

Konsonans och dissonans – en översikt¹

Jesper Jerkert

Januari 2001, reviderad september 2001 och maj 2002

Inledning

Den kanske vanligaste förklaringen av innebörden hos termen ”konsonans” är att det är fråga om välljud eller liknande.² Men även andra förklaringar förekommer, som att konsonans är ett vilande tillstånd, alltså avsaknad av rörelsevilja eller spänning.³ Konsonans kan också förklaras i fysiska och fysiologiska termer.⁴ Förklaringarna av ”dissonans” växlar på samma sätt.

Vilken förklaring är riktig? Det är uppenbart att svaret kommer att bero på vilken betydelse man lägger i begreppen konsonans och dissonans. Vi kommer att finna att innebörden hos dessa begrepp skiftat genom historien – och skiftar ännu idag. Begreppsbekymren ska dock inte hindra oss från att försöka antyda var svaret ska sökas. Att ge en sådan antydan, och att orientera om ämnet i största allmänhet, är denna artikels syften.

Konsonans och dissonans från antiken till Riemann⁵

De olika uppfattningarna om innebörden hos termerna konsonans och dissonans är ofta, men inte alltid, knutna till speciella musikhistoriska epoker. Det förefaller därför berättigat att börja med en historisk genomgång. Vi ska främst fästa oss vid vad musikteoretiker skrivit om konsonans och dissonans, inte vid hur kompositörer faktiskt använt konsonans och dissonans i sina verk. Vidare ska vi intressera oss mer för vari teoretikerna ansett att skillnaden mellan konsonans och dissonans består än av hur de velat förklara skillnaden. Orsaken till detta är att de äldre förklaringarna grundats på ren spekulation och därför knappast har något vetenskapligt värde. Först när vi når 1800-talets mitt ska vi finna förklaringar som i en eller annan form överlevt intill idag.

Enstämmighet

Innan flerstämmigheten uppstod kunde konsonans och dissonans bara betraktas melodiskt, dvs. mellan successiva toner. Aristoxenos (300-talet fvt), som i konsonans/dissonanshänseende är representativ för den enstämmiga periodens teoretiker, räknar kvart, kvint och oktav till konsonanserna (och förmodligen också de intervall som uppstår när man till dessa lägger en oktav), medan alla andra intervall är dissonanta. Det innebar exempelvis att en tersrörelse nedåt helst skulle företas genom att först gå en kvart uppåt, sedan en kvint nedåt, så en kvart uppåt, och slutligen en kvint nedåt.⁶ Aristoxenos avvisar pytagoréernas bråktalsförklaringar till varför vissa intervall är konsonanta och andra dissonanta, men tillhandahåller ingen bättre

¹ Denna artikel är en förkortad och omarbetad version av författarens C-uppsats (Jerkert, 1999).

² Några exempel: ”agreement of sounds; pleasing combinations of sounds”, *Oxford English Dictionary* (1961), cit. efter Tenney (1988), s. 1; ”[a] combination of two or more tones of different frequencies that is generally agreed to have a pleasing sound”, Backus (1969), s. 116; ”[consonance is] used to describe the agreeable effect produced by certain intervals”, *The Harvard Dictionary of Music* (1953), cit. efter Tenney (1988), s. 1.

³ ”[En] kombination av två eller flera toner som utgör en spänningsfri klangenhets”, *Nationalencyklopedins ordbok*, 1995; ”en samklang av toner, som sammansmälter till en vilande enhet”, *Bonniers musiklexikon*, Stockholm: Bonniers, 2:a uppl. 1983; ”[a] consonant interval is one which sounds stable and complete”, Piston (1978), s. 6.

⁴ ”[En] av hörselsinnet uppfattbar egenskap hos en samklang av två eller flera toner. (...) Graden av konsonans beror på hur tätt deltonerna ligger räknat i hörselns frekvensskala”, artikeln ”konsonans”, osignerad, *Nationalencyklopedin*, bd 11. Höganäs: Bokförlaget Bra Böcker, 1993.

⁵ Den historiska översikten bygger till stora delar på James Tenneys fina studie *A History of 'Consonance' and 'Dissonance'* (1988). En historisk översikt finns också på svenska i Svensson (1951). Svenssons egna teorier om hur konsonans och dissonans ska förklaras har dock inget större värde.

⁶ Aristoxenos: *The Harmonics* (1902/1974), s. 206, cit. efter Tenney (1988), s. 12.

teori, och det är värt att notera att de av honom favoriserade intervallen innehåller exakt de som kan uttryckas som förhållanden mellan heltal mindre än eller lika med 4, vilket var anledningen till att pytagoréerna favoriserade dem: Oktav = $\frac{2}{1}$, kvint = $\frac{3}{2}$, kvart = $\frac{4}{3}$, duodecima = $\frac{3}{1}$, dubbel oktav = $\frac{4}{1}$. Men dessutom tycks Aristoxenos räkna undeciman ($\frac{8}{3}$) bland konsonanserna.

