987 (1876): 51; Fricke 2002: 111–112). Kuigi Bosanquet tundis Helmholtzi teost „*Lehre von den Tonempfindungen*”, näib ta olevat oma pilli konstrueerinud sõltumatult saksa füüsikust. Igatahes nimetas ta oma monograafias „*An Elementary Treatise on Musical Intervals and Temperament*” oma harmooniumi eelkäijana eelmainitud Thompsoni enharmoonilise oreli kõrval eelkõige ameeriklase H. W. Poole’i 1868. aastal avaldatud puhta häälestusega pillidele mõeldud klaviatuuri projekti (Bosanquet 1987 (1876): 45–49). Selle projekti realiseeris võib-olla juba 1868, hiljemalt aga 1877. aastal harmooniumil orleehitaja Joseph Alley, kellega Poole oli 1842. aastast alates kavandanud ja ehitanud juba mitu puhta häälestusega oreli (Owen 1979: 131–132, üldisemalt 118–133). Lisaks sellele mainis Bosanquet möödaminnes ka Ellise harmooniumi (Bosanquet 1987 (1876): 37) ja andis mõningaid selgitusi Browni alles pärast tema enda instrumenti ehitatud *Voice Harmonium*’i kohta (Bosanquet 1987 (1876): 46, 48–50).

Võrreldes varasemate puhta häälestusega pillidega seisnes Poole’i, Bosanquet’ ja Browni klaviatuuride eripära selles, et nad mitte lihtsalt ei laiendanud tavapäraseid manuaale, vaid konstrueerisid kitsamad pulgad, mida sai otse üksteise alla paigutada.

Bosanquet’ harmooniume hakkas alates

¹⁹ Erinevalt enamikust teistest selle kogumiku artiklitest puudub siin autori nimi; ühe osa ettekandest pidas aga Colin Brown, kes viitab *dr Stone*’ile kui oma eelkõnelejale (lk. 172jj., eriti lk. 172). *Dr. Stone eksponeeris Laenuäitusel „harmoonikumi”, mis oli varustatud melhiorist keeltega, selleks et temperatuuri kõikumistest tingitud laine pikkuse muutus kõla võimalikult vähe mõjutaks*” (Biedermann 1877: 192; vt. ka Guéroult 1872). Oma monograafias (Stone [1906?]: 53) mainib William Henry Stone samu Helmholtzi, Guéroult’, Perronet Thompsoni, Ellise, Poole’i, Bosanquet’ ja Browni puhta häälestusega pille, millest oli juttu eelmainitud ettekandes.

²⁰ Vt. ka Alexander Ellise kommentaare (*Helmholtz 1885: 470jj.*); Browni monograafia „*Music in Common Things*” (London 1876), kus leiduvat instrumendi veelgi detailsem kirjeldus, pole olnud mulle seni kättesaadav.

aastaist 1872/73 ehitama Londoni firma T. A. Jennings, kes ehitas Bosanquet’le ka ühe enharmoonilise oreli. Ent kui Thompsoni orel nagu ka Browni ja Bosanquet’ harmooniumid on praegu South Kensingtoni muuseumis,²¹ siis Bosanquet’ oreli asukoht on teadmata (Rasch 1987: 55). Bosanquet’ brošüüris leiduvas kuulutuses reklaamis Jenningsi firma puhta häälestusega 4,5-oktavilisi harmooniume, millel on oktavis kas 24, 36, 48, 60, 72 või 84 heli ning mida Jennings pakkus nii kesктоonihäälestuses (*mean-tone system*) kui puhaste kvintidega (*perfect-fifth-system*), samuti mõlema süsteemi kombinatsioonis (Bosanquet 1987 (1876): 95).

1875. aastal leidis Bostoni klaverihäälestaja James Paul White juhuslikult ühe Poole’i teoreetilise kirjutise, mis inspireeris teda järgmisel aastal projekteerima puhta häälestusega instrumendi klaviatuuri. See valmis tal 1878. aastal ja seda kasutas 1879. aastal harmooniumi ehitamisel pillimeister A. O. Alden. Seejärel, kui White oli kuulnud Poole’i ja Bosanquet’ klaviatuuridest, järgnesid sellele *Harmon I* (1881), *Harmon II* (1883), tänini säilinud *Harmon III*, mis ehitati *Harmon I* korpusesse, ja lõpuks 1885. ja 1887. aasta vahel *Harmon IV* (White 1894/5; 1895).²²

Puhta häälestusega harmooniumide ehitamine Helmholtzi lähikonnas

Ka Georg Appunn, kes oli Laenuäitusel eksponeerinud oma ülemheliaparaati (Biedermann 1877: 198–199), andis laenukollektiooni kästusse tagantjärele veel ühe harmooniumi ([Stone] 1879: 182). Nüüd sai ta ka uusi tellimusi. Oettingeni tellimusest tuleb juttu allpool. Peale selle tellis lauluõpetaja Gustav Engel ühe Schubringi kirjeldusele vastava puhta häälestusega harmooniumi, mida ta kirjeldab oma teoses „*Das mathematische Harmonium*” (Engel 1881).²³

²¹ *Voice Harmonium*’i fotod: <<http://www.scienceandsociety.co.uk/results.asp?image=10325780>> ja <http://tardis.dl.ac.uk/FreeReed/English/organ_book/node16.html>; üks enharmoonilise harmooniumi foto on samas ja teine leheküljel <<http://www.scienceandsociety.co.uk/results.asp?image=10213687&wwwflag=2&imagepos=2>>. Teised säilinud *Voice Harmonium*’id asuvad Washingtoni Riiklikus Ajaloomuuseumis (Washington State History Museum) Tacomas ja Fluke’i kollektioonis (Fluke Collection) Saltaire’is (Yorkshire). Nancy Jacksoni (Tacoma) andmetel sisaldab muuseumi 1925. aasta kataloog teavet, et *Voice Harmonium*’e olevat ehitatud ainult 12 eksemplari.

²² *Harmon III* on säilinud Bostonis *New Englandi konservatooriumis* (Burnett 1967: 121–122; Grinnell 1999: 36–37); tänan Maryalice Perrin–Mohri Bostonist, kes andis mulle viite neile mõlemale tööle.

²³ Otto Tiersch mainib kirjas Helmholtzile (O2.01.1868), et Engel olevat üks vähesed kolleegid, kes tema harmooniaõpetuse vastu huvi

Ühe sarnase ehitusega harmooniumi, mis aga sisaldas kolmel üksteisest Pythagorase komma võrra erinevalt häälestatud manuaalil kokku 48 heli oktavis, tarnis Appunni poeg Anton 1887. aastal Helmholtzi sõbrale itaalia füüsikule Pietro Blasernale.²⁴

Umbes samasuguse süsteemi võttis oma leiutise aluseks ka sõjakooli õpetaja Joachim Steiner Austriast, kes tellis Theophil Kotykiewicz kuninglik-keiserliku õukonna harmooniumi-vabrikult Viinis 1888. aastal harmooniumi, mille oktavis on 36 heli, paigutatuna ühe „mängu-klahvide” (*Spieltasten*) manuaali ja ühe „häälestusklahvide” (*Stimmtasten*) reana (Steiner 1891: 61–67), samuti ka 1890. aastal demonstreerimise otstarbeks lihtsustatud harmooniumi, mille oktavis on kolmel normaalsel manuaalil 24 heli (Steiner 1891: 59jj.; Fricke 2002 114–115). Ka Helmholtz tundis huvi kaugel Viinis oleva instrumendi vastu: „Nagu kuulda, olevat meie suur akustik härra professor Helmholtz sellesse leiutisse juba põhjalikult süvenenud.” (Kurka 1887/88: 307).

Veel üks pedagoog, akustika valdkonda uuriv rahvakooliõpetaja Carl Eitz Eislebenist palus oma kirjas 2. septembrist 1889 Helmholtzilt abi puhta häälestusega harmooniumi ehitamiseks, mis „poleks kasutatav mitte ainult muusikainstrumendina, vaid ka laialdasel viisil harmooniaõpetuse ja heliridade ajaloolise arengu näitlikustamiseks”. Eelmisel sügisel oli ta taotlenud pilliehituse finantseerimiseks Kultuuriministeeriumilt toetust, mis aga (hoolimata tunnustavast hinnangust) liiga madala kuluarvestuse tõttu tagasi lükati. Kuna Eitz oletas, et vastu ta ootust ei olnud ekspediks mitte Helmholtz, vaid eelmainitud Gustav Engel, pöördus ta kirjaga otse Helmholtzi poole (Hörz 1997: 311–312). Berliini Muusikakõrgkooli hilisema rektori Fritz Steini tunnistuse järgi oli tulemuseks Eitzi ja Helmholtzi isiklik kohtumine:

Eitz on mulle korduvalt sügavalt liigutatuna jutustanud, kuidas tema, tähtsusetu külakooliõpetaja, kutsuti auväärse ekstsellentsi (Helmholtzi)

on tundnud (Hörz 1997: 428–432, eriti 429). Üks Georg Appunni töökojast pärit harmoonium, millel oli oktavis 36 heli jaotatuna ühe klahv- ja kahe nuppmannuaali vahel, oli 1939. aastal Berliini Muusikainstrumentide Muuseumis (Musikinstrumenten-Museum Berlin) ([Ganse] 1939: 62), läks aga Bernd Wittenbrinki teatel sõjas kaduma.

²⁴ Anton Appunn kirjutas Pietro Blasernale 12. ja 21.06.1887 (Museo di Fisika, Università La Sapienza di Roma, viiteta; vt. (Blaserna 1889; Iannello 2006: 76–80, 84); tänan Maria Grazia Iannello Appunni kirjade koopia ja tema enda raamatu eest.

ette ja kuidas tal olevat süda saapasäärde vajunud, kui too polevat tema palve peale sõnagi öelnud. Pika järelemõtlemise peale olevat Helmholtz püsti tõusnud ja öelnud: „Lõpuks ometi midagi mõistlikku, härra Eitz – puhta häälestusega harmoonium [...] saab ehitatud!”²⁵ (Junker 1954: 275).

