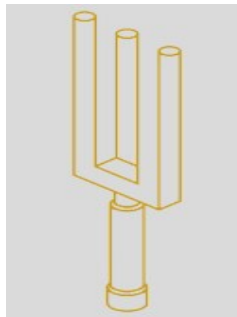


Adaptiv stämning

En bedömning av acceptabilitet och tonkvalitetsuppfattning



Författare: Dennis Leidenius
d.leidenius@gmail.com



Handledare: Gunnar Ternhag
Examinator: Toivo Burlin

Abstract

1. Inledning	1
1.1 Syfte.....	2
1.2 Forskningsfråga och hypotes.....	3
2. Teoretiska utgångspunkter och perspektiv	4
2.1 Dissonans och konsonans.....	4
Kritisk bandbredd.....	6
Dissonanskurva.....	7
Deltonserien.....	8
2.2 Skalor och stämningssystem.....	9
Liksvävande temperatur.....	10
Ren stämning (Just intonation).....	11
2.3 Adaptiv stämning.....	12
Hermode.....	12
Funktioner i Logic (fr.o.m. Pro 7).....	15
2.4 Tidigare forskning.....	16
3. Metod	17
Stimulus.....	17
Deltagare.....	18
4. Genomförandet	19
5. Resultat	20
6. Slutsatser och diskussion	26
7. Käll- och litteraturförteckning	29
8. Bilagor	

Abstract

This thesis presents an adaptive tuning system that can be described as a dynamic Just Intonation tuning system, being compatible with equally tempered instruments. The tuning system is called Hermode Tuning (HMT) and the tuning used as comparison for evaluation is the standardized western tuning, the equal tempered tuning. This study investigates preferences for these two musical tuning systems, depending on whether the tunings are presented on a piano or with woodwind instruments. A listening test was done with students at the Falun Conservatory of Music, including both a vertical listening (intervals) and a horizontal listening (cadences and musical compositions) of Hermode tuned musical material. Overall the results showed no significant preferences for either tuning system irrespectively of what instrument it was presented with. The clearest results was that of a misjudged just intonated perfect third on the piano and a preference for an adaptively tuned piano presented in a simple harmonic structure, with a parameter setting of HMT 70%. Materials for comparison was partly taken from Hermode's own website, but overall the attitude towards these sequenses (using a likert scale of one to five) showed a low expected value. This shows the complexity of the topic and no general conclusions regarding the choice of intonation or tuning system could be done for the presented material.

1. Inledning

Kanske det mest gemensamma i vårt skapande av musik är slagkraften i den konsonant klingande oktaven. Hur denna oktav ”fylls” och fördelas i tid och rum är det som skiljer sig åt mellan kulturer och har tagit sig olika former under musikhistoriens gång. En oktav som inte går att stämma perfekt har skapat olika förutsättningar och tillvägagångssätt, möjligheter och problem. Kort sagt, förekomsten av skalor. Detta har i sin tur influerat instrumentbygget och likt problemformuleringen om hönan och ägget kan man fråga sig vilket som utvecklades först, skalan eller instrumentet. Detta kan vara en filosofisk utgångspunkt för att förstå sig på de mer etnotypiska drag en kultur skapar.¹ Oktaven är den barriär som vi inte kan passera och inom denna oktav måste en given musikkultur komma fram med en samling tonhöjder eller grupp av toner som kan fungera för dess kollektiva, expressiva och estetiska behov.²

Vad som anses vara konsonant och dissonant är en omdiskuterad fråga och det finns knappast någonting i språket, diskursen om musik som gett upphov till mer semantiska problem.³ Under antikens Grekland insåg man sambandet mellan konsonanta ljud och enkla talförhållanden. Problem uppstod då man närmade sig en skala för att stämma ett instrument. Problemet blev mest tydligt vid transponeringar av skalor och tonarter. Strukturen hos en skala regleras av tonernas frekvensförhållanden som skalan består av och valet av dessa proportioner är (enkelt uttryckt) det som anger graden av konsonans mellan tonerna.⁴ Denna teoretiska motivering om tal- och längdförhållanden har blivit associerad till Pythagoras, men i själva verket kände man till detta på andra håll redan långt före Pythagoras tid.⁵ M.a.o. har dissonans-konsonans dimensionen varit en del av musikalisk tolkning sedan urminnes tider.

Idag dikteras västerländsk musik av en jämn tempererad stämning, ett stämningssystem som pianotekniker (enligt dagens standard) inte hade tillräcklig teknisk kännedom om för att genomföra förrän kring år 1917. Liksvävande temperatur förekom under 1800-talet, men detta kallar historiker för ”the so-called equal temperament”, då nödvändig akustisk kännedom saknades.⁶ Liksvävande temperatur jämnar (tempererar) ut oktaven till liksvävande semitoner och möjliggör modulationer som inte tidigare varit möjliga att genomföra i samma utsträckning.

Likt de modulationsmöjligheter som liksvävande temperatur ger upphov till, ger dagens teknik även möjlighet att stämma med en frihet som tidigare begränsades av instrumentets

1 Bucht 1999

2 Greenberg 2007: Pitch and Mode, Part 1

3 Tenney 1988: 1

4 T.e.x har unisonen ett frekvensförhållande som ger 1:1 och oktaven det enkla talförhållandet 2:1
Fauvel 2006: 13

5 Fauvel 2006: 14

6 Jorgensen 1991: 5

fastbundna fysik. Olika stämningssystem har skapat nya genrer, inte minst i det mikrotonala området, och inspirerat kompositörer (Harry Partch, Lou Harrison, Wendy Carlos m.m.) att använda denna frihet i det konstnärliga uttrycket. Vad audioteknologi ger oss, är en möjlighet att experimentera och utvecklas bortom de kulturella ramar som fastställer en norm. Det är synd att inspelningstekniken enbart funnits under det senaste seklet, då en jämförelse mellan historiska framföranden (inte minst stämningssätt) skulle intressera både konstnärer och teoretiker.

Det som gör det svårt att undersöka konsonansuppfattning är det faktum att det är svårt att exkludera den ena motpolen (dissonans) ifrån den andra (konsonans). Dessa verkar vara två begrepp som kompletterar varandra, men samtidigt en dikotomi som skiljer oss åt gällande attityd och praxis, en syn som även förändrats med tiden.⁷

En undersökning som berör ackulturation och acceptabilitet av stämning genomfördes av Joos Vos (1988). I västerländsk liksvävande temperatur är kvinten felstämd med två cent (se kapitel om liksvävande temperatur). Joos Vos lät 18 västerländska musiker bedöma acceptabiliteten av stämning för ett varierat antal stämda kvintar. Det resulterade i en graf som visade att acceptabiliteten var högst kring intervall som var aningen nedstämd från en ren kvint. Detta påvisar hur preferenser påverkas av inläring och kulturell utsatthet.⁸ Detta var ett intressant forskningsresultat inom neuro- och psykoakustisk.

Vos studie har givit inspiration att undersöka hur konsonans upplevs bland utövande musiker och hur de upplever ren intonation gentemot den liksvävande temperatur som ofta tas för givet som det enda korrekta mönster att sammanblanda toner, skalor, instrument och musik.

1.1 Syfte

Syftet är att undersöka västerländska musikers tonkvalitetsuppfattning med hjälp av en adaptiv stämning. Denna studie undersöker preferens mellan liksvävande stämning och adaptiv stämning genom användning av intervall, kadenser och utdrag ur musikaliska kompositioner. Utgående från detta resultat diskuteras villkor för hur Hermode Tuning kan användas i praktiken. The Hermode Tuning presenteras och undersöker hur hermode classic (0-100%) styr och påverkar konsonansupplevelsen. Till skillnad från forskning om ren stämning (Just Intonation), begränsar inte en adaptiv stämning valet av musikalisk stimuli, eftersom denna stämning är elastisk och anpassar sig under framförandets gång.

7 James Tenney 1988

8 <http://www.musiccog.ohio-state.edu/Music829B/culture.html#Expectation>

1.2 Forskningsfråga och hypotes

Hur förhåller sig ett urval västerländska musiker till konsonans presenterad på ett adaptivt sätt och hur skiljer sig denna perception åt vid vertikal lyssning (intervall) respektive horisontell lyssning (musikaliska kompositioner).⁹ Subjekten består av en blandad grupp av västerländska musiker från Musikkonservatoriet i Falun och kategoriseras utifrån deras bi- och huvudinstrument. Med utgångspunkt från Kathrin Hahns och Oliver Vitouchs forskningsresultat¹⁰ föreslås följande hypotes: vid vertikal lyssning föredrar musiker vars instrument har fast intonation liksvävande temperatur, medan musiker vars instrument har variabel intonation föredrar en adaptiv stämning. Skillnader kan framkomma vid intervall-, ackord- och kadenslyssning. Lyssning av musikaliska kompositioner förväntas bidra till en ökad förståelse för hur Hermode generellt upplevs. Vid lyssning av pianokompositioner förväntas deltagarna föredra liksvävande temperatur. För övriga musikaliska kompositioner (träblåsinstrument) förväntas adaptiv stämning fungera bättre än liksvävande intonation. Resultatet påverkas troligtvis av hur sekvenserna spelas upp, hur de står i förhållande till varandra, och gör det svårt att åstadkomma tydliga slutsatser utöver detta lyssningstest. Under testet kan deltagarna temporärt föredra en viss stämning och göra en bedömning som beror på kontexten av själva lyssningstestet. Sammanfattningsvis är frågan; hur förhåller sig deltagarna till Hermode vid vertikal lyssning och hur väl fungerar Hermode Tuning horisontellt i de olika kompositioner som presenteras.¹¹

9 Begreppen vertikal och horisontell kan härledas till den teknik (musiknotation) som används för att nedteckna musik. Noter placeras vertikalt längs med vågräta (horisontella) linjer.