Vissa antika och medeltida teoretiker gör anmärkningar som lästa ordagrant tycks implicera ett konsonans/dissonansbegrepp som inkluderar harmoniska intervall, exempelvis följande passus av Gaudentius (100-talet vt):

Consonant tones, when they are produced simultaneously, either by striking or blowing on an instrument, always result in the same musical sound, whether the motion is from the low tones to the high, or the high tones to the low (...) Dissonant tones, when they are produced simultaneously (...) never seem to be the same in any part of the musical sound (...) [and] do not show any evidence of blending with each other.⁷

Tenney menar att sådana uttalanden bara ska ses som bekräftelser på teoretikernas huvudpoäng, nämligen att vissa tonhöjdsrelationer var välljudande, men att dessa tonhöjdsrelationer fortfarande endast bildade grunden för god *melodisk* organisation.

Tidig flerstämmighet

Hur det än ligger till med den saken, kan man konstatera att övergången till flerstämmighet inte tycks ha inneburit några större förändringar i konsonans- och dissonansuppfattningarna. Konsonanserna fortsatte att vara desamma som förut, men nu kunde de även betraktas harmoniskt. I flera traktater heter det ungefär så här:

(Disciple) What is a symphony? (Master) A sweet blending of certain sounds, three of which are simple – diapason [oktav], diapente [kvint], and diatessaron [kvart] – and three composite – double diapason [dubbel oktav], diapason plus diapente [duodecima], and diapason plus diatessaron [undecima].⁸

Vi noterar således att samma intervall räknas upp som hos Aristoxenos, mer än 1000 år tidigare, men att de nu tillåts ljuda samtidigt. Under 1200-talet kommer allt fler teoretiker att utöka skaran av konsonanser med ytterligare några, den lilla och stora tersen och ibland även den stora sexten, med förbehållet att dessa endast är ofullkomliga ("imperfect"), till skillnad från den fullkomliga ("perfect") konsonansen oktav och från mellanformerna ("intermediate consonances") kvint och kvart. En orsak till att teoretikerna dröjde så länge med att sanktionera dessa intervall var troligen talteoretisk. I pytagoreisk stämning, som dåtidens teoretiker utgick ifrån, får nämligen en liten ters frekvensförhållandet $\frac{32}{27}$, en stor ters förhållandet $\frac{81}{64}$ och den stora sexten $\frac{27}{16}$. Men i ren stämning, som man kan anta att sångarna började följa, eller kanske följde sedan länge, blir förhållandena mycket enklare: Stor ters $\frac{5}{4}$, liten ters $\frac{6}{5}$, stor sext $\frac{5}{3}$ (Tenney 1988, s. 25). Att parallellsång i terser och sexter förekommit före år 1300 är ställt utom tvivel, men vi ska ignorera detta och koncentrera oss på teoretikernas åsikter.⁹ Den rena stämningens enkla talförhållanden attraherade musikteoretiker under lång tid. Ännu hos Galileo Galilei (1564-1642) heter det således:

⁷ Gaudentius: *Introduction to Harmonics*, cit. i Rowen, Tuth Halle: *Music Through Sources and Documents* (1979), s. 24f, citerat efter Tenney (1988), s. 14.

⁸ Anonymus: *Musica Enchiridis* (ca 900 vt), cit. i Strunk, Oliver: *Source Readings in Music History* (1950), bd 1, cit. efter Tenney (1988), s. 19.

⁹ Se exempelvis Moberg (1973), s. 209.

Agreeable consonances are pairs of tones which strike the ear with a certain regularity; this regularity consists in the fact that the pulses delivered by the two tones, in the same interval of time, shall be commensurable in number, so as not to keep the ear drum in perpetual torment, bending in two different directions in order to yield to the ever-discordant impulses.¹⁰

Kontrapunkt och generalbas

Från 1300-talet fram till och med 1600-talet härskar en ny konsonans/dissonansklassifikation, men äldre uppfattningar finns kvar i ren eller uppblandad form hos somliga teoretiker. Enligt den nya synen är oktav och kvint fullkomliga konsonanser, medan stora och små terser och sexter är ofullkomliga konsonanser. Kvarten räknas nu till de dissonanta intervallen. Orsaken till omvärderingen av kvarten är att konsonans och dissonans börjar förklaras utifrån det kontrapunktiska regelverk som etableras, alltså regler för god stämföring. Delar av förklaringsmodellen har överlevt intill idag, då man ännu kan få lära sig att kvarten är dissonant i vissa sammanhang, konsonant i andra.¹¹ Oviljan att bruka kvarter i vissa lägen kan i efterhand förklaras på olika sätt. De som idag anser att en kvart mellan de nedersta stämmorna utgör en dissonans hänvisar förstås till ackordomvändningstänkande, men detta var knappast känt före Rameau, och den verkliga orsaken till kvartens speciella ställning redan från 1300-talet kan inte avgöras.¹²