Helmholtzil õnnestus saada tookordse Preisi Kultuuriministeeriumi osakonnajuhatajalt Althoffilt riiklik toetus Schiedmayeri firmalt harmooniumi tellimiseks (Junker 1954; Stephani 1954). Nii võis Max Planck esitleda neli aastat hiljem Berliini ülikooli teoreetilise füüsika instituudi muretsetud Eitzi harmooniumi (Planck 1958: 435–436).²⁶

Helmholtzi mõju oli ilmne ka tema jaapanlasest õpilasele Shohé Tanakale, kelle leiutatud enharmoniumi (*Enharmonium*; Klavierlehrer 1889: 138; Engel 1889: 149–150) ehitas Johannes Kewitsch. Tanaka esitles seda esmakordselt 1889. aastal ja kirjeldas 1890. aastal (Tanaka 1890: 18–34; Fricke 2002: 113). Enam kui 22-klahvilise oktaviga pillil oli transponeerimisseadeldise abil võimalik mängida oktavis kokku 53 heli. Klahvide arvu piiramine võimaldas mängida võrdlemisi lihtsalt, kuid kõik teosed tuli kõigepealt transponeerida C-duuri, mispuhul Sterni Konservatooriumi klaveriõpetaja Gustav A. Papendick avaldas „Kogumiku väikesi muusikapalu Tanaka puhta häälestusega harmooniumile”, mis kõik olid noodistatud C-duuris koos viitega transponeerimise ja harmooniumi lisaseadete kasutamise kohta. Kogumikus leidis lisaks Schumanni „Noortealbumi” paladele ja Bachi prelüüdidele ka Mendelssohni „Ruhethal”, mille põhjal selgitas oma puhta häälestuse teooriat ka Oettingen (Papendick [1891]).

Kui tootmise võttis üle Trayseri firma Stuttgartis, andis see välja reklaambrošüüri,

²⁵ „Eitz hat mir wiederholt mit tiefer Ergriffenheit erzählt, wie er, der kleine Dorfschullehrer, vor die mächtige Exzellenz (Helmholtz) zitiert wurde, und wie ihm das Herz in die Knie gefallen sei, als diese nach seinem Vortrage kein Wort geäußert habe. Nach langem Nachdenken sei Helmholtz aufgestanden und habe gesagt: „Endlich einmal etwas Vernünftiges, Herr Eitz, das Reinharmonium [...] wird gebaut!”

²⁶ Vähemalt kuni 1926. aastani oli nimetatud pill instituudis (Balk 1926: 153). Arvatavasti on see sama instrument, mida mainib Ganse ([Ganse] 1939: 62) Berliini Muusikainstrumentide Muuseumi kollektiooni hulgas. Kui Berliinis olnud instrument läks Teises maailmasõjas kaduma, on Müncheni Saksa Muuseumis (Deutsches Museum München) üks eksemplar veel säilinud (inv.-nr. 36245; teade Silke Berdux’lt). Ühe Vene keiserlikule õukonnaorkestrile tehtud instrumendi asupaiga kohta puudub täpsem informatsioon (vt. Eitz 1911: 106).

kus oma vaimustatud eksperdiarvamusi pilli kohta avaldasid teiste seas Philipp Spitta, Hans von Bülow, Anton Bruckner ja Carl Reinecke (Aufsätze... 1892).²⁷ Kuigi nende seisukohavõttudega ühinesid kompositsiooni- ja teooriaproffessorite Franz Schulzi ja Heinrich von Herzogenbergi ning viuldaja Joseph Joachimi näol ka Berliini Muusikakõrgkooli prominentsed õppejõud, kaebas Tanaka 1893. aastal ühes kirjas Walckeri oreliehitusfirmale, et Preisi kultuuriministri von Goßleri käsul Berliini Muusikakõrgkoolile eraldatud enharmonium „tõsteti kasutamata nurka”.²⁸ Vahepeal oli Walcker Wilhelm II tellimusel ja Tanaka plaanide järgi ehitatud ühe „süntooniliselt puhtalt häälestatud orel”, mis pandi 1892. aastal üles Berliini Dorotheenstadt Reaalgümnaasiumis ja hävis Teises maailmasõjas (Vogel 1975: 319). Firma kavatses koos jaapanlase ja Herzogenbergiga ka ühe lihtsama demonstratsioonharmooniumi massitootmist, kus 20 helile oktavis lisanduksid veel helid tempereeritud väikese tertsi, Pythagorase suure tertsi ja naturaalseptimi demonstreerimiseks. See projekt nurjus liiga väheste tellimuste tõttu (Vogel 1975: 322).²⁹ Pärast Tanaka naasmist Jaapanisse tootis selliseid instrumente lõpuks veel 1936. aasta paiku firma Yamaha.³⁰

Tanaka enharmoniumi esimesed esitlused olid nii muljet avaldavad, et ainukeses mulle seni teadaolevas ülevaates võrreldi H. Goltschi 1890. aastal esitletud puhta häälestusega harmooniumi just jaapanlase instrumendiga. Pilli tehnika kohta annab nimetatud ülevaade niisama vähe teavet kui kasutatavate helide arvu kohta. Siiski ei konstrueerinud Goltsch oma heliridu mitte lähtuvalt toonikast, dominandist ja subdominandist nagu enamik teisi puhta häälestusega harmooniumi leiutajaid (mis tingis

²⁷ Jaapanis tutvustas leiutist üks Tanaka füüsikust kolleegid Han’ichi Muraoka (Mori 1989).

²⁸ Shohé Tanaka Walckerile, 16.03.1893 (Vogel 1975: 318). Kirjavahetus Tanaka ja Walckeri firma vahel asub Walckeri firma arhiivis, materjalidega Tanaka kohta töötab praegu Hermann Beyer (Hochschule für Musik Würzburg).

²⁹ Selle üks eksemplar (prototüüp?) asub praegu Oskar Walckeri nimelises koolis (Oskar-Walcker-Schule) Ludwigsburgis (teade Hermann Beyerilt).

³⁰ Üks eksemplar on säilinud Kunitachi Muusikakolledži organoloogiakogus (Kunitachi College of Music, Collection for Organology) (<http://www.gs.kunitachi.ac.jp/collectiondb/e_catrn02.html>); instrumendi pilt on Robert F. Gellersi koostatud harmooniumide andmepangas <<http://www.reedorgan.info/>> nr. 3184.

Oettingeni puhul vajaduse „kõrvalkvindi” *d–a* järele C-duuris, teiste puhul aga mažoorhelirea teise astme kaks erinevat helikõrgust), vaid toonikast ja selle naturaalseptimiga dominantnoonakordist (Schröder 1890: 37).

Viimane (kui Goltsch seda mingil muul viisil ei tasakaalustanud) tekitab C-duuris subdominantkolmkõla, mille terts 435 senti on Pythagorase suurest tertsist veel oluliselt suurem ja kvint 729 senti on samuti liialt suur.

Kui Johannes Kewitsch, kes oli ehitanud Tanaka enharmoniumi esimesed eksemplari, pakkus kaks aastat hiljem välja kaheks jaotatud klaviatuuriga harmooniumi, juhendus ta ilmselt pigem Appunni kui Tanaka kontseptsioonist. Säästmaks mängijat teiste puhta häälestusega harmooniumide juures hädavajalikest arvutus-test, läks ta aga oma „harmooniaoreli” (*Harmonieorgel*) puhul kompromissile: klaviatuuri alumine pool oli häälestatud tempereeritult, ülemisel poolel aga sai mängija lisada süntoonilise komma võrra madalamaid helisid. See võimaldas mängida tavapärasel tempereeritud häälestuses üksikutele tempereeritud kvintidega kolmkõladele puhtaid tertse. Gustav Papendick, kes oli juba enharmoniumi reklaaminud, esitles seda instrumenti Berliini Muusikaõpetajate Seltsis (Breslauer 1892:169; 1896: 279; Krohn 1907: 76).³¹

Rudolstadt professor Johannes Müller esitles 1892. aasta paiku puhta häälestusega harmooniumi, mis nagu ka Tanaka enharmonium oli mõeldud muusikateoste ettekandmiseks. Seetõttu piirdus ta oma instrumendi puhul normaalse klaviatuuriga, mida sai ümber häälestada kahe põlvpedaali abil, neist üks mažoorsete ja teine minoorsete akordide jaoks.³² 13 mažoorhelireast (kus *H*-duur ja *Ces*-duur olid eraldi helistikud) olid kuus puhtalt häälestatud, ülejäänute puhul kaldusid ainult üksikud helid sellest veidi kõrvale. Minooris sai puhtalt mängida isegi kaheksas helistikus, viie helistiku puhul aga oli juhttoon ühe komma võrra liiga kõrge (Klavierlehrer 1892b: 43). Helmholtz, kes instrumenti testis, tegi kindlaks, et häälestus vastab tema enda harmooniumile, kusjuures see instrument lahendab „üllatavalt osaval ja lihtsal viisil ülesande luua kergesti mängitav, tavapärase

³¹ Selle instrumendi üks eksemplar asus Berliini Muusika-instrumentide Muuseumis ([Ganse] 1939: 64), läks aga sõjas kaduma.

³² Johannes Mueller, „Adjusting device for organs”, US-Patent 461.641, 20.10. 1891 (<http://www.google.com/patents/pdf/ADJUSTING_DEVICE_FOR_ORGANS.pdf?id=EtlcAAAEBAJ&outbut=pdf&sig=Kpwiuk86-Ung7QdT1G7gZTpgAMs>).

klaviatuuriga harmoonium, mis säilitab loomuliku häälestuse kõigis helistikes” (tsit. Klavierlehrer 1892a: 31–32).