10 Kathrin Hahn & Oliver Vitouch 2002

11 Bilden på framsidan, ”blivet” (även känd som djävulens stämgaffel), är en optisk illusion och ett omöjligt objekt som även inför denna uppsats får representera den omöjliga uppgift (”ljudillusion”) ett adaptivt system står inför, nämligen att stämma oktaven rent. Staven i mitten på stämgaffeln saknar fäste.

2. Teoretiska utgångspunkter och perspektiv

2.1 Dissonans och konsonans

Dessa två begrepp har ett speciellt förhållande till varandra och att definiera det har aldrig varit en självklarhet. Det har visat sig existera olika koncept¹² (uppfattningar om innebörden) under historien och dessa är kopplade till dåvarande musikaliska utövanden och musikhistoriska epoker. Fastän det ofta är musikteoretikers texter som finns bevarade, är det först på 1800-talet som förklaringar började få ett vetenskapligt värde. Däremot har alla dessa koncept i någon form och manifestation överlevt tills idag.¹³ Hur dessa begreppsuppfattningar har förändrats beror främst på hur musiken utvecklats. Vad som anses vara konsonant har uppfattats olika mellan kompositörer och teoretiker och skiljer sig åt även idag. James Tenneys studie ”A History of Consonance and Dissonance” ger en välkänd historisk överblick som identifierar användningen av begreppen konsonans och dissonans under historiens gång. De koncept som existerat kallar Tenney för consonance-dissonance-concept (CDC). Dessa koncept är kopplade till det dåvarande musikaliska utövandet. Boken diskuterar konsonans och dissonans från antiken och genom ars antiqua, från ars nova genom seconda practica, från Rameau intill 1900-talet och består av hundratals citat, argument, definitioner och anekdoter.

Under den första koncept-perioden, CDC1, bedömde man enbart konsonans utifrån melodier i dåvarande monofonisk musik. De konsonanta tonerna var kvarten, kvinten och oktaven och dessa tonval härstammade från Pythagoras tradition med deras enkla talförhållanden. De tal som konstituerade musiken ansågs alltså till en början kunna beskrivas och struktureras med talen ett till fyra.

Under den andra koncept-perioden, CDC2, började polyfonisk musik utvecklas, vilket ledde till en rangordning av intervall. Övergången från CDC1 till CDC2 var dock otydlig, då man först enbart komponerade monofoniskt.¹⁴ Tersen kom så småningom att uppfattas som konsonant och likaså sexten. Intervall rangordnades med hjälp av begrepp som ”perfect consonance”(oktaven, unisonen), ”perfect dissonance”(liten sekund, stor septim och tritonus¹⁵). Resten var ”intermediate”- dissonans/konsonans. eller ”imperfect”- dissonans/konsonans. Från att tidigare ha varit en horisontal lyssning där två toner inte ljöd samtidigt, gav polyfonin upphov till ett vertikalt

12 Tenney 1988

13 Tenney 1988: 95

14 Monofoni är en musikteoretisk term som syftar på musik som framförs enstämigt utan ackompanjemang

15 Tritonus är en överstigande kvart som består av tre heltoner, kallas även för djävulsintervallet

lyssningssätt. Under denna tid dök även teorier upp som likt Stumpf¹⁶ använder begrepp som fusionering för att beskriva två toners förhållande till varandra. Stumpf menade under förra sekelskiftet att konsonans skall ses som graden av sammansmältning till en enda ton, ”Versmeltzung”.¹⁷

Under CDC3 blir dissonans och konsonans definierade utgående från kontrapunktsregler och generalbas och deras musikaliska roll i den. Från och med 1300-talet härskar ett koncept som klassificerar kvinten som perfekt konsonant. Kvarten klassificeras som dissonant och det har att göra med det kontrapunktiska regelverk och vad som p.g.a. denna utveckling ansågs vara god stämföring. Ännu idag anses kvarten vara dissonant i vissa sammanhang.

Under CDC4 utvecklas Rameaus¹⁸ första princip angående det fundamentala ljudet, musikens harmoniska centrum. Enklare uttryckt, grundtonen. Detta kallar Tenney för the dissonant-note concept.¹⁹ Förhållandet till konsonans-dissonans problematiken blev mera funktionellt. Om musiken rör sig bort från dess harmoniska centrum skapas dissonans och då förväntas musiken återvända till konsonans, likt en orolighet som vill upplösas. M.a.o. presenteras nya semantiska begrepp under denna tid. Det mest anmärkningsvärda under denna tid var dock tritonus, som blev ansedd att vara dissonant.

Under CDC5 likställs dissonans med strävhet och svävningsteorin och erkännandet för denna psykoakustiska teori går ofta tillbaka till Helmholtz (1863²⁰). Helmholtz lade märke till att två sinustoner som är tillräckligt nära varandra ger upphov till svävningar, en pulsation med styrkevariation. Denna svävning uppfattas som en ton och har en frekvens som är genomsnittet av de två sinustonernas och vars svävningfrekvens är skillnaden mellan sinustonernas frekvenser. Ju närmare sinustonerna kommer varandra, desto långsammare blir svävningfrekvensen. Helmholtz likställer alltså dissonans med dessa svävningar som uppstår i intervall. Han hävdade även att maximal strävhet uppstår då skillnaden mellan två frekvenser är 30-40 Hz, oavsett tonhöjd. I själva verket är det mer komplicerat än så. Dissonansen beror på de enskilda tonernas klangfärg och spektrum. Den senaste konceptperioden har Tenney därför kallat för ”timbral consonance and dissonance”.²¹ Många moderna forskare har satt åt sidan denna fråga inom musikteorin, men forskning görs fortfarande inom t.ex. de psykoakustiska och kognitiva disciplinerna.

16 Carl Stumpf var psykolog och 1800-tals teoretiker

17 Tenney 1988: 30. Tenney citerar bl.a. ur Stumpfs artikel ”Konsonanz und Dissonanz” (1898)

18 Jean-Philippe Rameau var en kompositör och inflytelserik musikteoretiker (1683-1764)

19 Tenney 1988: 70

20 Herrmann von Helmholtz (1821-1894), tysk fysiolog och fysiker. Helmholtz inflytelserika bok ”On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music” publicerades första gången år 1863 på tyska.

21 Tenney 1988: 100

Kritisk bandbredd

Det frekvensavstånd som krävs för att uppfatta två sinustoner som skilda toner kallas för kritisk bandbredd (eng. *critical bandwidth*). När två toner hamnar inom samma kritiska bandbredd, uppkommer strävhet. Den kritiska bandbreddens biologiska förklaring finner man i basilarmembranets förmåga att uppta signaler. Basilarmembranet finns i innerörat och vibrerar då den utsätts för ljudvågor. På ytan av membranet finns små hårceller som böjs och omvandlar dessa vibrationer till nervimpulser som skickas vidare till hjärnan. Dessa hårceller har var och en sitt eget frekvensområde som de reagerar på²². Hårceller fungerar som ett bandpassfilter som släpper igenom ett frekvensområde och filtrerar bort övriga frekvenser²³. Då det uppstår oklarheter vilket nervband som skall agera, uppstår denna dissonanta och ibland motbjudande strävhet. Denna typ av fysiologisk dissonans kallas även för sensorisk dissonans.

Maximal strävhet uppträder inte vid samma svävningsfrekvens utan beror även på hur ljusa eller mörka (låg- och högfrekventa) tonerna är. Plomp och Levelt²⁴ genomförde undersökningar (liksom många andra under denna tid) och kom fram till att maximal strävhet vid lägre toner fås då även svävningsfrekvensen är lägre. Maximal strävhet visade sig befinna sig vid en svävningsfrekvens som motsvarade en kvarts kritisk bandbredd. Denna kritiska bandbredd är olika stor i olika frekvensområden. Vid lägre frekvenser (under 500 Hz) är den kritiska bandbredden kring 100 Hz, men för högre frekvenser ökar den linjärt så att den befinner sig ungefär vid en lites ters.

Jerkert gjorde ett syntesförsök²⁵ och konstaterar att man kan se denna problematik som en konflikt som under de senaste 140 åren delat upp sig i två olika läger. Det ena lägret vill utgå från en tvåklang och förenkla problematiken till ett enkelt koncept, strävhet p.g.a. svävningar eller sammansmältning till en enhet (*Versmeltzung*). Denna förhållning har utvecklats av akustiker sedan 1960-talet. Det andra lägret består av musiker och musikvetare som utgår från harmoniläran, funktionsharmoniken,²⁶ och ger endast innebörd åt dissonans och konsonans i ackordsammanhang och ser m.a.o. dessa som dynamiska begrepp.

22 Benson 2007: 10

23 Benson 2007: 151

24 Benson 2007: 150 efter Plomp & Levelt (1965)

25 Jerkert 2002

26 Funktionsharmonik kan beskrivas som harmonik som drivs framåt av ackordens inbördes krafter. Utvecklades under dur/moll tonalitetens genombrott under 1600-talet (barocken).