De som söker rättfärdiga den ökade användningen av terser och sexter talteoretiskt noterar att en utökning av pytagoréernas 1, 2, 3 och 4 med de efterföljande 5 och 6 förslår långt. Men liten sext har i ren stämning frekvensförhållandet $\frac{8}{5}$, så även talet 8 måste inkluderas. Johannes Lippius konstaterar i sin *Synopsis Musicae Novae*:

The first three consonances, namely, the octave, fifth, and fourth, are otherwise commonly referred to as perfect consonances, because they are contained within that natural series of simple and radical numbers, 1, 2, 3, and 4, known as the Pythagorean quaternary. The remaining four, namely, the ditone [stor ters], semiditone [liten ters], major sixth [and minor sixth], are considered imperfect, because they lie outside the quaternary but within the senary [de sex första talen] (...) and the octonary (the first cubic number).¹³

Det kan verka lockande att gissa att en ny dissonansuppfattning uppkom med den nya musikstil som i efterhand setts som upptakten till barocken kring år 1600, med Monteverdi som viktigaste företrädare. Tenney menar dock att Monteverdi visserligen använde dissonansen på ett nytt sätt, men att *meningen* hos termen ”dissonans” var allmänt omfattad.

Under 1600-talet sker så smått två betydelseförskjutningar hos termerna ”konsonans” och ”dissonans”. För det första blir det vanligare att man omtalar en hel treklang som konsonant eller dissonant, medan man tidigare bara talat om enkla intervall, dvs. tvåklanger. För det andra tycks det alltmer spridda generalbasbeteckningssystemet ha fått teoretikerna att tala om enstaka toner i ett ackord som dissonanta. Om tonen c beledsagas av siffran 4, ligger det nära

¹⁰ Galilei: *Discorsi e dimostrazioni matematiche interno a due nuove scienze* (1638), cit. efter Plomp & Levelt (1965), s. 549.

¹¹ Som exempelvis i Walter Pistons inflytelserika lärobok i harmonilära: ”[T]he perfect fourth is dissonant when there is no tone below its lower tone. It is consonant when there is a third or perfect fifth below it.” Piston (1978), s. 7.

¹² Tenney lanserar t.ex. förklaringen att den lägre tonens tredje delton (duodeciman) ligger nära och därför maskeras av den högre tonens andra delton (oktaven), vilket ska ha särskilt menlig inverkan på textuppfattningen i vokalmusik. Se Tenney (1988), s. 48 och fig. 5, s. 114.

¹³ Lippius, Johannes: *Synopsis of New Music (Synopsis Musicae Novae*, 1612). Colorado Springs: Colorado College Music Press, 1977, s. 37, cit. efter Tenney (1988), s. 51f. Åtta är det första kubiska talet, förutom 1 (ett), eftersom $2^3 = 8$.

till hands att inte bara tänka på intervallet kvart, utan även på den ton som tillsammans med c utgör intervallet, alltså ett f. Och eftersom siffran 4 betecknar en förhållning, alltså ett slags dissonans, kan man säga att tonen f är dissonant i sammanhanget (Tenney 1988, s. 55f). Detta må vara en subtil betydelseändring, men den är intressant, eftersom den förebådar Rameau.

Rameau och hans efterföljare

Jean-Philippe Rameaus (1683-1764) musikteoretiska rykte går tillbaka på några traktater, kanske främst den 1722 utgivna *Traité de l'harmonie, reduite à ses principes naturels*, i vilka han föregriper den funktionsharmoniska teori som senare kom att få sin viktigaste förespråkare i tysken Hugo Riemann (1849-1919). Det är sant att det hos Rameau finns spår av de tidigare uppfattningarna. Samtidigt presenterar han också något nytt. Rameaus nya utgångspunkt blir ackordets grundton ("son fondamentale"), en distinktion som kräver en förståelse för ackordens omvändningar. Man kan därmed börja betrakta enstaka toner i ett ackord som dissonanta, utan att därför ackordet i sig, eller i alla fall dess son fundamental, anses dissonant. Här är det passande att anknyta till generalbasresonemanget ovan. Om siffran 4 redan före Rameau kunde beteckna den ton som ligger en kvart ovanför *bastonen* och är dissonant, står det för Rameau klart att dissonansen är knuten till att bastonen i detta fall samtidigt är *grundton* (Tenney 1988, s. 71). Jean-Jacques Rousseau beskriver i sin *Dictionnaire de Musique* (1768) dissonans på Rameau-vis som

every sound which forms with another a disagreeable combination to the ear, or better, every interval which is not consonant. (...) One gives the name of *dissonance* sometimes to the interval and sometimes to each of the two sounds which form it. But although two sounds dissonate between themselves, the name of *dissonance* is given more especially to that one of the two which is foreign to the triad. (Cit. efter Tenney 1988, s. 72.)