Puhta häälestusega harmooniumid 20. sajandi algul

Kooskõlas Rahvusvahelise Muusikaühingu põhikirjaga hakati uusi puhta häälestusega harmooniume esitlema selle ühingu kongressidel. Teisel kongressil 1906. aastal Baselis tutvustas Ilmari Krohn Helsingi ülikooli „akustilist harmooniumi”, mille oli visandanud ta ise ja ehitanud Kotykievicz. Sellel olid lähtuvalt Kewitschi harmooniumi klaviatuurist ja Eitzi harmooniumi helidispositsioonist omavahel kombineeritud neli Pythagorase järgi häälestatud, üksteisest süntoonilise komma võrra erinevat manuaali (Krohn 1907: 76–77). Kolmandal kongressil 1909. aastal Viinis, kus üht oma harmooniumi esitles ka Joachim Steiner, tutvustas Engbert Brandsma Hilversumist kolme manuaaliga harmooniumi, millel oli lisaks puhtalt häälestatud 48-heliliste oktavitega peamanuaalile veel üks manuaal võrdtempereeritud ja üks Pythagorase häälestuses (Brandsma 1909: 353–354).³³ Järgmisel kongressil Londonis kaks aastat hiljem selgitas Müncheni Kuningliku Helikunstiakadeemia (Königliche Akademie der Tonkunst) professor Melchior E. Sachs oma eelishäälestust 19-helilise oktaviga harmooniumil (Sachs 1911: 100).³⁴

Umbes samal ajal Oettingeni ortotonofooniumiga valmistas Schiedmayeri firma ühe harmooniumi ka Berliini lähedalt Hermsdorfist pärit õpetaja Gustav Puhlmanni plaanide järgi. Ka selle instrumendi tellis ja eraldas Berliini Muusikakõrgkoolile Preisi Kultuuriministeerium. Manuaali kohale paigutatud 17 „helistikuklahvi” (*Tonarttasten*) abil sai instrumendi üksikuid

³³ Kas „puhta, tempereeritud ja Pythagorase häälestusega” „Polytechnikum”, mida samuti sel kongressil esitleti, ka harmoonium oli, pole võimalik kindlaks teha (Fricke 2002: 116).

³⁴ Instrument asub praegu Saksa Muuseumis Münchenis (inv.-nr. 46091). Peale selle esitles sel kongressil portugallane José Pereira da Sampaio instrumenti, millel oli oktaavis seitse valget ja seitse musta klahvi ja mis võis olla ühe puhta häälestusega harmooniumi täpne vastand: „In the tessaradecatonic harmonium the sharp of a note is strictly equal to the flat of the following note. Therin the diatonic scale is rendered, not by the series of the white notes but by that of the black notes” (Pereira 1911). Ühest Pereira varasemast publikatsioonist ilmneb, et siin on c–st (1 = 7/7) lähtuvalt häälestatud valged klahvid suhetes d (8/7), e (9/7), f (10/7), g (11/7), a (12/7), h (13/7), mustad klahvid aga suhetes cis (15/14), dis (17/14), eis (19/14), fis (21/14), gis (23/14), ais (25/14), his (27/14) ([Sampaio] Bruno 1903: 5).

helisid tempereeritud häälestusest ühe kuni kahe süntoonilise komma võrra ümber häälestada, mistõttu oli võimalik mängida puhtas häälestuses 25 helistikus (Carl Robert Blumi kirjeldus ajakirjas Die Musik 1914, kd. 55, lk. 237–238). Tavalisel manuaalil sai peale selle võrrelda akorde ja akordijärgnevusi puhtas ja tempereeritud häälestuses (kirjeldus ajakirjas Zeitschrift für Instrumentenbau 1914, kd. 35, lk. 291).

20. sajandil tuleb mõistagi eristada puhta häälestusega harmooniume sellistest, mis ei paku tempereeritud süsteemi kõrvale „loomulikumat” häälestust, vaid täiendavad 12-helilist võrdtempereeritud häälestust võrdtempereeritult häälestatud vaheastmete abil. Seejuures võis ilmselt sama eesmärgiasetus anda vastupidiseid tulemusi, nagu see ilmneb kahe harmooniumi puhul, mille konstrueerijad tahtsid taasluua antiikset enharmoonilist helirida. Londoni ülikooli saksa keele dotsent Wilfrid Perrett demonstreeris 1931. aastal Kuninglikus Muusikaühingus (Royal Musical Association) peetud ettekandes oma ideid harmooniumil, millel oli oktaavis 19 heli ja mille ta nimetas antiikteoreetiku Olympose järgi *Olympion*’iks (Perrett 1931: 90–91). Seevastu Rooma füsioloogiaprofessor Silvestro Baglioni konstrueeris kümme aastat varem kreeka enharmoonilise helirea tutvustamiseks harmooniumi, millel ta häälestas ühe klaviatuuri tavapäraselt ja teise tempereeritud veerandtooni võrra kõrgemalt, kusjuures peatähelepanu oli pööratud eelkõige poolel teel tempereeritud väikese ja suure tertsi vahel asuva „neutraalse” tertsiga kolmkõladele (Baglioni 1921). Baglioni ei leiutanud seega mitte puhta häälestusega harmooniumi, vaid arendas järjekindlalt edasi oktaavi jaotust 12 võrdtempereeritud heliks. Seda eesmärki järgisid samuti Willi Moellendorfi „bikromaatileine harmoonium” ja Jörg Mageri veerandtoonharmoonium, nagu ka Busoni kolmandiktoonharmoonium, mille ehitas samuti Schiedmayeri firma Berliini Muusikakõrgkooli jaoks (Kallenbach-Greller 1926: 483; Busoni 1922: 198–199).

Kuid jätkati ka puhta häälestusega harmooniumide konstrueerimist: psühholoog Max Meyer, Stumpfi ja Plancki õpilane, leiutas harmooniumi, millel olid sagedusspektris 64–1024 Hz esindatud kõik kahe, kolme, viie ja seitsmega jaguvad sagedused (Meyer 1901: 13, 17). Hispaanlane Juan Dominguez Berrueta tutvustas 1927. aastal oma 19-helilise oktaviga harmooniumi dispoitsiooni (Berrueta 1927: 176–177). Harry Partch, kes ehitas omaenda tuletatud tempereerimata häälestuse põhjal arvukalt 43-helilise oktaviga instrumente, sai

aastail 1934/35 Euroopa-reisil nähtud mitmetest puhta häälestusega harmooniumidest (sealhulgas Bosanquet’ enharmoonium, Browni *Voice Harmonium* ja Perret’ *Olympion*) inspiratsiooni oma *Ptolemy* ehitamiseks (Partch 1974: 219–220; 392–394, 440–447),³⁵ millele järgnesid alates 1942. aastast uued ümberhäälestatud harmooniumid, nagu ka *Chromelodeon I* (1949) ja *Chromelodeon II* (1950) (Partch 1974: 207–219). Norra helilooja Eivind Groven konstrueeris 1936. aastal harmooniumi, mille iga klahvi jaoks sai seadistada kolm ühe komma võrra üksteisest erinevat heli. Sellele järgnesid puhta häälestusega orelid, kus valik nimetatud kolme heli vahel toimus kolmkõlade mängimisel reguleeritava „puhtalt häälestava automaadi” abil (Lysdahl 2004: 200; 1999).³⁶ Kuna Ellise harmoonium polnud enam saadaval, võttis Ameerika firma Stoelting 1937 oma tootnimistusse ühe ameerika instrumendiehitaja sama ehitusega instrumendi (Apparatus ... 1930: 32).³⁷ 1939. aastal ilmus Lindsay Nordeni heliplaadiseeria koos loengutega, kus ta mitte üksnes ei astunud välja puhta häälestuse eest koorilaulus, vaid ka mängis ette näiteid puhta häälestusega harmooniumil *Diatone* (Norden 1939/40: 30). Arthur Fickenscher kirjeldas 1941. aastal instrumenti *Polytone*, mille ta ehitas Virginia ülikooli (University of Virginia) juures ja millel oli oktaavis 53 heli (Fickenscher 1941: 359jj.). Edinburghi ülikooli lektor A. R. McClure kasutas orelite puhta häälestuse prototüübina 19-helilise oktaviga harmooniumi (McClure 1948: 32; Allan 2008). Veel 1966. aastal tellis Bonni muusikateadlane Martin Vogel Straube firmalt harmooniumi, millel oli oktaavis 72 heli ja kus puhtalt pole häälestatud mitte ainult kvindid ja tertsid, vaid ka naturaalseptimid (Vogel 1975: 330–333; Bister 1988: 12–15). Jaotamaks oktaavit veel rohkemaks, nimelt 171 heliks, planeeris Vogel mängupraktilistel põhjustel muidugi juba elektroonilise instrumendi (Vogel 1975: 333–334).

Arthur von Oettingeni tee ortotonofooniumini Preisi Kultuuriministeeriumi tellimusel

³⁵ Varasemat artiklit Ptolemy kohta „A new instrument” (Partch 1935: 764–765) pole ma seni kätte saanud.

³⁶ Viimase teksti kohaselt on olemas salvestus, kus Groven saadab lauljanna Aslak Brekkes oma puhta häälestusega harmooniumil (CD–I De første årene på radio, GRCD XXXX), vt. <<http://www.orgelhuset.org/en/ramme1.htm?4>>.

³⁷ Ellise harmooniumi all võib pigem olla mõeldud harmonical’i kui mesotonic harmonium’i; vähemalt viitab sellele allpool mainitud Gregory Razrani eksperiment Stoeltingi harmooniumiga, mis välistas ühes katses harmonical’il leiduva naturaalseptimi.

koostatud aruandes 1876. aasta Laenunäitusel eksponeeritud teaduslike instrumentide kohta ignoreeriti täielikult seal eksponeeritud puhta häälestusega instrumente, kusjuures akustiliste aparaatide peatüki autor märkis, et näitus oli „akustika alal [...] suhteliselt vähepakkuv” (Quintus Icilius 1881: 327). Bosanquet’ harmoonium äratas suurt huvi vähemalt Arthur von Oettingenis, kes ise eksponeeris näitusel tuulemõõtjat (Neumayer, Schreiber 1881: 534–543):

Aastal 1876 külastasin ma kuulsat maailmanäitusel Londonis [...] ja õppisin tundma Bosanquet’ puhta häälestusega instrumenti. Ma olin suuresti hämmingus ja rõõmus edusammude üle, mis siin ilmsiks tulid. Instrumendi ehitus oli kergesti läbinähtav, nii et ma sain seda ilma juhendamiseta mängida. Mulle näis saavutatav saavutatuna. Ma mõtlesin nüüd sellisel instrumendil ka mängima õppida, et saaksin põhjalikult uurida olulisi muusikalisi küsimusi. Tuntud harmooniumiehitaja Georg Appun Hanaust oli valmis ehitama mulle ühe sellise pilli ja aastal 1878 sain ma selle Tartu Füüsikainstituudi jaoks. Kahjuks aga tahtis Appun luua mulle Bosanquet’ teravmeelse manuaali asemel midagi paremat. Ta paigutas viis tavalist manuaali üksteise kohale ja häälestas need nii, et kui läbida alumine 12 kvindi kaudu F-st kuni E_{is}-ini, siis järgneb puhta kvindi kaugusel 12 klahviga manuaal kuni C-ni. Nii olid järjestatud kõik viis manuaali. Siit ilmneb, et suured tertsid olid tuntud skisma võrra ebapuhtad. Mängida oli üsna ebamugav; kuid iseäranis kohutav oli kõlavärv; seetõttu kaotas instrument oma mõtte. Lubadus valmistada mulle teine, õige „Bosanquet’ instrument” läks koos valmistajaga hauda.³⁸ (Oettingen 1917: III).