Dissonanskurva

Detta är en strävhetsskurva som skapas utgående från ett givet spektrum (klangfärg) och anger var i ett spektrum dissonansen är ett minimum. Med en dissonanskurva kan man närma sig en stämning som har instrumentets spektrum som utgångspunkt. Med en dylik kurva kan man reglera den önskade sensoriska konsonansen för ett givet spektrum. Ett spektrum och en skala sägs vara relaterade till varandra, om dissonanskurvan för detta spektrum har sitt minimum vid skalans positioner.²⁷

Anta att en kurva är en funktion av två rena sinustoner med varsin specificerad amplitud. Om bokstaven d representerar höjden på kurvan vid en angiven punkt, kan förhållandet mellan dessa toner uttryckas på följande sätt; $d(f_1, f_2, a_1, a_2)$

varvid f_1 är frekvensen av den lägre sinustonen, f_2 frekvensen av den högre sinustonen, a_1 och a_2 är tonernas amplitud. Om det är fler än två sinustoner är det möjligt att addera den dissonans som förekommer. Anta att F har tre deltoner vid f_1, f_2, f_3 , med amplituderna a_1, a_2 och a_3 . Då är dissonansen för F summan av all dissonans mellan dessa deltoner, summan av $d(f_i, f_j, a_i, a_j)$ då i och j åtar sig alla värden mellan 1 och 3.²⁸ En dissonanskurva anger frekvensen i det horisontala ledet och sensorisk dissonans som en stigande funktion i det vertikala ledet. Utgående från spektrat, bildas en kurva som skär ner på de frekvensvärden som är konsonanta. Med en sådan kurva kan man se hur sensorisk dissonans varierar längs med frekvensbandet.²⁹ För att summera detta, en dissonanskurva kan användas som redskap för att hitta en lämplig skala för ett spektrum, och även hitta ett lämplig stämningssätt för ett t.ex. icke-harmoniskt spektrum. Sethares ger tre exempel på hur man kan finna spektra för icke-harmoniska ljud, rita dissonanskurvan och spela med ett stämningssätt som passar in.³⁰ Detta går dock utanför denna studie, då spektrum som iakttas är vanligt förekommande västerländska instrument.

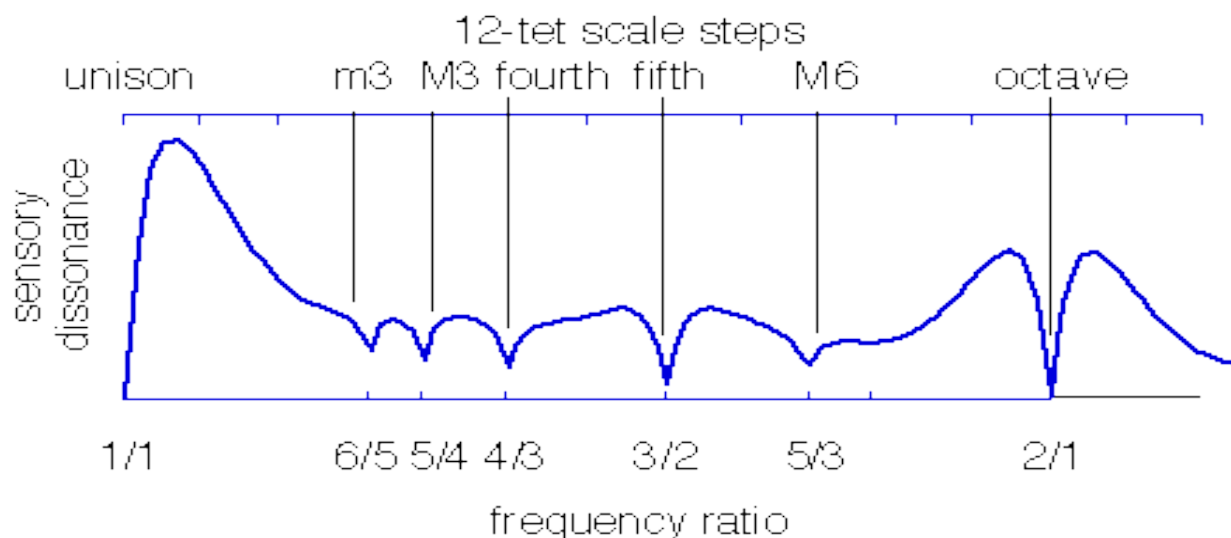
27 Sethares 1998: 89

28 Sethares 1998: 91

29 Sethares 1998: 45

30 Sethares 1998: 123

Ex. på en strävhetsskurva som återger den upplevda dissonansen för komplexa toner med harmoniska deltoner:



Källa: (<http://eceserv0.ece.wisc.edu/~sethahares/consemi.html>)

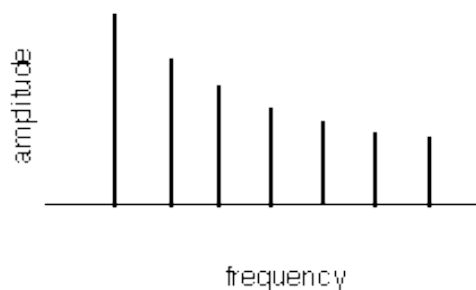
Deltonserien

En delton är en sinuston. De flesta musikinstrument, inklusive människorösten, alstrar harmoniska deltoner. Dessa deltoner är jämna multipler av grundtonen (den första deltonen) och kallas även för övertoner. Det är dessa övertoner som bidrar till att skapa instrumentets identitet och klangfärg. Denna kvalitet beror främst på övertonsserien (eller den harmoniska deltonserien), men andra faktorer som attack (anslag) och decay (hur länge tonen klingar) påverkar även klangfärgen. För västerländska instrument är dessa övertoner harmoniska (förutom cymbaler, klockor osv). Men vad som skiljer åt mellan instrumenten är styrkan av dessa deltoner. Deltonsserien upptäcktes av matematikern Jean Baptiste Fourier, formuleras i Fouriers Teorem och kallas även för Fourier serien. Grundidén är att en kontinuerlig periodisk funktion kan beskrivas som summan av ett antal sinusfunktioner som varierar i amplitud. Dessa sinusfunktioner har en frekvens som är en heltalsmultipel av den lägsta frekvensen (grundtonen) i den periodiska funktionen.³¹ M.a.o. om ett piano, oboe eller flöjt spelar ett C vars frekvens är 120, består den klingande tonen av deltoner vars frekvenser är 220, 440, 880, 1760 osv. Däremot kommer detta C att låta olika fastän instrumenten är av samma slag, eftersom alla instrument har en unik struktur och fysisk kropp. Även musikerns förhållande till instrumentet (speltekniken) påverkar klangfärgen. Ju kraftigare tonen sätts i rörelse, desto flera högfrekventa övertoner brukar finnas representerade i tonen. Tonhöjderna i övertonsserien närmar sig varandra ju högre upp i frekvens de kommer, vilket innebär att två intervall, fastän intilliggande i skalan, inte har samma struktur och klang.³²

31 Benson 2007: 36

32 Sethares 1998: 65

Deltonseriens toner har ett naturligt heltalsförhållande till varandra och presenterar således en ren stämning. De står m.a.o. i kontrast till den liksvävande stämning som många instrument stäms i. Detta stapeldiagram visar det vanligaste sättet att presentera en deltonserie för ett givet spektrum. Ena ledet anger deltonerna och det andra ledet amplituden för ifrågavarande deltoner. Här ser man också tydligt hur förhållandet mellan deltonerna är konstant.



Källa: (<http://eceserv0.ece.wisc.edu/~sethahares/consemi.html>)

Deltonerna 4:5:6 i den harmoniska deltonserien bildar en så kallad ren durtrekläng som ligger till grund för den rena stämningen.

2.3 Skalar och stämningssystem

I västerländsk historia har stämningssystemet gett upphov till olika skalar och tempereringar. Enligt Barbour³³ är skalar (baserade på oktaven) kategoriserade i fem breda grupper: Pythagoreiska, ren intonation, medeltonstemperering, liksvävande och irregulära system.³⁴

Pythagoras förstod sambandet mellan konsonans och enkla talförhållanden. Pythagoras skala konstrueras, liksom namnet antyder, med hjälp av det enkla talförhållandet 3:2 och 2:1. M.a.o. sker stämningen i sekvenser av kvinter som har talförhållandet 3:2. Genom att gå upp tolv kvinter och ned sju oktaver befinner man sig nästan vid samma utgångspunkt. Skillnaden mellan den ursprungliga utgångspunkten och den som pythagoreisk stämning gett upphov till kallas för Pythagoreiskt komma eller diatonisk komma.³⁵

I en skala som är tempererad, är pythagoreiskt komma utspridd mellan tonerna för att tillfredsställa olika intervall gentemot andra. Medeltonstempereringen löser problemet genom att justera kvinterna vilket i sin tur leder till renare terser. Den vanligaste varianten av medeltonstemperering kallas för ”quarter comma mean tone” (eller classical mean-tone). Här tempereras alla kvinter (från pythagoreiska 3:2) med en fjärdedels syntoniskt komma,³⁶ vilket leder

33 Benson 2007: 162 efter Barbour (1951)

34 Benson 2007: 162

35 Matematiskt kan detta uttryckas $3^{12} / 2^{19} = 1.013\ 643\ 265$
Benson 2007: 163

36 Syntoniskt komma= skillnaden mellan pythagoreisk ters och ren stor ters

till en ren stor ters.

En annan signifikant kategori av skalor är de irregulärt tempererade. Dessa irregulära, även kallade vältempererade skalor, är tolv-tonskalor som förskjuter tonerna i en medeltonstemperering så till vida att det skulle vara möjligt att framföra verk i alla tolv tonarter.

Liksvävande temperatur (12tet)

Kompositörer drog tidigare nytta av de bästa kvaliteterna i olika tempereringar och dessa kvaliteter stod som grund för musikens expressivitet. Detta medför att musiken är mest effektiv då den framförs i ursprunglig temperering. Under 1800-talet var liksvävande temperatur bland teoretiker allmänt accepterad, men i praktiken användes ”kvasi equal system” och detta var en högt utvecklad konstform som innefattade tonfärgning och tonkaraktär. Både tempereringen och musiken var alltså tonal (förhöll sig till en centralton). Vissa toner diskrimineras till förmån för andra toner, men inte i en sådan utsträckning att det skulle skada perceptionen av de toner som anses mindre viktiga. Denna konstform är bortglömd. Fastän denna uppsats inte handlar om dessa tempereringar, är det ändå någonting som står i relation till vår nuvarande 12tet och värt att reflektera över. Under 1900-talet utvecklades musikstilar som inte längre höll fast vid den diatoniska skalan och en grundton. För denna atonala musik är den enda passande tempereringen den atonala liksvävande. Fastän liksvävande temperering blev helt nödvändig först under 1900-talets snabba utveckling, är det inte en ny teori i sig. Kineser var medvetna om detta på 2700-talet f.Kr. Och i Europa har bandförsedda instrument blivit ungefärligt stämda på detta vis redan under 1500-talet. Teoretiker förespråkade detta, men hade inte en praktisk lösning för att uppnå denna stämning. De försökte kopiera toner från monokord, vilket inte gav ett korrekt resultat. Praktiserande musiker stämde däremot med örat och hade ett förhållande med tonfärger. Om man stämmer en oktav med 13 toner i ren stämning, innebär det att hälften av ackorden och harmonin presenteras i bästa form. M.a.o. för att uppnå perfektion är hälften av tonerna ostämda. 12tet är en total kompromiss mellan dessa ostämda och stämda toner. 12-ton liksvävande temperatur är en skala vars semitoner har likvärdiga förhållanden sinsemellan. Då oktaven är i förhållande 2:1, innebär det för semitoner i denna skala ett förhållande som är $2^{1/12}$: 1.

Akustikern Alexander Ellis skapade ett mått som han kallade för cent och konverterade intervallförhållanden till cent.³⁷ Han konverterade ratios till cent och med hjälp av logaritmiska tabeller analyserade han tempereringar och räknade ut commas och ratios.

Ellis tabeller visar att det inte stämades liksvävande under 1800-talet. Det saknades nödvändig akustisk information för att stämma i liksvävande temperatur. En annan orsak var att

37 Publicerades i Alexander Ellis artikel ”On the Musical Scales of Various Nations” år 1885

det ännu under detta sekel framstod som en högt utvecklad konstform och varje ton och ackord hade estetiska värderingar. 1900-tals liksvävande stämning är däremot i första hand en matematisk skicklighet. Det enda som förblivit en konstform är stämningen och kvaliteten av unisonen och oktaven, isynnerhet i det lägre registret. Intonering är ännu en konstform.³⁸

Detta liksvävande stämningssystemet utvecklades p.g.a. pianots allt större position i vår kultur (och våra hem) och det underlättade även bygget av mekaniska klaviaturinstrument.³⁹ Många anser att detta system saknar uttrycksfullhet och karaktär. Dött, grått och livlöst. För mollackord (intervall med kvint och liten ters) skapar liksvävande temperatur däremot en renare 19:e delton (liten ters) i jämförelse med harmonisk intonation som skapar två differenster⁴⁰ som inte hör hemma i det ursprungliga mollackordet. Denna temperering är m.a.o. en bra kompromiss för intervall såsom en kvint och liten ters, men inte för musik med durackord.⁴¹

Ren stämning (Just Intonation)

Denna skalkategori hänvisar till all stämning som grundar sig på små, heltalsförhållanden mellan frekvenser i en skala. Detta är vår naturliga förhållning till hur vi hör harmoni och är grundläggande för den klassiska musikteorin.⁴² Om ett instrument med fast tonhöjd stäms enligt detta system, begränsar det användandet av tonarter och ackord stort. Det beror på att skalan är uppbyggt av heltonssteg som är olika stora. I kapitlet om deltoner konstaterades att deltonerna 4:5:6 i den harmoniska deltonserien bildar en så kallad ren durtrekläng. Om tre sådana treklänger kombineras får man tonmaterial till en skala.

Exempel på heltalsförhållanden:

Intervall	frekvensförhållande	intervallförhållandet i cent
ren kvint	2 : 3	702
ren kvart	4 : 3	498
stor ters	4 : 5	386
liten ters	5 : 6	316
naturseptima	4 : 7	969

38 Jorgensen 1991: 1

39 Benson 2007: 167

40 Differenster eller kombinationstoner är ett psykoakustiskt fenomen. Då två olika sinustoner spelas upp samtidigt så kommer örat att producera egna toner som är baserade på dessa två toners frekvensförhållanden. Vissa differenster är mera framträdande och hörbara än andra. Dessa kallas även för spöktoner eller Tartini-toner. http://www.s3.kth.se/sip/courses/2E1390/2004/Norvell_Olsson/sp/index.html

41 Mohrlök, Werner: "Hermodetuning"

42 Benson 2007: 167

2.3 Adaptiv stämning

Detta är en metod att justera tonhöjd dynamiskt för att uppnå en naturtrogen återgivning av valda intervall, detta genom att samtidigt möjliggöra modulationer oavsett tonart. En adaptiv stämningsslag algoritm ändrar tonhöjden i ett musikaliskt framförande för att maximera sensorisk konsonans. Generellt fungerar detta som en dynamisk ”Just Intonation” och verkar utan musikalisk kännedom om tonart eller harmoniskt centrum.⁴³ Adaptiv stämning fungerar i relation till ljudspektra och fungerar även med klangfärg av icke-harmoniskt spektrum. Stycket som spelas, ackord och melodier tenderar att bli mera i stämning med sig själva.⁴⁴ Detta maximerar m.a.o. den sensoriska konsonansen.

Utgående från dissonans-kurvan räknar algoritmen ut graden av dissonans och förflyttar tonerna till det minsta minimum i kurvan.⁴⁵

Hermode

Hermode Tuning (HMT) är en metod att dynamiskt justera stämningen på elektroniska instrument gentemot ren stämning. HMT håller stämningen nära liksvävande temperatur, så att framförandet är kompatibelt med vanliga instrument. Detta elastiska system stämmer om nästan varje not och är utvecklat för att åstadkomma en omstämning som är nästan ohörbar.⁴⁶ Systemet är skapat av Werner Mohrlök (1988) som ett resultat av hans egna praktiserande inom kammarmusik och orkestermusik. Instrumentalister i en bra orkester försöker nå ren intonation och en liksvävande orkester skulle låta svag och sträv. Mohrlöks ideal är att presentera elektroniska orkestrala ljud mera ursprungligt. Detta är naturligtvis den mest naturliga egenskapen för ett dylikt stämningssätt och får en maximal användbarhet med instrument med variabel intonation, åtminstone i konventionell mening. Precis som orkestermedlemmar stämmer sinsemellan i realtid, fungerar HMT på samma dynamiska sätt. Syftet med Hermode finner man i frågeställningen om varför det är värt mödan att justera ett tempererat klaviatur då det generellt anses vara i optimal stämning. Så är dessvärre inte fallet, all form av fixerad stämning är en rätt så vag kompromiss och fastän Hermode Tuning inte kan skjuta bort problemet, så kan den minimera det.⁴⁷ HMT består av ett femtiotal frekvenser i en oktav och använder sig av en uppslagstabell för att justera midinoter med olika tabeller för t.ex. olika tonarter. Instrument som har försökt att konstruera oktaven med

43 Sethares 1998: 147

44 Sethares 1998: 164

45 Sethares 1998: 148

46 Mohrlök 2003

47 http://www.hermode.com/html/tuning-history_en.html

tonantal utöver det vanliga har visat sig vara mödosamt och opraktiskt att spela. HMT har en databas av intervall och ackord upp till sex toner och möjliggör att programmet snabbt kan identifiera intervall och ackord. Hermode-programmet analyserar de tio senaste ackordstrukturerna⁴⁸. Varför det exakt är tio är endast av praktiska orsaker, förklarar Mohrlök. Då det elfte ljuder, elimineras det första ackordet från systemet osv.

Eftersom HMT stämmer om intervall och ackord måste dessa intervall- och ackordstrukturer anges. Detta system har som utgångspunkt att åstadkomma rena terser och kvinter. M.a.o. är det intervallen liten ters, stor ters och kvint som aktivt styr intoneringen. Dessa intervall bildar strukturer som HMT följer efter. En struktur ser ut på följande sätt: F, A, C, E, G, B (m.a.o. små och stora terser). Om tre toner från denna struktur spelas upp, kommer HMT att intonera enligt den. Denna struktur säger oss även att fler än sex toner inte har en färdigställd omstämning. Låt oss ta en ters, c-e. För att detta intervall skall vara rent måste intervallet förskjutas med 14 cent (från 400 till 386 cent). Därefter förhåller sig intervallet så nära som möjligt referenslinjen (12tet) och det leder till att tonen c förskjuts 7 cent ovanför linjen, medan e förskjuts 7 cent nedanför (7+7=14). Tonernas avstånd till referenslinjen är då nollställd. I nedanstående bild är tre stycken ackord adaptivt stämda kring den liksvävande referenslinjen.



Källa: (www.hermode.com)

Detta leder till andra förskjutningar, då tonstrukturen ser annorlunda ut. I första ackordet eftersträvar stämningen ett a-moll ackord (liten ters/ren kvint). För att åstadkomma en ren liten ters förskjuts intervallen med 16 cent längre ifrån varandra. En ren kvint har 2 cent större intervall mellan A och E tonerna. Bilden visar hur förskjutningen jämnats ut på vardera sida av referensen⁴⁹ och det är detta som även gör denna adaptiva stämning kompatibel med liksvävande stämning.