³⁸ „Im Jahre 1876 besuchte ich die berühmte Weltausstellung in London [...] und lernte das reingestimmte Instrument von Bosanquet kennen. In hohem Grade erstaunt war ich und erfreut über den Fortschritt, der sich hier kund tat. Das Instrument hatte einen leicht durchsichtigen Bau, so daß ich es ohne Unterweisung spielen konnte. Mir schien das Erreichbare erreicht. Ich dachte nun daran, an solch einem Instrument auch das Spielen zu erlernen, um musikalisch wichtige Fragen nachhaltig prüfen zu können. Der bekannte Harmoniumbauer Georg Appun in Hanau war bereit, mir eins zu bauen, und im Jahre 1878 erhielt ich es für das Dorpater physikalische Institut. Leider aber hatte Appun statt des geistreichen Manuales von Bosanquet mir etwas Besseres zu schaffen geglaubt. Er hatte fünf gewöhnliche Manuale übereinander gelagert und so gestimmt, daß, wenn man das unterste Spiel von F durch 12 Quinten bis Eis verfolgte, dann weiter eine reine Quinte zum C des nächstfolgenden Manuales von 12 Tasten führte. Alle fünf Spiele waren so aneinander gereiht. Man ersieht hieraus, daß die großen Terzen unrein waren um das bekannte Schisma. Das Spielen war ziemlich unbequem; vollends aber war die Klangfarbe abscheulich, und hierdurch verfehlte das Instrument seinen Zweck. Das Versprechen, mir ein anderes, richtiges „Bosanquet–Instrument” zu liefern, ging mit dem Verfertiger ins Grab.” Ettepaneku ühe sarnase konstruktsiooniga

Mil määral Oettingen järgmistel aastatel puhta häälestusega instrumendi ehitusega tegeles, pole teada; tema järgmine muusikateoreetiline publikatsioon pärineb alles aastast 1902 (Oettingen 1902, 1903/4, 1904, 1905, 1906). Kuid siiski kirjutab Jakob von Uexküll oma memuaarides Oettingeni katsetest puhta häälestusega klaveriga, mis võisid kuuluda Uexkülli õpinguuega, aastatesse 1884–89 (Uexküll 1949: 103; Goldbach 2009: 234jj.). Ka füüsikaringkondades pidi Oettingen olema rääkinud oma edasistest plaanidest või vähemalt talle Appunni poolt ehitatud harmooniumist, sest Tanaka mainib teda 1890. aastal Thompsoni, Poole'i, Helmholtzi ja Bosanquet' kõrval uurijate seas, kes katsetasid puhta häälestusega instrumentide konstrueerimist (Tanaka 1890: 19).

Hiljemalt 1879. aastal plaanis Oettingen ka oma harmooniaõpetuse uut väljaannet.³⁹ Mõlemad uusväljaanded, mis ta 20. sajandi algul avaldas, sisaldavad ka peatüki puhta häälestusega harmooniumi kohta (Oettingen 1903/04: 400–403; 1913: 254–287). Peale selle teatas Oettingen juulis 1913 dateeritud raamatu kolmanda väljaande eessõnas puhta häälestusega harmooniumi ehitamisest oma kavandite järgi, mida toetasid Kuninglik Saksi Teaduste Selts (Königlich Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften) ja psühholoog Wilhelm Wundt (Oettingen 1913: VII). Kirjas Wundtile Stuttgardist sama aasta 13. augustist jutustas ta Schiedmayeri firma töökojast. Tema suureks ehmatuseks teatati talle seal, et ta peab oma instrumendi klaviatuuri ise konstrueerima, nagu seda ka Eitz oma harmooniumi jaoks oli teinud (Oettingen 1917: VII).⁴⁰

24. juuniga 1916 dateeritud eessõnas oma viimasele, täielikult ortotonofooniumile pühendatud muusikateoreetilisele tööle kirjutas

instrumendi ehitamiseks, millel oleks võrdtempereeritud häälestus ja oktaavis 53 astet, tegi Georg Appunn ilmselt hiljemalt 1868 ühes kirjas Gustav Schubringile (Schubring 1868b: 474).

³⁹ *Berliini–Brandenburgi Teaduste Akadeemia (Berlin–Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, BBAW), Wilhelm Ostwaldi fond, 5201 Briefe an seine Braut Helene von Reyther; (masinkirjakooõpiad, 5202), kiri 1. sept. 1879. Oettingen kirjutas Ostwaldile sügisel 1889, et ta tahab talvel asuda harmooniaõpetuse kallale ja kavatseb seejuures põhjalikult konsulteerida Riemanniga (BBAW, Ostwaldi pärand 2184 Briefe von Arthur von Oettingen 1882–1920, kiri Tartu [Dorpat], 6. okt. / 24. sept. 1889 [Oettingen märgib mõnedes kirjades kuupäeva nii Gregoriuse kui ka Juliuuse kalendri järgi]). Sügisel 1892 märkis ta, et harmooniaõpetuse kallal töötamast takistab teda kohustus tegelda füüsikalise geograafiaga, samuti üks vahepeal käsile võetud suurem töö (samas, kiri 30. sept. / 12. okt. 1892).*

⁴⁰ *Universitätsarchiv Leipzig (UAL), Nachlass Wundt, Briefe, Sign. 1348, Bl. 1.*

Oettingen kolmest tema süsteemi järgi ehitatud harmooniumist, millest üks asus Leipzigi ülikooli eksperimentaalpsühholoogia instituudis, teine oli Kuningliku Teaduste Seltsi omandina Oettingeni käes, kolmas aga ootas müümist Schiedmayeri firmas Stuttgardis. Sealjuures näivad need kolm instrumenti olevat erineva ehitusega, sest ühes järgmises kirjas Wundtile küsib Oettingen, kas ta peaks laskma oma instrumendile, nagu ka psühholoogiainstituudi omale, mootori sisse ehitada (oletatavasti lõõtsa jaoks).⁴¹ Tema endise kaastöölise Richard Wicke sõnul oli Teaduste Seltsi instrumendil oktaavis 72 heli, kuna aga eksperimentaalpsühholoogia instituudi ortotonofooniumil oli neid 53 (Wicke 1926b: 422).

Oettingenil oli veel võimalus kasutada neid instrumente koos rahvakooliõpetaja Richard Wickega oma töö „Die Grundlage der Musikwissenschaft und das duale Reininstrument“ teeside kontrollimiseks (Oettingen 1917: IX),⁴² enne kui ta kolis pärast tervislikel põhjustel emeriteerumist 1919. aastal oma poja Reinhardi juurde Bensheimi. Seal sai ta Stuttgardist ühe ortotonofooniumi (kindlasti eelmainitud kolmanda eksemplari), mis oli varem olnud müügil Schiedmayeri juures ja mida ta arvatavasti veidi hiljem ka füüsik Julius Wallot'le tutvustas.⁴³ Retsensioonis Oettingeni viimasele muusikateoreetilisele tööle märkis too, et seda olevat mitte üksnes „üllatavalt kerge“ mängida, vaid ka, et see on asendamatu abivahend „harmooniaõpetusega seotud eksperimentaalpsühholoogiliste uurimuste puhul“ (W[allot] 1919: 842; 1921: 160).

Ortotonofooniumi konstruktsioon

Ortotonofooniumil on teiste puhta häälestusega harmooniumidega võrreldes mõningaid iseärasusi, millest kõige silmatorkavam põhineb Oettingeni dualistlikul harmooniasüsteemil. Viimane tugineb „toonilise“ ja „foonilise“ printsibi vastandamisel. „Toonilise“, meie mažoorokolkõla, tuletatakse põhiheli 4., 5. ja 6. ülemhelist. Sellele vastandub „fooniline“, meie minoorokolkõla, mis tuletatakse „foonilise“ ülemheli 4., 5. ja 6. alamhelist, kusjuures Oettingen käsitleb alamhelidena kõiki helisid, millele „fooniline“ ülemheli on põhiheliks (vt. näide 6) (Oettingen 1866:31jj.).

⁴¹ *UAL, Nachlass Wundt, Briefe, Sign. 1348b, Bl. 1.*

⁴² *Oettingeni üks teine ajutine kaastöötaja, kes eksperimenteeris hiljem Teaduste Seltsi ortotonofooniumiga, olevat olnud pime helilooja Hermann Kögler. Kahjuks ei anna allikad sellest rohkem informatsiooni (Roese 1923: 218, 221).*

⁴³ *Arthur von Oettingen Wilhelm Wundtile 16. augustil 1919; UAL, Nachlass Wundt, Briefe, Sign. 1349, Bl. 2, 3.*



Näide 5. Plancki katsed süntoonilise kommaga.
Näide 6. Oettingeni selgitus minoorse kolmkõla kohta.
Näide 7. Tooniline ja fooniline helirida.
Näide 8. Tooniline ja fooniline helirida d-st.

Kogu oma süsteemi rajas Oettingen eeldusele, et mažoor ja minoor on harmoonia-õpetuse võrdõiguslikud ja vastandlikud koostisosad. C-noodist tõusvale toonilisele helireale vastandab ta peegelpildina e-noodist laskuva foonilise helirea (vt. **näide 7**).

Esmamulje, nagu oleks laskuv helirida e-früügias, on petlik. Nimelt ehitab Oettingen minoorseid akorde ülemisest helist allapoole, e-moll kolmkõla tähistab Oettingenil *h*° ja nii ei saa e-moll kolmkõla olla selle helirea põhiakord. Põhiakordiks on hoopis e° ehk meie mõistes *a*-moll-kolmkõla (Oettingen 1917: 214). Samal põhjusel oleks selle helirea alustamine *a*-ga „meie puhtalt foonilise helistiku tooniline moonutamine” (Oettingen 1866: 47). Ortotonofooniumi visandades arendas Oettingen sümmeetria äärmuseni ja pakkus *F*-võtme asemel *D*-võtme (Oettingen 1904: 246; 1913: 18; 1917: 199), lisaks võttis ta *d* ka oma helisüsteemi keskmeks, millest lähtuvalt saab sümmeetriliselt kujutada kahe võtmemärgiga toonilist ja foonilist helirida (vt **näide 8**).

Oma ortotonofooniumi eeskujudena nimetas Oettingen Bosanquet’ ja Eitzi instrumente. Bosanquet’ puhul kritiseeris ta seda, et too kasutas 53-helilist tempereeritud oktavit, Eitzi puhul (kes loobus tempereerimisest) aga seda, et ta on oma suurte, kuni 104-helilise oktaviga instrumentide puhul liiga pillav (Oettingen 1913: 265). Oettingen kasutas küll samuti 53-astmelist häälestust, loobus aga selle tempereerimisest. Sealjuures lähtus ta oma kesksest *d*-noodist, millelt ta häälestas neli puhast kvinti alla- ja ülespoole (*b–fis*). Kvindiringi lõigus *c–e* häälestas ta seejärel igast helist kolm puhast suurt tertsi üles- (*d* puhul seega noodini *cisis*) ja allapoole (*d* puhul seega noodini *eses*). Kvindiringi ülejäänud helide puhul piiras ta lisatud tertside arvu ja asendas väljaspool neid piire olevad helid enharmoniliselt võrdsete helidega (vt. **joonis 1**; Oettingen 1913: 167).⁴⁴

Selle häälestuse praktiliseks rakendamiseks koostas Oettingen neli erinevat klaviatuuridispositiooni, kus oktavis on 35, 47, 59 ja 71 klahvi – seega vähem või rohkem kui 53-helilises helivõrgustikus helisid (Oettingen 1917: 347–354). Nimetatud dispositioonidele omane „puudulik” arv helisid võrreldes teiste puhta häälestusega harmooniumidega on seletatav sellega, et Oettingen ühelt poolt võttis

⁴⁴ Vrd. (Oettingen 1917: 185), seal leidub ka alternatiivne helivõrgustik. Et muuta Oettingenil millioktaavina antud võnkealgoritmide väärtused sentideks, tuleb neid korrutada 1,2-ga.

oma 53-helilise oktaviga instrumendi aluseks ligilähedaselt võrdtempereeritud häälestuse, teiselt poolt aga loobus tempereerimisest ja kasutas selle asemel lähtehelist *d* kõige kaugemal asuvate helide *gis* ja *as* puhul enharmonilist samastamist, mistõttu ta vajas oktavis ainult $n \times 12 - 1$ heli. Seda võib selgitada klaviatuuri abil, kus oktavis on 59 klahvi ja mis leidub ka ühel tänini Berliinis sihtasutuse Stiftung Preußischer Kulturbesitz muusikainstrumentide muuseumis säilinud instrumendil (vt. **joonis 2**; Oettingen 1917: 353).

Arvestamata heli *gis/as*, on siin 12-helilise kromaatilise heliredeli iga heli esindatud viiekordselt: lisaks keskmises reas asuvale helile sellest vastavalt ühe ja kahe süntoonilise komma võrra kõrgemalt ja madalamalt. Kuna Oettingen loobus tempereerimisest ja häälestas seega järjepidevalt puhastes suurtes tertsidest ja puhastes kvintides, on puuduv heli *as* ainult kaks senti erinev süntoonilise komma võrra madaldatud *gis*-ist, puuduv heli *gis* aga sama palju erinev süntoonilise komma võrra kõrgendatud *as*-ist. Selle enharmonilise teisenduse õigsuse üht kinnitust nägi Oettingen muuseumis asjaolus, et ta poleks kummalegi puudevale helile oma klahvide paigutuses ka kohta leidnud (Oettingen 1917: 271–272).⁴⁵

Kui Bosanquet paigutas komma võrra madalamad helid oma manuaalil madalamale, asetaski Oettingen need helid oma klaviatuuril kõrgemale, sest süntoonilise komma võrra madaldatud *e* kujutab endast *c* ülarterti (Oettingen 1913: 265). Seda arusaama süntoonilise komma võrra madaldatud helist kui ülartertsist jagas ka helide märgistamisel Oettingeni eeskuju järginud Helmholtz. Kuid kui Oettingen kasutas ülarterti märkimiseks ülakriipsu noodinimetuse kohal, tähistas Helmholtz süntoonilise komma võrra madaldamist alakriipsuga (Oettingen 1913: 269–270, märkus *).

Ortotonofooniumi ja teiste puhta häälestusega harmooniumide kasutamisest uurimistöö
Puhta häälestusega instrumendi rakendamine akustiliste või muusikateoreetiliste probleemide näitlikustamiseks on iseendast mõistetav. Ajal, mil sonogrammanalüüse veel polnud, kasutati puhta häälestusega instrumente lisaks sellele ka etnoloogilistel välitöödel salvestatud fonogrammide noodistamiseks. Nii olevat Benjamin Ives Gilman määranud Ellise harmooniumi abil

⁴⁵ Seal olevad millioktavites väärtused on ümber arvutatud tänapäeval kasutatavateks sentideks.

täpsed helikõrgused 14 New Yorgi hiina linnaosas salvestatud meloodias (Fischer 1910/11: 156).⁴⁶ Kuigi ortotonofoonium asus Eksperimentaal-psühholoogia Instituudis, Oettingen ise muusikapsühholoogilisi katseid enam ei teinud.

Helmholtz oli oma puhta häälestusega harmooniumil teinud ka psühhokustilisi katseid kombinatsioonhelidega (Helmholtz 1913: 260–261). Riemann kordas neid katseid ümberhäälestatud harmooniumil (Riemann 1875, tsiteeritud Goldbach i. Vorb. järgi). Carl Stumpf tegi koos Gustav Engeliga viimase harmooniumil 3. jaanuaril 1885 katseid tuiklemiste mõju kohta suurest sekundist väiksematele intervallidele. Seejuures tuvastasid nad paljude helide puhul kombinatsioonhelidele sarnaneva nähtuse, tajudes mõnede intervallide puhul kahe põhiheli vahel kolmandat heli (Stumpf 1890: 482jj.). Mõni aasta hiljem kordasid seda katseseeriat Helmholtzi puhta häälestusega harmooniumil Stumpfi kaastöötaja Karl L. Schaefer ja Alfred Guttman (Schaefer, Guttman 1903: 97).

Carl Robert Blum soovitas 1914. aastal oma kirjutises Puhlmanni harmooniumist korraldada järgmine katse (mida ilmselt kunagi läbi ei viidud), kus oleks tõepoolest vaja läinud puhta häälestusega harmooniumi:

Et otsustada *pro et contra* „puhta” või „tempereeritud” häälestuse üle, on minu jaoks *conditio sine qua non* ühe või teise suurem värvirikkus. Ja siin on ju ilmselt „tempereeritud” häälestus „puhtast” kaugelt üle. Kas poleks seetõttu võimalik teha eksperimente värvitoone nägevate (kuulvate) isikutega, et jõuda igas suhtes selgusele nii praktiliselt kui ka teoreetiliselt? Puhlmanni harmooniumi abil oleks (ehk) võimalik lahendada see vana vaidlusküsimus.⁴⁷ (Blum 1914: 238).

Seda, kuidas Oettingen ise ortotonofooniumi rakendamist muusikapsühholoogilises uurimises ette kujutas, näitavad võib-olla Richard Wicke ulatuslikud katseseeriad aastatest 1920–1923. Ta uuris Leipzigi ülikooli ja konservatooriumi üliõpilaste, muusikateadlaste, praktiseerivate

⁴⁶ Seal mainitud Gilmani uurimuses (Gilman 1892) ei leidu kahjuks ühtki viidet puhta häälestusega harmooniumile.

⁴⁷ „Als *conditio sine qua non* für eine Entscheidung *pro et contra* „rein”-„temperiert” gilt mir die größere Farbenmannigfaltigkeit des einen oder des anderen. Und da ist doch anerkanntermaßen die „temperierte” der „reinen” Stimmung bei weitem überlegen. Wäre es nicht angängig, gelegentlich Experimente dieserhalb mit Farbenton sehenden (hörenden) Individuen anzustellen, um in jeder Hinsicht praktisch wie theoretisch zu einem Definitivum zu gelangen? Das Puhlmannsche Harmonium hätte da Gelegenheit, die alte Streitfrage (event.) zu schlichten.”

muusikute ja muusikaõpetajate peal järgmisi küsimusi:

1. võime eristada erinevatel kõrgustel komma võrra erinevaid astmeid; 2. mažoor- ja minoorkolmkõlade häälestamine (võrdlus, ettekujutus); 3. intervallide ja kolmkõlade, eriti tertside ja mažoor- ning minoor-kolmkõlade äratundmine; 4. intervallide ja kolmkõlade gestaltkarakter (võrdlus, gestaldi täiendamise); 5. mažoor- ja minoorkolmkõlade mõju torakaalsetele ja abdominaalsetele respiratsioonisümptomitele; 6. ühtlaste koputusliigutuste kulg mažoor- ja minoorkolmkõlade mõjutusel; 7. Pythagorase ja puhtas häälestuses mažoor- ja minoorkolmkõlade graafiline väljendus (graafiline žest); 8. tavapäraste sissejuhatavate väljendite kõnemeloodia pärast eelnevaid mažoor- ja minoor-kolmkõlasid.⁴⁸ (Wicke 1926a: 240–241).