En fråga som dyker upp vid en ren stämning av ters och kvint är ackord bestående av naturseptiman. Det naturliga i denna septim är intervallförhållandet med kvinten, nämligen en liten ters (5:6). Detta leder däremot till ett stort kompatibilitetsproblem gentemot referensstrecket, då den lilla tersen från kvinten skulle skjutas upp 16 cent. Därför justeras detta intervall nästan till en tempererad position.⁵⁰

Då toner spelas upp som inte hör till färdiga strukturer betyder det inte alltid att dessa

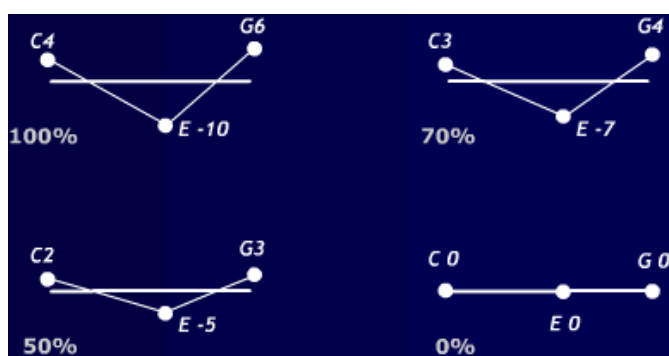
48 Ett exempel på en kadens bestående av tio ackord stämt enligt HMT presenteras i lyssningstestet, sekvens nr. 13, 14 och 15.

49 Så här kan detta uttryckas algebraiskt: $(-6)+(-4) = -10$, vilket jämnar ut tonen c, $10-10=0$

50 Mohrlök 2002: 4

intoneras enligt liksvävande temperatur. T.ex. om ett förminskat ackord C-E-G# framförs och det första inkommande "Note On"⁵¹ meddelandet är C-E, stäms dessa i ren intonation och G# stäms liksvävande. Om tonerna E-G# upprepas efter detta kommer dessa inte att omstämmas, för att undvika hörbar omstämning. HMT håller alltså fast vid dessa frekvensvärden endast om dessa specifika toner upprepas. För övriga strukturer som inte är definierade, tempererar systemet enligt ordningen mellan inkommande "Note On" meddelanden. Detta kan betyda att ett komplex ackord eller harmoni låter annorlunda vid upprepning. Däremot är det inte så hörbart vid just komplexa ljud.⁵² I ett adaptivt system kan det mycket väl förekomma hörbar omstämning. Detta varierar delvis med frekvensomfånget, ett område kring 500-4000 Hz är ett känsligare område för hörbar omstämning. Viktigt att komma ihåg är att olika ljud är olika känsliga för att bli utsatta för intoneringsförändringar. Ett klart ljud är mera känsligt än ett ljud med t.ex. chorus effekt. För att minimera hörbarheten av dessa stämningsåtgärder, förflyttar HMT referenslinjen med 3 till 4 cent.⁵³ Detta anses vara den mängd som maskeras av de nya tonerna och därmed befinner sig under det hörbara. Ett bra exempel är ackordbytet från C-dur till C-moll. Detta ger vanligtvis upphov till en stor förskjutning av tonikan (C) och för att minimera denna förskjutning trycks referenslinjen ned med 3 cent. Eftersom denna förskjutning av referenslinjen kan fortsätta oändligt, är HMT begränsad till en förskjutning på 20 cent.

Den kanske tydligaste nackdelen som kan uppstå i ett HMT styrt material är en vandrande tonhöjd, men kan justeras med en parameter som styr hur djupt stämningen görs och kan ställas in från 0% till 100% HMT. Exempelvis vid 100% är C-E intervallet förskjutet med 14 cent (likt bilden ovanför) och vid 50% är förskjutningen endast hälften så stor, 7 cent.



Källa: (www.hermode.com)

51 "Note-On-message" innehåller information om hur hårt miditangenten trycks ned och på vilken ton.

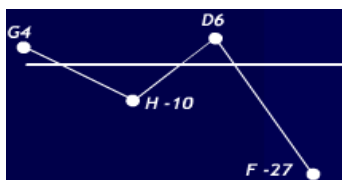
52 Mohrlök 2002: 5

53 Mohrlök 2002: 5

I ett logic spår kan även HMT markeras bort, vilket möjliggör att kombinera Hermode med t.ex. liksvävande temperatur. Mohrlök förklarar, om musik komponeras för stråkar (stämt med HMT) och piano som är stämt i liksvävande temperatur, kan man med fördel reducera HMT djupet för stråkarna till 70%. Mohrlök gillar själv ”All-instruments-HMT-Corrected” och konstaterar att bedömningen är av subjektiv karaktär.⁵⁴

Funktioner i Logic (fr.o.m. Pro 7)

HMT har olika programmerade variationer i Logics ”Tuning Settings”, så kallade ”HMT modes”. *Classic 3/5* modaliteten leder till (i den utsträckning som möjligt) ren ters och kvint. *Pop/Jazz 3/5/7-all* modaliteten lägger till en naturseptima I7 som är skriven för musik vars slutackord är t.ex. F-A-C-Eb och som inte (likt ett dominantackord) går tillbaka till tonikan. Septiman får ett mycket konsonant frekvensförhållande och om den används i dominantackord eller polyfonisk musik kan hörbar omstämning uppstå. Detta är dock subjektivt, förklarar Mohrlök, som även känner till välutbildade organister som föredrar barockmusik med denna speciella modalitet.⁵⁵



Källa: (www.hermode.com)

Baroque 3/5 adaptive modaliteten kontrollerar harmonin och presenterar den i olika ”tonkaraktärer” och favoriserar ackord som är i centrum av tonarten. Ackord nära toncentrum stäms i ren stämning, medan andra längre bort stäms mindre perfekt. Därför ger denna modalitet tonkaraktär, liksom vältempererade eller andra motsvarande irregulära tempereringar. Ett historiskt stämsystem bildar vissa ackord bättre än 12tet, andra sämre än 12tet och de bästa ackorden är alltid nära C-dur (framförallt F- och G-dur), oavsett tonalitet. HMT Baroque stämmer ackorden nära toncentrum rent utgående från vad som framförs (!) och kontrollerar alla ackord bättre än 12tet.⁵⁶ Tempereringen förändras m.a.o. under framförandet och är mer distinkt då tonaliteten är tydlig. Med denna funktion sker mindre omstämning och är t.ex. lämpligt för instrument som är känsliga för omstämningar (orgel, cembalo).

54 E-post från Werner Mohrlök till Dennis Leidenius 28 januari 2011

55 E-post från Werner Mohrlök till Dennis Leidenius 28 januari 2011

56 Mohrlök 2002: 9

2.4 Tidigare forskning

I en studie genomförd 2002⁵⁷ deltog 40 personer (stråkmusiker, pianister, icke musiker) i en preferensundersökning för olika stämsystem. De tvingades att göra preferensval mellan stämningssystem och även värdeomdömen om renhet och briljans. Resultatet visade att preferens för stämningssystem inte enbart förekom mellan deltagarna, utan även mellan musikval och klangfärg. Studien understryker att en generell preferens för ett och samma stämningssystem verkar vara en alltför enkel lösning. Slutsatsen är att faktorer som styr ens preferens är musikalisk kännedom, igenkännlighet, klangfärg och styckets musikaliska kontext (förledande melodi och styrkan av svävningar). Vitouch och Kahn summerar att det verkar vara överambitiöst att försöka följa ett ideal av ren stämning i de flesta musikaliska kontexter. En klar orsak, som även genomsyrar hela studien, är att det är mödosamt och svårt att åstadkomma en ren stämning⁵⁸. Här kan poängteras att studien inte nämner någonting om adaptiv stämning, som skulle ha underlättat studiens intention att presentera ren stämning. Studien visar även att en ren stämning inte nödvändigtvis är det naturligaste valet. Undersökningens icke musikaliska och ”naiva” grupp (likgiltig visa vi preferens) valde inte systematiskt ren stämning.

57 Kathrin Hahn & Oliver Vitouch 2002

58 http://cognition.uni-klu.ac.at/download/Publikationen/Vitouch/Hahn_Vitouch_2002.pdf

3. Metod

Stimulus

Ett lyssningstest genomförs med följande musikaliska sekvenser som stimuli:

- Två terser (c- e, e- g) spelas efter varann som åtskilda intervall och därefter som ett ackord (c- e- g)
- Kadens bestående av fyra ackord (I/ IV/ V/ I)
- kadens bestående av tio ackord
- Bach Preludium C-Dur BWKI
- ”Vom Himmel Hoch” J. S. Bach
- ”Auld lang syne” Traditional, arr. Don Gray
- ”Pathétique 2. Satz”, L. Van Beethoven
- Das Wohltemperierte Klavier, Fuga Nr. 1 C-Dur BWV 846, J. S. Bach

Intervall, ackord och kadenser har spelats in i Logic Pro 8. Steinway Piano Studio användes som klangfärg för piano och Pipe Organ (Toccata Organ) för orgel. M.a.o. presenterades ackord och kadenser i två olika klangfärger. Orgeln har ett rakt ljud och svävningar kan höras tydligare. Detta i motsats till pianots ansats som snabbt tynar bort. Vid intervall- och ackordlyssningen tvingades subjekten välja mellan A eller B, liksvävande temperatur eller Hermode. Intervall, ackord och kadenser presenterades i både ostrukna (c°) och ettstrukna (c^1) toner. Människoörat uppfattar dissonans olika på frekvensband, vilket gör att bedömningen kan variera vid olika register. Hermode-stämningens justeringar hörs tydligast vid frekvenser mellan 500 och 4000 Hz.⁵⁹ Kompositionerna bestod, förutom ”Auld long syne”, av Bachs och Beethovens musik. ”Vom Himmel hoch” och ”Auld lang syne” framförs på träblåsinstrument. ”Pathétique 2. Satz” och BWV 846 framförs på piano. Samtliga musikaliska kompositioner i detta lyssningstest (utom Bachs Preludium) finns även presenterade på Hermodes hemsida.⁶⁰ Dessa framförs med Apple Logic 7 (piano) och Capella Vienna Symphonic Library Opus1 (träblåsinstrument). Allting som presenterades var identiska i ljudstyrka, tempo och frasering, förutom intoneringen. Varje stimulus presenterades i liksvävande temperatur respektive Hermode Tuning. Hermode parametern var på 100% i alla sekvenser utom i Bachs preludium, då den sänktes till 70% för att presentera stycket i

59 Wohrlok 2003

60 http://www.hermode.com/html/hermode-tuning-examples_en.html

möjligast god (välklingande) form.