Kahjuks avaldas Wicke ainult kaks eelaruanet, lubatud „üksikasjalik kirjeldus” jäi ilmutamata (Wicke 1926a: 240, märkus 1). Seetõttu pole katsetäpset läbiviimist enam võimalik rekonstrueerida. Oma tulemused võttis Wicke kokku järgmiselt:

Mažoor- ja minoorkolmkõla ei saa iseloomu ja mõju suhtes taandada intervallide iseloomule ja mõjule; nad on pigem iseseisvad, lõpetatud ja ühemõtteliselt määratletud kõlagesaldid. Nende vorm on antud helisuhetega, kusjuures mažoor- ja minoorkolmkõlasid tuleb just loomulike puhaste intervallisuhete alusel üksteise suhtes sümmeetriliselt häälestada. (Harmoonilised) intervallid, eriti suured ja väikesed tertsid pole mažoori-minoori seisukohalt määratletavad, küll aga tekitavad (üksteisele järgnevad) suured ja väikesed tertsid, sõltuvalt liikumise suunast, vajaduse mažoor- või minoorkompleksiks täiendamise järele (suunamääratus). Mažoor- ja minoor-kolmkõla väljendussümptomid on laadilt vastandlikud; neid tuleb vaadelda kui tundeptsessi vastandlikkuse märke. Tundeid, mille vallandavad mažoor ja minoor, ei saa liigitada Wundti järgi nende puhul eeldatava ühe tundedimensiooni alla. Erinevad väljendussümptomid kokku võimaldavad ära tunda tervikorganismi tundeelamuse ja kaasa-

⁴⁸ „1. Die Unterscheidungsfähigkeit für Kommaarten in verschiedener Höhenlage, 2. die Abstimmung von Dur- und Mollklängen (Vergleich, Selbsteinstellung), 3. die Erkennbarkeit von Zwei- und Dreiklängen, insbesondere von Terzen und Dur- und Mollklängen, 4. der Gestaltcharakter der Zwei- und Dreiklänge (Vergleich, Gestaltergänzung), 5. die thorakalen und abdominalen Respirationsstörungen bei Einwirkung von Dur- und Mollklängen, 6. der Verlauf gleichförmiger Klopfbewegungen bei Einwirkung von Dur- und Mollklängen, 7. der graphische Ausdruck (graphische Geste) für Dur- und Mollklänge in pythagoreischer und reiner Stimmung, 8. die Sprechmelodie gebräuchlicher einleitender Redewendungen nach vorausgegangenen Dur- und Mollklängen.”

elamise, mis kulgevad vastandlikult, vastavalt kummagi kõlalaadile. Füsioloogilises ja psühholoogilises mõttes ilmneva vastandlikkuse ja kõlamateeria enda ehituses ilmneva sümmeetria vahel valitseb lähedane seos. Muusikalise kõla ja tema tekitatud tunde protsesside abil tekivad liikumistendentsid, mis ulatuvad pelgast seisundist tahteaktini. Erinevused täheldatavate sümptomite ja hindava käitumise vahel üksikul katseisikul viitavad individuaalsetele struktuurierinevustele, mis ulatuvad pelgast musikaalsusest (kui osa-struktuurist) kaugemale.⁴⁹ (Wicke 1926a: 241–242).

1930. aastate lõpul kasutas Albert Wellek orthotonofooniumi oma väitekirja raames tehtud katseseerias „Heli sarnasuse kogemine sukse-siivses võrdluses” (*Tonähnlichkeitserlebnis im Sukzessivvergleich*; Wellek 1939: 107–145). Välistamaks liikumissuuna mõju katseisiku hinnangule näiteks helipaari c–g võrdluses, esitas ta „normaalheli” c järel teise heli oktavi, antud juhul seega g¹–g² kujul (Wellek 1939: 108–109). Puuduseks oli seejuures asjaolu, et madalam heli mõjus harmooniumil valjemana mitte ainult kombinatsioonihelide, vaid ka kõla enda suurema massiivsuse tõttu, mida ei saanud (nagu klaveril) löögi tugevusega tasakaalustada. Peale selle oli harmooniumi kõla kuulajatele ka harjumatum kui klaveri oma. Seda puudust tasakaalustasid siiski oluliselt ühtlasem kõlavärv ja -tugevus

⁴⁹ „Der Dur- und Mollklang lassen sich in bezug auf Charakter und Wirkung nicht auf Charakter und Wirkung von Zweiklängen zurückführen; sie sind vielmehr selbständige, abgeschlossene und eindeutig bestimmte Klanggestalten. Ihre Durchformtheit ist mit den Tonverhältnissen gegeben, und zwar sind es die natürlich reinen Tonverhältnisse, nach denen der Dur- und Mollklang, zueinander symmetrisch, abzustimmen sind. Den (simultanen) Zweiklängen, insbesondere den großen und kleinen Terzen kommt eine Dur-Mollbestimmtheit nicht zu, wohl aber leiten (sukzessive) große und kleine Terzschriffe je nach der Richtung, in der sie erfolgen, auf eine Ergänzung entweder zum Dur- oder Mollkomplex hin (Richtungsbestimmtheit). Die Ausdruckssymptome für den Dur- und Mollklang sind gegensätzlicher Art; sie sind als Anzeichen einer Gegensätzlichkeit des Gefühlverlaufes anzusehen. Eine Einordnung der durch Dur und Moll ausgelösten Gefühle in eine der nach Wundt angenommenen Gefühlsdimensionen läßt sich nicht vornehmen. Die verschiedenen Ausdruckssymptome machen in ihrer Gesamtheit eine Bewegtheit und Mitbewegtheit des Gesamtorganismus erkennbar, die, entsprechend den beiden Klanggeschlechtern, in Gegensätzen verläuft. Zwischen der sich offenbarenden Gegensätzlichkeit auf der Seite des Physiologischen und Psychischen und der feststellbaren Symmetrie auf der Gegenstandsseite besteht eine innige Zuordnung. Mit dem musikalischen Klang und in dem durch ihn bewirkten Gefühlverlaufe werden Bewegungstendenzen gegeben, die über das bloß Zuständliche hinaus zur Willenshandlung drängen. Die Differenzen zwischen Symptombefund und wertendem Verhalten bei einzelnen Vpn. weisen auf individuelle Strukturverschiedenheiten hin, die über eine als Teilstruktur zu bezeichnende Musikalität hinausgreifen.”

ning intervallide puhtus, mis pealegi võimaldasid uurida ka intervallide enharmooniliselt erinevaid variante (näiteks c–cis ja c–des; Wellek 1939: 110).

Ülejäädud katsete jaoks poleks puhta häälestusega harmoonium olnud vajalik, näiteks ühes katsetest, kus Stoeltingi firma pilli *Just Harmonium* kasutati stiimulandjana klassikaliste tingereaktsioonide uurimisel, välistas Gregory Razran otsustavalt stiimulina sel harmooniumil võimaliku naturaalseptimi (Razran 1949a: 355–357; 1949b: 821, 827).⁵⁰ Ka ühes sellest ajast pärit eksperimentaalpsühholoogia õpikus on öeldud, et Ellise puhta häälestusega harmooniumi asemel võib seal kirjeldatud katse jaoks sama hästi kasutada „any piano or organ tuned in ordinary fashion (equal temperament)” (Foster, Tinker 1929: 312).

Lõppsõna

Arthur von Oettingen kuulus nende arvukate 19. sajandi lõpu õpetlaste hulka, kes otsisid muusikateooriale eksperimentaalset tuge. Oluliseks instrumendiks olid siin puhta häälestusega harmooniumid. Sealjuures tingisid erinevad eeldused mõistagi ka erineva kontseptsiooniga instrumente. Käesoleva töö raames polnud võimalik arutleda, millistel juhtudel võib Pythagorase või võrdtempereeritud häälestus olla siiski puhtast häälestusest parem. Kuna Oettingeni jaoks olid need kaalutlused niikuinii tarbetud, piisab siin järeldustest, mis tema ja Planck tegid oma katsete põhjal süntoonilise kommaga. Kui Planck lähtus juba oma katsetes puhta häälestusega harmooniumist, siis Oettingen sai oma ortotonofooniumi idee teostada alles hiljem.

Niisiis ei olnud Oettingen oma pingutustega puhta harmooniumi nimel omas ajas üldsegi ainus. Imestama võib panna vaid pikk ajavahemik 1876. aastast kuni 1916. aastani, mil ta oma plaani järgis. Kuid ka selles mõttes polnud ta ilmselt erandlik. Hermann von Helmholtz mitte ainult ei konstrueerinud ise puhta häälestusega harmooniumi, vaid ka andis vahetu tõuke Appunni, Guérout’ ja Ellise instrumentide loomiseks, surus läbi Eitzi harmooniumi ehituse ning andis hinnangu Johannes Mülleri ja võib-olla ka Steineri harmooniumile. Kindlasti jälgis ta ka oma õpilase Tanaka enharmooniumi käekäiku. Eitzi, Mülleri ja Tanaka instrumente ühendab hilisema Puhlmanni omaga ka asjaolu, et vähemalt osaliselt finantseeris neid Preisi

⁵⁰ Ivan Pavlov, kelle uurimusi Razran jätkas, stimueeris oma töös koeri harmooniumihelidega (Pavlov 1927: 337–338).

Kultuuriministerium, määrates nad siis ülikoolile või muusikakõrgkoolile.

Kuigi Oettingeni inspireeris ka Eitzi harmoonium, lähtus ta oletatavasti Bosanquet’ *Enharmonic Harmonium*’ist, mis oli Helmholtzist oluliselt sõltumatu ja mis mõjutas ka Eitzi ennast. Bosanquet jällegi ei jätkanud mitte ainult Perronet Thompsoni oreli traditsiooni, vaid arendas edasi ka Poole’i klaviatuuri, mis mõjutas ka Whitesi ja (oletatavasti) Browni instrumente. Kas ja kuidas teised käesolevas töös kirjeldatud puhta häälestusega harmooniumid sobivad sellesse genealoogiasse, võib olla edasise uuringu objektiks.⁵¹

KIRJANDUS

Allan, Rob (2008). *Reed Organs in England. A comprehensive study of reed organs in England, Scotland and Wales*. http://tardis.dl.ac.uk/FreeReed/organ_book/node16.html.

Apparatus ... 1930 = *Apparatus, Tests and Supplies for Psychology, Psychometry, Psychotechnology, Psychatrie, Neurology, Anthropology, Phonetics, Physiology, and Pharmacology*. C. H. Stoelting Co., Chicago. Käsikiri <http://vlp.mpiwg-berlin.mpg.de/library/data/lit13685>.

Appunn, Georg 1868. Ueber die Helmholtz’sche Lehre von den Tonempfindungen als Grundlage für die Theorie der Musik, nebst Beschreibung einiger, zum Theil ganz neuer Apparate, welche zur Erläuterung und zum Beweise dieser Theorie geeignet sind. – *Bericht der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde zu Hanau über den Zeitabschnitt vom 4. October bis 31. Dezember 1867*. Hrsg. v. [Friedrich] Becker, Hanau: [k. A.], S. 73–90.

Aufsätze ... 1892 = *Aufsätze, Gutachten etc. über das Enharmonium von Dr. Shohé Tanaka verfertigt durch Ph. J. Trayser & Cie. Harmonium-Fabrik in Stuttgart (1892)*. [Stuttgart].

Baglioni, S[ilvestro] 1921. Quelques observations expérimentales sur les intervalles musicaux enharmoniques également tempérés (enharmonium). – *Archives Internationales de Physiologie*, 17, p. 343–354.

Balk, Norman 1926. *Die Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin. Mit einer Darstellung des Berliner Bildungswesens bis 1810*. Berlin: Speyer & Peters.

Berrueta, Juan Dominguez 1927. *Teoria Fisica de la Música* (= Memorias de la real academia de ciencias exactas fisicas y naturales series 2/5). Madrid: Talleres Voluntad.

Biedermann, Rudolf (Hrsg. v.) 1877. *Bericht über die Ausstellung Wissenschaftlicher Apparate im South Kensington Museum, zu London, 1876; zugleich vollständiger und beschreibender Katalog der Ausstellung*. London: Strangeways.

Bister, Heribert 1988. Die Sept 7:4 in der Akkordfolge. Eine Untersuchung zu einigen harmonischen Zusammenhängen in Giuseppe Verdis *Ave Maria*. *Scala enigmata armonizzata a 4 voci miste*. – *Colloquium. Festschrift Martin Vogel zum 65. Geburtstag*. Hrsg. v. Heribert Schröder, Bad Honnef: Schröder, S. 11–34.

Blaserna, Pietro 1889. Un harmonium colla scala matematicamente esatta. – *Rendiconti della R. Accademia die Lincei*, 5, S. 342–349. Käsikiri <http://vlp.mpiwg-berlin.mpg.de/references?id=lit38218>.

Blum, Carl Robert 1914. [kein Titel] – *Die Musik*, 55, S. 237–238.

Boehm, Ernst 1895. Das Harmonium

⁵¹ Peale juba märkustes mainitute olen tänulik Geiu Rohlale, Toomas Pungale, Torsten Andersile, Robert „Fritz” Gellermanile, Rob Allanile, Clark Panacionele, Gerhard Walcker-Meyerile, Fy Gadiot’le ja teistele, keda siin pole nimetatud, mitmesuguste viidete, mõtete ja abi eest (millest kõike ei olnud käesolevas tekstis võimalik kasutada).

im akustischen Unterricht. – *Andreas-Realgymnasium in Berlin. Jahresbericht über das Schuljahr 1894/1895*. Hrsg. v. [G.] Bolze, Berlin: [k. A.].

Bosanquet, R[obert] H[olford] M[acdowall] 1874. Temperament; or, the division of the octave. – *Proceedings of the Musical Association*, 1, p. 112–158.

Bosanquet, R[obert] H[olford] M[acdowall] 1987 (1876). *Elementary Treatise on Musical Intervals and Temperament (London 1876)*. Hrsg. v. Rudolf Rasch, Utrecht: Diapason Pr.

Brandsma, Engbert 1909. Über die Tonverhältnisse in der alten und neuen Musik. – *III. Kongreß der Internationalen Musikgesellschaft Wien, 25. bis 29. Mai 1909: Bericht*. Hrsg. von Guido Adler, Wien [u. a.]: Artaria [u. a.], S. 353–360.

Breslauer, Emil 1892. Verein der Musik-Lehrer und Lehrerinnen zu Berlin. – *Der Klavierlehrer*, 15, S. 169.

Breslauer, Emil 1896. Die Musikinstrumente der Berliner Gewerbe-Ausstellung. – *Der Klavierlehrer*, 19, S. 278–279, 294–295.

Brown, Colin 1876. *Music in common things*. London, Glasgow: W. Collins & Co.

Burnett, Elizabeth 1967. *A Catalog of the Collection of Ancient Instruments owned by the New England Conservatory of Music*. Master thesis New England Conservatory Boston.

Busoni, Ferruccio 1922. Dritteltonmusik. – *Melos*, 3, S. 198–199.

Eitz, Carl 1911. *Bausteine zum Schulgesangunterrichte im Sinne der Tonwortmethode*. Leipzig: Breitkopf & Härtel.

Ellis, Alexander J. 1874. Mesotonic Harmonium. – *Proceedings of the Musical Association*, 1, p. 41.

Engel, Gustav 1881. *Das mathematische Harmonium. Ein Hilfsmittel zur Veranschaulichung der reinen Ton-Verhältnisse*. Berlin: Habel.

Engel, Gustav 1889. Ein neues mathematisches Harmonium. – *Der Klavierlehrer*, 12, S. 149–150.

Engelhardt, R[oderich] (Hrsg.) 1929. Die Gebrüder von Oettingen. – *Baltisches Geistesleben*, H. 5/6, S. 347–528.

Fickenscher, Arthur 1941. The ‚Polytone‘ and the Potentialities of a Purer Intonation. – *Musical Quarterly*, 27, p. 356–370.

Fischer, Erich 1910/1911. Beiträge zur Erforschung der chinesischen Musik. (Aus dem Phonogrammarchiv des psycholog. Instituts d. Universität Berlin). – *Sammelbände der Internationalen Musikgesellschaft*, 12, S. 153–206.

Foster, William S.; Miles A. Tinker 1929. *Experiments in Psychology*. New York: Holt.

Fricke, Jobst P. 2002. Pitch bending und das Harmonium als Reininstrument. Mit einem Verzeichnis der Reininstrumente und deren Beschreibung. – *Harmonium und Handharmonika. 20. Musikinstrumenten-Symposium, Michaelstein, 19. bis 21. November 1999*. Hrsg. v. Monika Lustig

(= Michaelsteiner Konferenzberichte 62), Blankenburg: Stiftung Kloster Michaelstein, S. 105–116.

[**Ganse**, Albrecht] 1939. *Führer durch das Musikinstrumentenmuseum*. Berlin: Staatl. Inst. Für Dt. Musikforschung.

Gilman, Benjamin Ives 1892. On Some Psychological Aspects of the Chinese Musical System. – *The Philosophical Review*, 1, p. 54–78.

Goldbach, Karl Traugott 2009. Die musiktheoretische Lehre der Naturwissenschaftler Arthur von Oettingen und Wilhelm Ostwald an der Universität Dorpat. – *Universität und Musik im Ostseeraum*. Hrsg. v. Ekkehard Ochs u. a. (= Greifswalder Beiträge zur Musikwissenschaft 17), Berlin: Frank & Timme, S. 217–240.

Goldbach, Karl Traugott (i. Vorb.). Mythos Untertonreihe. – *Mythos – Helden – Symbole. Legitimation, Selbst- und Fremdwahrnehmung in der Geschichte der Naturwissenschaften*. Hrsg. v. Siegfried Bodenmann und Susan Splinter, München i. Vorb.

Grinnell, Helen Dunn 1999. *Collection of Historical Musical Instruments owned by New England Conservatory*. [Boston].

Guérout, M. [Georges] 1872. Sur un harmonium à double clavier. – *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 74, p. 1188ff.

Hall, Donald 1997. *Musikalische Akustik. Ein Handbuch*. Hrsg. v. Johannes Goebel, übersetzt v. Thomas A. Troge, Mainz u. a.: Schott.

Helmholtz, Hermann von 1885. *On the Sensation of Sounds as a Physiological Basis for the Theory of Music*. Transl., comments Alexander J. Ellis, London: Longmans, Green.

Helmholtz, Hermann von 1913. *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*. 6. Ausgabe, Braunschweig: Vieweg.

Hörz, Herbert 1997. *Brückenschlag zwischen zwei Kulturen. Helmholtz in der Korrespondenz mit Geisteswissenschaftlern und Künstlern*. Marburg an der Lahn: Basiliken-Presse.

Iannello, Maria Grazia 2006. *Itinerari nel Museo di Fisica della Sapienza. Guida alle Collezioni*. Roma: [s. n.].

Junker, Richard 1954. Carl Eitz – Ein Vermächtnis. – *Zeitschrift für Musik*, 115, S. 274–276.

Kallenbach-Greller, Lotte 1926. Die historischen Grundlagen der Vierteltöne. – *Archiv für Musikwissenschaft*, 8, S. 473–485.

Kirnbauer, Martin und Thomas Drescher (Hrsg.) 2002. *Chromatische und enharmonische Musik & Musikinstrumente des 16. und 17. Jahrhunderts. Kolloquium der Schola Cantorum Basiliensis, Hochschule für Alte Musik Basel, und des Musikwissenschaftlichen Instituts der Universität Basel am 9. April 2002*.

(= Schweizer Jahrbuch für Musikwissenschaft NF 22). Bern u. a.: Lang.

Klavierlehrer 1889 = Von hier und ausserhalb. – *Der Klavierlehrer*, 12, 1889, S. 138.

Klavierlehrer 1892a = Von hier und ausserhalb. – *Der Klavierlehrer*, 15, 1892, S. 30–33.

Klavierlehrer 1892b = Professor Dr. J. Müller's mathematisches Harmonium. – *Der Klavierlehrer*, 15, 1892, S. 42–43.

Krohn, Ilmari 1907. Das akustische Harmonium der Universität zu Helsingfors. – *Bericht über den zweiten Kongress der internationalen Musikgesellschaft zu Basel vom 25.–27. September 1906*. Leipzig: Breitkopf & Härtel, S. 75–83.

Kurka, R[udolf] W[ilhelm] 1887/1888. Zum Problem der ‚Stimmung‘. – *Zeitschrift für Instrumentenbau*, 8, S. 307.

Laue, Max von 1958. Zu Max Plancks 100. Geburtstag. – *Die Naturwissenschaften*, 45, S. 221–226.

Lysdahl, Anne Jorunn Kydland 1999. Eivind Groven's pure-tuned Organs. <http://www.orgelhuset.org/en/ramme1.htm?4>.

Lysdahl, Anne Jorunn Kydland 2004. Eivind Groven's Pure-Tuned Organ: Past and Future. – *Fontes Artis Musicae*, 51, p. 199–216.

McClure, A. R. 1948. Studies in Keyboard Temperaments. – *The Galpin Society Journal*, 1, p. 28–40.

Meyer, Max 1901. Contributions to a psychological Theory of Music. – *The University of Missouri Studies*, 1, p. 1–80.

Mori, Setsuko 1989. A Historical Survey of Music Periodicals in Japan. – *Fontes Artis Musicae*, 36, p. 44–50.

Munck af Rosenschöld, P[eter] S[amuel] 1849. Försök att grundlägga ett nytt Tonsystem. – *Kongl. vetenskapsakademiens handlingar för år 1847*. Stockholm, s. 1–21.

Neumeyer, Georg, Paul Schreiber 1881. Apparate für Meteorologie und Hydrographie. – *Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876*. Hrsg. von A. W. Hofmann, Braunschweig: Vieweg, S. 475–581.