Material för lyssningstestet är taget från Hermodes hemsida och tanken var att låta materialvalet för detta lyssningstest styras av hur de själva presenterar deras intonationsverktyg. Lyssningstestet begränsades till femton minuter av praktiska skäl. Ett dylikt lyssningstest skulle lika väl vid andra omständigheter ha kunnat uppgå till en timmes lång session. Människoörat kräver nämligen en viss anpassningstid för uppmärksam lyssning.

Deltagare

För detta lyssningstest valdes en blandad grupp unga utövande musiker. Gruppen av deltagare bestod av elva elever från yrkes- och högskoleförberedande musikerutbildningen på musikkonservatoriet i Falun. Medelåldern rörde sig kring 18 år. Deltagarna var informerade om detta lyssningstest, vilket gjorde det möjligt att genomföra på undervisningstid under en historielektion. Närvarande författare befann sig i Falun under denna undersökning och det kändes som ett naturligt val att genomföra lyssningstestet på Musikkonservatoriet med musiker som har ett nära förhållande till västerländskt tonspråk.

4. Genomförandet

Lyssningen ägde rum på Musikkonservatoriet i Falun (2010-12-02). Testet presenterades på undervisningstid för hela gruppen via högtalare. Fyra högtalare var placerade i rummets alla hörn och omringade deltagarna som satt i mitten av rummet. I testet användes en datoriserad röst för att guida lyssnarna igenom testet. Lyssningen började med intervall/ackord och lyssnarna skulle föredra A eller B, liksvävande eller HMT. Varje A/B lyssning upprepades en gång. Först presenterades ostrukna intervall och kadenser och därefter ettstrukna. Sedan spelades ännu en gång ostrukna och ettstrukna kadenser med varsin upprepning. Då längre stimuli spelades upp fick lyssnarna bedöma stämningen på en attitydskala av typen likertskalan.⁶¹ I denna skala angavs svarsalternativ från ett till fem (icke stämt - mycket stämt). Nackdelen är att svaren är subjektiva och skalan kan upplevas olika bland respondenterna. Däremot erbjuder denna skala nyanserade svar i motsats till uteslutande ja/nej svar. En dylik skala känns nödvändig vid bedömning av ett längre stycke. Sekvenserna har nyansskillnader i sig själva och stämheten kan variera under styckets gång.

En längre pianokadens presenterades först vid 100% HMT och därefter drogs parametern ned till 0%, m.a.o. liksvävande. Kadensen presenterades sedan ännu i 70% HMT.⁶² Bach Preludiums första åtta takter presenterades i 70%HMT och 0%. Sedan spelades ytterligare 14 takter upp i 0% respektive 70%. ”Vom Himmel hoch” (J. S. Bach) och ”Auld lang syne” spelades upp både i Hermode och tempererad stämning. Dessa stycken framförs av träblåsinstrument (MIDI) som är instrument med variabel intonation. ”Pathétique 2. Satz” (L. Van Beethoven) och Wohltemperiertes Klavier Fuga Nr. 1 C-Dur BWV 846 (J. S. Bach) är två pianostycken och presenterades i HMT för att se hur bedömningen skiljer åt. Till sist spelades en sekvens av Bachs pianostycke i tempererad version.

Lyssningstestet är upplagt på internet och har följande internetadress:

http://dl.dropbox.com/u/7126185/Hermode_Listening_test.aif

61 Likertskalan är en skala som forskaren använder för att mäta olika attityder hos respondenten. Denna skala brukar omfatta antingen fem eller sex svarsalternativ, där respondenten markerar i vilken grad han/hon instämmer.

62 kadensen stämt med HMT är taget från Mohrlöks text där de ackordspecifika stämningvärdena finns visuellt beskrivna. Mohrlök 2003:12

5. Resultat

Antalet val av HMT respektive TMP summerades ihop för alla sekvenser och deltagare. Eftersom ett stort antal material spelades upp två gånger, ger resultatet även indikationer huruvida bedömningen var slumpmässig eller om ingen kvalitetsskillnad upplevdes mellan HMT och TMP. För de sekvenser bedömda med attitydskalan räknades ett typvärde⁶³ ut.

Resultat-tabell för intervall- och kadenslyssning

I denna resultat-tabell är alla deltagares preferenser för den första respektive andra uppspelningen uppställda intill varandra.

Ex. Då den klassiska sångerskan (i första kolumnen) lyssnade till ostrukna pianointervall föredrog hon TMP både på första och andra uppspelningen. Blockflöjtisten föredrog TMP på första, men HMT på den andra uppspelningen osv. (exemplen är markerade med **bold**).

”Motstridiga fall” syftar på det antal svar då deltagaren vid andra uppspelningen svarat annorlunda än vid första uppspelningen (fastän uppspelningarna var identiska).

huvudinstr./biinstr.	klassisk sång/piano	blockflöjt/fiol	klassisk sång/viola	kontrabas/elgit.	sång/cembalo	
Intervall (piano):	1:a 2:a uppspelning					
ostrukna	TMP TMP	TMP HMT	TMP TMP	TMP TMP	TMP TMP	
ettstrukna	TMP HMT	TMP TMP	TMP TMP	HMT HMT	HMT HMT	
orgel	TMP TMP	HMT TMP	TMP HMT	TMP TMP	TMP TMP	
Kadens ostrukna c (piano)	HMT TMP	TMP TMP	TMP TMP	HMT TMP	TMP TMP	
2:a uppsp.	HMT HMT	TMP TMP	TMP HMT	HMT TMP	TMP HMT	
Kadens ettstrukna c (piano)	HMT TMP	TMP HMT	TMP HMT	HMT TMP	HMT HMT	
2:a uppsp.	TMP HMT	TMP TMP	TMP TMP	HMT HMT	HMT HMT	
Kadens (orgel)	HMT TMP	HMT TMP	TMP TMP	HMT TMP	HMT HMT	
Kadens 10 ackord						
HMT 100%		3	3	4	2	2
HMT 0%		4	4	3	3	3
HMT 70%		5	3	5	2	4

63 Typvärdet är medeltalet och m.a.o. den mest förekommande siffran i ett sammanhang.

huvudinstr/biinstr.	blockflöjt/sång	jazz sång/piano	fiol/sång	viola/piano	klassisk gitarr	orgel/piano	
Intervall (piano):							
ostrukna	TMP TMP	TMP TMP	TMP HMT	TMP HMT	TMP TMP	TMP TMP	
ettstrukna	TMP HMT	TMP TMP	HMT HMT	HMT HMT	HMT HMT	TMP TMP	
orgel	HMT TMP	TMP TMP	HMT HMT	HMT HMT	HMT HMT	TMP HMT	
Kadens ostrukna c (piano)	TMP TMP	HMT HMT	TMP TMP	HMT HMT	HMT HMT	TMP HMT	
2:a uppsp.	TMP TMP	TMP HMT	TMP HMT	HMT HMT	HMT TMP	HMT HMT	
Kadens ettstrukna c (piano)	HMT TMP	TMP TMP	HMT HMT	HMT HMT	HMT HMT	HMT HMT	
2:a uppsp.	TMP HMT	TMP TMP	HMT HMT	HMT HMT	HMT HMT	TMP TMP	
Kadens (orgel)	TMP TMP	TMP TMP	HMT HMT	HMT HMT	HMT HMT	HMT HMT	
Kadens 10 ackord							
HMT 100%		2	4	4	3	3	2
HMT 0%		3	-	3	5	3	4
HMT 70%		2	5	3	3	4	4

SAMMANSTÄLLNING (intervall/kadens)

intervall 0	svar 1	svar2	varav motstridiga fall			
antal HMT	0	3	3			
antal TMP	11	8				
intervall 1						
antal HMT	5	7	2			
antal TMP	6	4				
orgel						
antal HMT	5	5	4			
antal TMP	6	6				
piano kadens ostrukna				2:a uppspelning, svar 1	2:a uppspelning, svar 2	varav motstridiga fall
antal HMT	5	4	3 av 11	5	7	6 av 11
antal TMP	6	7		6	4	
piano kadens ettstrukna						
antal HMT	8	7	5 av 11	6	7	2 av 11
antal TMP	3	4		5	4	
orgel kadens						
antal HMT	8	5	3 av 11			
antal TMP	3	6				

Vid pianointervall som spelades upp i det lägre registret (ostrukna) föredrog generellt liksvävande temperatur. Tre motstridiga fall förekom vid denna intervallyssning. Det kan vara ett tecken på att vissa lyssnare accepterade båda stämningarna. Det kan också bero på deltagarnas koncentrationsförmåga. A/B sekvenserna presenterades rätt så tätt intill varandra för att undvika minnesproblem och således lättare kunna bli jämförda med varandra.

Då ettstrukna versionen presenterades blev det jämnare mellan HMT och TMP. I andra uppspelningen föredrogs HMT. Det kan bero på att det är svårare att höra skillnaden i övre registret, eller att ren stämning helt enkelt klingar bättre i högre register oavsett kulturell inläring. För ettstrukna uppkom även mindre motstridigheter i svaren. Ettstrukna intervall som presenterades på orgel gav flest motstridiga fall och var svåra för deltagarna att bedöma.

Bedömning av de ostrukna pianokadenserna var jämn och fastän vissa gjorde klara bedömningar tyder resultaten på att det var svårt för de flesta. Detsamma gäller för orgelns kadenser, vars Hermodestämning vid första uppspelningen fick majoritet, men i upprepningen hamnade en röst under TMP. Vid ettstrukna pianokadenser föredrogs däremot HMT vid alla uppspelningar. Motstridiga fallen var rätt så vanliga, fem vid första sekvensparen. Vid andra sekvensparen förhöll sig de motstridiga fallen endast vara två.