Norden, Lindsay 1939/1940. Untempered Harmony. – *American Music Lover*, 5/6, p. 30.

Oettingen, Arthur von 1866. *Harmoniesystem in dualer Entwicklung. Studien zur Theorie der Musik*. Dorpat und Leipzig: Gläser.

Oettingen, Arthur von 1902. Das duale System der Harmonie. – *Annalen der Naturphilosophie*, 1, S. 62–75.

Oettingen, Arthur von 1903/4. Das duale System der Harmonie. – *Annalen der Naturphilosophie*, 2, S. 375–403.

Oettingen, Arthur von 1904. Das duale System der Harmonie. – *Annalen der Naturphilosophie*, 3, S. 241–269.

Oettingen, Arthur von 1905. Das duale System der Harmonie. – *Annalen der*

Naturphilosophie, 4, S. 116–152, 301–338.

Oettingen, Arthur von 1906. Das duale System der Harmonie. – *Annalen der Naturphilosophie*, 5, S. 449–503.

Oettingen, Arthur von 1913. *Das duale Harmoniesystem*. Leipzig: Siegel.

Oettingen, Arthur von 1917. Die Grundlagen der Musikwissenschaft und das duale Reininstrument. – *Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Klasse der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften*, 34, S. 155–361.

Owen, Barbara 1979. *The Organ in New England. An Account of its Use and Manufacture to the End of the Nineteenth Century*. Raleigh: Sunbury Press.

Papendick, G[ustav] A. (Hrsg.) [1891]. *Enharmonium. Sammlung kleiner Vortragsstücke für das Tanaka'sche reingestimmte Harmonium*. Leipzig u. a.: Breitkopf & Härtel.

Partch, Harry 1935. A new instrument. – *Musical Opinion*, 58, p. 764–765.

Partch, Harry 1974. *Genesis of a Music*. New York: Da Capo Pr.

Pavlov, Ivan 1927. *Conditioned Reflexes. An Investigation of the Physiological Activity of the Cerebral Cortex*. Übers. und hrsg. v. G. V. Anrep, [London]: Oxford Univ. Press, Milford.

Perrett, Wilfrid 1931. The Heritage of Greece in Music. – *Proceedings of the Musical Association*, 58, p. 85–103.

Planck, Max 1894. Die natürliche Stimmung in der modernen Vokalmusik. – *Vierteljahrsschrift für Musikwissenschaft*, 9, S. 418–440.

Planck, Max 1948. *Wissenschaftliche Selbstbiographie*. Leipzig: Barth.

Planck, Max 1958. *Physikalische Abhandlungen und Vorträge*. Braunschweig: Vieweg.

Quintus Icilus, G[ustav] 1881. Apparate für Akustik. – *Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876*. Hrsg. v. A. W. Hofmann, Braunschweig: Vieweg, S. 327–329.

Rasch, Rudolf 1987. Introduction. – R[obert] H[olford] M[acdowall] Bosanquet, *An Elementary Treatise on Musical Intervals and Temperament (London 1876)*. Hrsg. v. Rudolf Rasch, Utrecht: Diapason Pr.

Razran, Gregory 1949a. Stimulus Generalization of Conditioned Responses. – *Psychological Bulletin*, 46, S. 337–365.

Razran, Gregory 1949b. Attitudinal Determinants of Conditioning and of Generalization of Conditioning. – *Journal of Experimental Psychology*, 39, p. 820–829.

Riemann, Hugo 1875. Die objective Existenz der Untertonreihe in der Schallwelle. – *Allgemeine deutsche Musikzeitung* 2, S. 205–206, 213–215.

Roese, Heinrich 1923. Hermann Kögler. – *Deutsches Musikjahrbuch*, 1, S. 218–225.

Sachs, M[elchior] E. 1911. A System for dividing the octave into 19 notes, with

- appropriate notation. – *ZIMG*, 13, S. 100.
- [Sampaio] Bruno [José Pereira de] 1903. *Théorie exacte et notation finale de la musique*. Porto: Schaefer.
- Sampaio [Bruno], José Pereira de 1911. Tessaradecatonic Harmonium. – *ZIMG*, 13, S. 100.
- Schaefer, Karl L., Alfred Guttmann 1903. Über die Unterschiedsempfindlichkeit für gleichzeitige Töne. – *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, 32, S. 87–97.
- Schröder, Herm[ann] 1890. Berliner Tonkünstler-Verein. – *Der Klavierlehrer*, 13, S. 37.
- Schubring, Gustav 1868a. Die Tonleiter und ihre Berechnung. – *Zeitschrift für Mathematik und Physik*, 13, Supplement, S. 105–140.
- Schubring, Gustav 1868b. Theorie und Berechnung der Tonleiter. – *Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften*, 32, S. 65–96, 415–500.
- Schubring, Gustav 1872. Die reine oder natürliche Stimmung musikalischer Instrumente. Entgegnung eines jungen Physikers auf die Bedenken eines alten Musikers. – *Musikalisches Wochenblatt*, 3, S. 451ff., 465ff., 484–487.
- Schulze, Gustav E. R. 1974. *Zur Rolle des Einfachheitsprinzips im physikalischen Weltbild* (= Sitzungsberichte der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig Bd. 110, H. 6). Leipzig: Akademie-Verlag.
- Steiner, Joachim 1891. *Grundzüge einer neuen Musiktheorie*. Wien: Hölder.
- Stephani, Hermann 1954. Eitz, Carl. – *MGG, Bd. 3*. Kassel: Bärenreiter, Sp. 1233–1236.
- [Stone], William Henry 1879. On Temperament. – *Science Lectures at South Kensington*. Bd. 2, London, p. 157–182.
- Stone, William Henry [1906?]. *The Scientific Basis of Music*. London, New York: Novello.
- Stumpf, Carl 1890. *Tonpsychologie*. Bd. 2, Leipzig: Hirzel.
- Stumpf, Carl 1894. Bemerkungen über zwei akustische Apparate. – *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, S. 6, 33–43 [vt. <http://vlp.mpiwg-berlin.mpg.de/library/data/lit15230?>].
- Tanaka, Shohé 1890. Studien im Gebiete der reinen Stimmung. – *Vierteljahrsschrift für Musikwissenschaft*, 6, S. 1–90.
- Tiersch, Otto 1868. *System und Methode der Harmonielehre, gegründet auf fremde und eigene Beobachtungen mit besonderer Berücksichtigung der neuesten physikalisch-physiologischen Untersuchungen über Tonempfindungen*. Leipzig: Breitkopf & Härtel.
- Uexküll, Jakob 1949. *Niegeschaute Welten. Die Umwelten meiner Freunde. Ein Erinnerungsbuch*. 9.–13. Aufl., Berlin, Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Vogel, Martin 1975. *Die Lehre von den Tonbeziehungen* (= Orpheus Schriftenreihe zu Grundfragen der Musik 16). Bonn-Bad Godesberg: Verlag für Systematische Musikwissenschaft.
- W[allot], J[ulius] 1919. A. v. Oettingen. *Die Grundlage der Musikwissenschaft und das duale Reininstrument*. – *Beiblätter zu den Annalen der Physik*, 54, S. 841–843.
- Wallot, Julius 1921. Bemerkungen zu der Arbeit von J. Würschmidt über „Logarithmische und graphische Darstellung der musikalischen Intervalle“. – *Zeitschrift für Physik*, 4, S. 157–160.
- Warburg, E. 1918. Über Max Plancks Verdienste um die Experimentalphysik. – *Die Naturwissenschaften*, 6, S. 202–203.
- Wellek, Albert 1939. *Typologie der Musikbegabung im deutschen Volke. Grundlegung einer psychologischen Theorie der Musik und Musikgeschichte mit allgemeinpsychologischen Beiträgen zur „Tonhöhen“-Unterschiedsempfindlichkeit* (= Arbeiten zur Entwicklungspsychologie 20). München: Beck.
- White, James Paul 1894/95. Is Perfect Intonation Practicable? – *Music. A Monthly Magazine*, Vol. 7, p. 441–452, 606–612, Vol. 8 (1895), p. 65–81, 262–274 [Kd. 7: <http://books.google.com/books?id=02wPAAAYAAJ>; Kd. 8 [osaliselt: http://geocities.com/threesixesinarow/white.htm](http://geocities.com/threesixesinarow/white.htm)]
- Wicke, Richard 1926a. Untersuchungen zur Gegensätzlichkeit von Dur und Moll. – *Bericht über den IX. Kongreß für experimentelle Psychologie 1925 in München vom 21.–25. April 1925*. Hrsg. von Karl Bühler, Jena: Fischer, S. 240ff.
- Wicke, Richard 1926b. Das Verhältnis von reiner und pythagoreischer Stimmung als psychologisches Problem. – *Bericht über den I. Musikwissenschaftlichen Kongreß der Deutschen Musikgesellschaft in Leipzig vom 4. bis 8. Juni 1925*. Leipzig: Breitkopf & Härtel, S. 421–425.
- Wolf, Oskar 1871. *Sprache und Ohr. Akustisch-physiologische und pathologische Studien*. Braunschweig: Vieweg.

Zwischen Experiment und Spekulation – Anmerkungen zum musiktheoretischen Denken von Arthur von Oettingen

—
Karl Traugott Goldbach

Die naturwissenschaftlichen Leistungen des Dorpater und später Leipziger Physikprofessors Arthur von Oettingen sind heute weitgehend vergessen. Dagegen ist er der Musikgeschichtsschreibung heute noch als Verfasser einer etwas versponnenen Harmonielehre in Erinnerung, die in ihrer Zeit allerdings auf Resonanz bei zahlreichen Musiktheoretikern stieß. Im Gegensatz zu anderen Physikern des 19. Jahrhunderts, die sich mit Musiktheorie beschäftigten, scheint der naturwissenschaftliche Anteil seiner Ausführungen sehr gering. Dieses Referat untersucht daher den naturwissenschaftlichen Zugang Arthur von Oettingens zur Musiktheorie. Im Mittelpunkt der Ausführungen stehen dabei die Konzeption des von ihm „Orthotonophonium“ genannten Reinharmoniums, dessen Konstruktion ihn fast 40 Jahre beschäftigte, und seine Experimente zur reinen Stimmung, die er mit Sängern des Thomanerchors und des Leipziger Männergesangsvereins durchführte.