Överlag var det jämnt mellan bedömningen av HMT och TMP och den tydligaste tendensen ser man i ostrukna pianointervall, då den liksvävande tempereringen föredrogs, och vid ettstrukna intervall- och kadenslyssningen då en renare, adaptiv stämning verkade föredras.

Förklaring/ Exempel för presentation av typvärde:

HMT 100% rankades av de **11** deltagarna (från 1-5) upp till en summa på **32** ($32/11$ =typvärdet).

TYPVÄRDEN:

Kadens 10 ackord	
HMT 100%	32/11=2,909
HMT 0%	35/10=3,5
HMT 70%	40/11=3,63

Kadensen bestående av tio ackord fick ett högsta typvärde, 3,63, då parametern var vid 70% HMT. Bedömningen tenderade att öka från att ha varit lägst vid 100% HMT. Typvärdena visar att kadensen fungerade likaså i 0% och i 70% HMT, men bedömdes som bättre då den stämdes med hjälp av HMT med parametern inställd på 70%.

Bachs Preludium:

huvudinstr./biinstr.	klassisk sång/piano	blockflöjt/fiol	klassisk sång/viola	kontrabas/elgit.	sång/cembalo
Bach Preludium del1					
sekvnsnr. 17-18					
HMT 70%	5	4	4	5	5
TMP	5	5	2	3	4
Bach Preludium del2					
sekvnsnr. 19-20					
HMT 70%	4	3	3	3	4
TMP	5	4	4	3	5

huvudinstr./biinstr.	blockflöjt/sång	jazz sång/piano	fiol/sång	viola/piano	klassisk gitarr	orgel/piano
Bach Preludium del1						
sekvnsnr. 17-18						
HMT 70%	5	5	3	4	4	5
TMP	3	5	4	3	3	3
Bach Preludium del2						
sekvnsnr. 19-20						
HMT 70%	4	4	4	2	5	3
TMP	4	5	4	4	3	4

TYPVÄRDEN:

Bach Preludium del1	
Sekvens 17-18	
HMT 70%	49/11=4,45
TMP	40/11=3,63
Bach Preludium del2	
Sekvens 19-20	
HMT 70%	39/11=3,54
TMP	45/11=4,09

För dessa sekvenser skulle deltagarna bedöma två sekvenser ur Bachs preludium. Preludiets första takter har en enklare musikalisk struktur än den andra delen. Vid första delen föredrogs HMT med betydande marginal. Del2 visade sig vara för invecklad för HMT 70% och den liksvävande tempereringen föredrogs.

Övriga kompositioner (träblåsinstrument och piano)

huvudinstr./biinstr.	klassisk sång/piano		blockflöjt/fiol		klassisk sång/viola		kontrabas/elgit.		sång/cembalo	
Vom Himmel del1	nr.24/25	nr.26/27								
HMT	2	4	3	2	1	3	4	4	4	3
TMP	3	4	2	3	2	3	4	4	2	3
Vom Himmel del2 (sekvnsnr.28-29)										
HMT		4		3			4	4		4
TMP		4		2			3	3		4
Auld Lang syne del1 (sekvnsnr. 30-31)										
TMP		3		3			1	2		4
HMT		1		1			2	1		3

Auld Lang syne del2 (sekvnsnr. 32-33)										
TMP		1		2			4	2		2
HMT		2		2			2	1		3

Pathetique (sekvnsnr. 34-35)										
TMP		3		5			1	4		5
HMT		4		3			3	2		2
HMT (sekvnsnr. 36)		4		2			2	2		3
HMT (sekvnsnr. 37)		4		4			4	2		4
Bach Das wohltemperierte klavier Fuga Nr. 1 C-dur BWV 846										
HMT (sekvnsnr. 38)		5		3			4	3		4
HMT (sekvnsnr. 39)		2		3			4	1		1
TMP (sekvnsnr. 40)		1		4			4	1		2

huvudinstr./biinstr.	blockflöjt/sång		jazz sång/piano		fiol/sång		viola/piano		klassisk gitarr		orgel/piano	
Vom Himmel	nr.24/25	nr.26/27										
HMT	2	4	4	-	2	3	4	4	2	3	3	4
TMP	3	4	4	5	2	3	4	3	4	3	3	3
Vom Himmel del2 (sekvnsnr.28-29)												
HMT		4		4			2	4		5		4
TMP		2		5			3	2		3		3
Auld Lang syne del1 (sekvnsnr. 30-31)		2		4			3	3		3		4
TMP		3		3			4	4		3		3
HMT												
Auld Lang syne del2 (sekvnsnr. 32-33)		3		5			4	3		2		2
TMP		4		5			3	4		2		3
HMT												

Pathetique (sekvnsnr. 34-35)												
TMP		3		-			3	3		3		2
HMT		4		4			4	3		2		3
HMT (sekvnsnr. 36)		2		3			2	4		2		3
HMT (sekvnsnr. 37)		4		4			5	3		4		4

Bach Das wohltemperierte klavier Fuga Nr. 1 C-dur BWV 846												
HMT (sekvnsnr. 38)		5		4			4	3		2		5
HMT (sekvnsnr. 39)		2		2			4	1		1		2
TMP (sekvnsnr. 40)		2		1			3	1		3		1

TYPVÄRDEN:

Vom Himmel (sekvnsnr.24-27)		
HMT	31/11=2,818	34/10=3,4
TMP	33/11=3	38/11=3,45
Vom Himmel del2 (sekvnsnr.28-29)		
HMT	38/11=3,45	
TMP	34/11=3,09	
Auld Lang syne del1 (sekvnsnr. 30-31)		
HMT	27/11=2,45	
TMP	33/11=3	
Auld Lang syne del2 (sekvnsnr. 32-33)		
HMT	29/11=2,63	
TMP	32/11=2,90	
Pathetique (sekvnsnr. 34-35)		
TMP	32/10=3,2	
HMT	34/11=3,09	
HMT (sekvnsnr. 36)	29/11=2,63	
HMT (sekvnsnr. 37)	42/11=3,81	
Bach BWV 846		
HMT (sekvnsnr. 38)	42/11=3,81	
HMT (sekvnsnr. 39)	23/11=2,09	
TMP (sekvnsnr. 40)	23/11=2,09	

Även för de mera avancerade musikaliska kompositionerna var bedömningen mellan HMT och TMP jämn. T.ex. får TMP ett bättre betyg i Vom Himmels första sekvens, men i andra sekvensen är HMT betygsatt högre. Auld lang syne har överlag ett lågt typvärde och föredras i TMP. Pianostyckena Pathetique och BWV 846 hade även låga typvärden. Varken liksvävande eller HMT hade en tydlig fördel vid bedömningen av dessa sekvenser. Överlag var typvärdet lågt för alla sekvenser.

6. Slutsatser och diskussion

Denna uppsats har undersökt intonationsverktyget Hermode Tuning. HMT-stämt material har ställts mot den liksvävande tempereringen och presenterats från två olika perspektiv, i vertikal- och horisontell lyssning. Den föreslagna hypotesen var att musiker som spelar på instrument med variabel intonation föredrar adaptiv stämning och musiker vars instrument är fast intonerade föredrar liksvävande intonation. Det visade sig att denna hypotes inte kunde prövas med detta lyssningstest, eftersom deltagargruppen var alltför diversifierad. Gruppens olika huvudinstrument var nästan lika många i antal som antalet deltagare i gruppen.

Det mest framträdande i resultatet är den stora tersen. Denna ters är känd för sin aggressiva karaktär. Att t.ex. jämföra en ters med en oktav är som att jämföra en flaska Barolovin med ett glas vatten! Tersen är givetvis mera uttrycksfull och full av färg och liv. En ren ters gör den till ännu mera uttrycksfull och detta är ett bra exempel på hur vår tonkvalitetsuppfattning påverkas av den liksvävande tempereringen. Våra sinnen verkar inte vara vana att bedöma detta intervall. Förövrigt verkade de vertikala lyssningssekvenserna ha god tonkvalitet och varken HMT eller TMP hade en tydlig förmån.

Vid horisontell lyssning kunde man inte heller se tydliga tendenser och preferenser. En adaptiv stämning förbättrade däremot stämningen för 10-ackordskadensen och även början av Bachs Preludium och för dessa två pianosekvenser föredrogs HMT inställt på 70% framför liksvävande temperatur. Deltagarna kunde m.a.o. uppskatta och föredra HMT-stämd konsonans presenterat, med en viss parameterjustering, i enkla harmonier. För kompositionerna tagna från Hermodes hemsida tenderade varken adaptiv eller liksvävande temperatur föredras, oavsett om kompositioner framfördes på instrument med fast eller variabel intonation.

Inte minst med tanke på denna studies varierande resultat kan intoneringsfrågan kännas svår att bemöta, men förefaller samtidigt kunna ha en avgörande betydelse för att uppnå en professionell ljudpresentation. Mohrlök kommenterar själv att "Auld Lang syne" p.g.a. arrangemanget och instrumenteringen inte är det bästa exemplet⁶⁴ och det framkommer även tydligt i resultatet ifrån detta lyssningstest. M.a.o. är intonering bunden till både instrumentering, arrangemang och funktionsharmonik. Lika viktigt är det att spelsättet och tekniken är korrekt och dessa aspekter kan båda, delvis åtminstone, ses som en fråga som har att göra med klangfärg. Kvaliteten på midisamplingen är i många sammanhang avgörande för att åstadkomma ett autentiskt och trovärdigt resultat. Oavsett hur dessa aspekter bedöms och kritiserats i detta lyssningstest har som sagt de olika stämningarna, Hermode och liksvävande temperatur,

64 E-post från Werner Mohrlök till Dennis Leidenius 15 januari 2011

presenterats med parvis identiska sekvensmaterial. Likt Kahns och Vitouchs forskningsresultat ser man i denna studie preferens- och attitydskillnader delvis inom gruppen, men även en varierande förhållning till de olika stämningssätten. Undersökningsresultatet gav kanske därför även en känsla av osäkerhet. Viktigt är däremot att poängtera att typvärdena för Hermodes eget material (kompositioner med träblåsinstrument och piano) överlag var låga. På deras hemsida finns även sekvenser för orgel, brassinstrument och hela orkesterverk presenterade och som inte fick plats i denna undersökning. De är stämde i HMT 100% och TMP (förutom Chopin som är reducerad till HMT 80%).

När är stämningen god och hur skall detta bedömas? Detta är den centrala frågan man kan fråga sig men samtidigt inse att en perfekt stämning aldrig är möjlig. Västerländsk musik har sopat undan stämningproblemet i ett hörn och få reflekterar över detta idag. Musik skall ofta levereras med precision, men framförallt med känsla. Denna känsla är ofta vad musikutövaren är ute efter och från ett prestationsperspektiv kan intoneringsfrågan lätt hamna i skymundan. Många musiker känner inte t.ex. till svävningsteorin. Ursprungligen hade Mohrlök förhoppningar och framtidstankar om att integrera ett adaptivt system med fysiska instrument. Sådana system finns redan i användning för gitarr (även detta ett instrument som är bunden till fast intonation). Evertune och Earvana är två exempel på sådana system för gitarr och kan likställas med ett adaptivt system av något slag.⁶⁵

Hermodetuning System är ett system som lyssningstestet påvisat även fungerar horisontellt med instrument med fast intonation. I sådana sammanhang är det i första hand praktiskt för enkla ackordstrukturer och t.ex. syntmattor. Även ljud med mycket distorsion, som lätt blir förstört av liksvävande temperatur, låter bättre med hjälp av en adaptiv stämning. Ett område som möjligtvis skulle kunna förbättra ett adaptivt system är att låta den analysera flera ackordföljder enbart tio. Ett annat vanligt problem är instrument som blir utsatta för temperaturväxlingar. Vid dylika situationer är ett lämpligt adaptivt system en tacksam lösning under ett live-framförande, så att värmeskiftningar inte förstör instrumentets intonering. Viktigt är naturligtvis att användaren känner till systemet och så att det t.ex. vid behov kan framföra lika under två olika musikaliska situationer (för att inte nämna lika under samma upprepade situation). Användbarheten för ett adaptivt system överlag kan tyckas syfta på att utövaren inte behöver fästa uppmärksamhet på systemet och kan framföra musiken ostört. Detta system har en tämligen hög inlärningströskel (och är delvis oförutsägbar). Förmågan att vara adaptiv är trots allt förmågan att kunna anpassa sig till de krav som ställs och gör dylika system svåra att skapa, men däremot desto intressantare.

⁶⁵ <http://evertune.com/>
<http://www.earvana.com/>

Vad vår teknokratiska samhällsutveckling bidragit med är en stabil, elegant och matematisk lösning för stämningsskonflikten, den liksvävande temperaturen. Med en adaptiv lösning har denna konflikt nu dragits ut till dess elastiska begränsning och erbjuder ytterligare en parameter till för att styra och kontrollera ljud och musik. Detta uppsatsskrivande fick sin början delvis i postmodernistiska tecken, ett förnekande av den generella sanningen att liksvävande temperatur är det lämpligaste stämningssättet. Postmodernistens mål är ofta att upplösa begrepp, och detta eftersträvades även i denna uppsats. Oavsett hur vi bör förhålla oss till liksvävande temperatur, erbjuder ett dylikt adaptivt (variabel-) intonationsverktyg mera kontroll och möjligheter och en mångsidig användbarhet. Det adaptiva stämningssystemets ”intelligensförmåga” kan kanske ytterligare utvecklas för att få en maximal användbarhet även för fast intonerade instrument, men är någonting som mycket väl kan få ökad uppmärksamhet i framtiden.

7. Käll- och litteraturförteckning

Källor

Ifyllda enkäter från denna undersökning finns i författarens förfogande.

Otryckta källor

Mohrlök, W. *Info Hermode Tuning: Just intonation in real time*

Litteratur

Benson, D J (2007) *Music: A mathematical Offering*, Cambridge: University Press

Bucht, G (2005) *Pythagoras' sträng, Essäer kring musikens gränser*: Stockholm: Thales

Fauvel J, Flood R, Wilson R (2006) *Music and Mathematics, From Pythagoras to Fractals*, New York: Oxford University Press

Greenberg, Robert (2007) *Understanding the Fundamentals of Music*, Virginia: The Teaching Company

Jorgensen O H (1991) *Tuning: Containing the Perfection of Eighteenth-Century Temperament, the Lost Art of Nineteenth-Century Temperament and the Science of Equal Temperament*, U.S.A: Michigan State University Press

Sethares, W A (1998) *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale*, London: Springer-Verlag London Limited

Tenney, J (1988) *A History Of 'Consonance' And 'Dissonance'*, New York: Excelsior Music Publishing Company

Internetkällor

Mohrlök, W (2003) *The Hermode Tuning System*
<http://eceserv0.ece.wisc.edu/~sethares/paperspdf/hermode.pdf> (15.11.2010)

<http://www.musiccog.ohio-state.edu/Music829B/culture.html#Expectation> (13.11.2010)

Kathrin Hahn & Oliver Vitouch (2002) *Preference for musical tuning systems: How cognitive anatomy interacts with cultural shaping*
http://cognition.uni-klu.ac.at/download/Publikationen/Vitouch/Hahn_Vitouch_2002.pdf
(12.11.2010)

<http://www.hermode.com> (14.11.2010)

http://www.s3.kth.se/sip/courses/2E1390/2004/Norvell_Olsson/sp/index.html (1.2.2011)

8. Bilagor

Lyssningstestet:

Lyssningstest- stämningssätt och tonkvalitetsuppfattning
-elever på konservatoriet i Falun

2010-12-02

Dennis Leidenius
examensarbete i ljud- och musikproduktion

Lyssningstestet består av;

intervall, ackord

kadenser

musikaliska kompositioner

Huvudinstrument _____

Biinstrument _____

E-mail (om ni vill veta resultatet)

Instruktioner:

Under detta test skall ni koncentrera er på vad Ni tycker låter konsonant och stämt. Alex (en datoriserad röst) kommer att guida er igenom lyssningstestet.

Lyssningstest

(här tvingas ni välja mellan första eller andra uppspelningen)

1. A B

2. A B

3. A B

4. A B

5. A B

6. A B

7. A B

8. A B

9. A B

10. A B

11. A B

12. A B

(ringa in en siffra, 1-5)

13. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
14. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
15. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
16. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
17. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
18. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
19. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
20. A B
21. A B
22. A B
23. A B

(musikaliska kompositioner)

(ringa in en siffra, 1-5)

24. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
25. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
26. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
27. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
28. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
29. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
30. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
31. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
32. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
33. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
34. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
35. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
36. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
37. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt

38. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
39. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt
40. icke stämt---1---2---3---4---5---mycket stämt

SLUT

Lyssningstestets sekvensordning:

1. a) ostruket pianointervall HMT
b) ostruket pianointervall TMP
2. a) ostruket pianointervall HMT (upprepning)
b) ostruket pianointervall TMP (upprepning)
3. a) ostrukna pianokadens TMP
b) ostrukna pianokadens HMT
4. a) ostrukna pianokadens TMP (upprepning)
b) ostrukna pianokadens HMT (upprepning)
5. a) ettstrukna pianokadens HMT
b) ettstrukna pianokadens TMP
6. a) ettstrukna pianokadens HMT (upprepning)
b) ettstrukna pianokadens TMP (upprepning)
7. a) ettstrukna pianointervall HMT
b) ettstrukna pianointervall TMP
8. a) ettstrukna pianointervall HMT (upprepning)
b) ettstrukna pianointervall TMP (upprepning)
9. a) ettstrukna pianokadens HMT
b) ettstrukna pianokadens TMP
10. a) ettstrukna pianokadens HMT (upprepning)
b) ettstrukna pianokadens TMP (upprepning)
11. a) ostrukna pianokadens TMP
b) ostrukna pianokadens HMT
12. a) ostrukna pianokadens TMP (upprepning)
b) ostrukna pianokadens HMT (upprepning)
13. 10-ackords kadens HMT 100%
14. 10-ackords kadens TMP
15. 10-ackords kadens HMT 70%
16. Bachs Preludium del1 HMT 70%
17. Bachs Preludium del1 TMP
18. Bachs Preludium del2 TMP

19. Bachs Preludium del2 HMT 70%
20. a) organ toccata intervall HMT
b) organ toccata intervall TMP
21. a) organ toccata kadens HMT
b) organ toccata kadens TMP
22. a) organ toccata intervall HMT
b) organ toccata intervall TMP
23. a) organ toccata kadens HMT
b) organ toccata kadens TMP
24. Vom Himmel del1 HMT
25. Vom Himmel del1 TMP
26. Vom Himmel HMT (upprekning)
27. Vom Himmel TMP (upprekning)
28. Vom Himmel del2 HMT
29. Vom Himmel del2 TMP
30. Auld lang syne TMP
31. Auld lang syne HMT
32. Auld lang syne del2 TMP
33. Auld lang syne del2 HMT
34. Pathetique TMP
35. Pathetique HMT
36. Pathetique del2 HMT
37. Pathetique del3 HMT
38. Bach BWV 846 HMT
39. Bach BWV 846 HMT
40. Bach BWV 846 TMP