Och över hundrafemtio år senare heter det i Riemanns bekanta musiklexikon:

Dissonans är när en eller flera toner, som måste förstås representera en klang [dvs. en dur- eller molltreklang], stör den enhetliga uppfattningen av toner (konsonans) som hör samman i en annan klang. Musikaliskt talar man därvid (vilket redan Rameau 1722 förstod) om dissonanta toner snarare än om dissonanta intervall. Vilken av tonerna i ett absolut (dvs. fysikaliskt, akustiskt) dissonant intervall som dissonerar är i musiken alltid avhängigt av i vilket klangsammanhang intervallet förstås.¹⁴

Riemanns tanke är, åtminstone till en början, densamma som hos Rameau och Rousseau, nämligen att ackordsammanhanget har avgörande betydelse för dissonansuppfattningen. I samma artikel skriver Riemann att kvinten c-g är konsonant i ett C-dur- eller c-mollackord, men dissonant i ett Ass-durackord, vari tonen g ses som förhållning till ass. Riemanns dissonansuppfattning är sammanbunden med den funktionslära som han själv utvecklade för att analysera musikens harmonik. Samtidigt gör han skillnad mellan dissonans i akustisk och musikalisk mening, vilket är en uppdelning som många teoretiker under de senaste 150 åren funnit användbar. Mest bekant av dessa är Hermann Helmholtz.

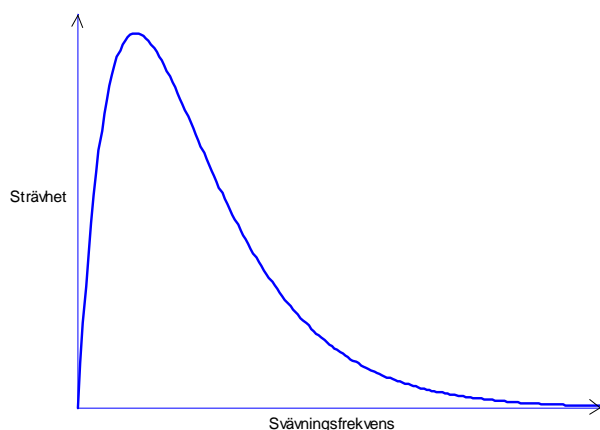
¹⁴ Riemann (1929), uppslagsordet "Dissonanz", min översättning. Originalen lyder: "Dissonanz ist die Störung der einheitlichen Auffassung (Konsonanz) der zu einem Klange zusammengehörigen Töne durch einen oder mehrere Töne, welche als Vertreter von andern Klängen verstanden werden müssen. Man spricht daher (wie schon Rameau 1722 erkannte) musikalisch anstatt von dissonierenden Intervallen richtiger von dissonierenden Tönen. Welcher Ton in einem absolut (d. h. physikalisch, akustisch) dissonierenden Intervalle dissoniert, hängt in der Musik stets davon ab, im Sinne welches Klanges dasselbe verstanden wird".

Helmholtz

Hermann Helmholtz (1821-94) utbildade sig ursprungligen till läkare, men har gjort stora vetenskapliga insatser inom vitt skilda områden av fysiken, såsom inom optik, matematisk fysik och elektrodynamik. Med sin *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik* (1:a upplagan 1863)¹⁵ räknas han som den moderna musikakustikens grundare. För att förstå akustiska teorier behöver vi bringa reda bland några begrepp.

Toner som vi möter till vardags är nästan alltid komplexa. Med detta menas att luftmolekylernas rörelser kan ses som summan av ett antal enklare rörelser. Var och en av de enklare rörelserna kan beskrivas av en sinusfunktion $\sin(\omega t)$, där t är tiden och ω är deltonens vinkelfrekvens, relaterad till den ljudande frekvensen f genom $\omega = 2\pi f$. Alla toner kan uppdelas i sinusformiga deltoner. Deltonernas frekvensförhållanden och inbördes styrkor bestämmer i stort sett den uppfattade klangfärgen. Deltoner vars frekvenser kan skrivas som heltalsmultipler av en viss grundtonsfrekvens, $f_n = n f_0$ (n heltal), t.ex. 100, 200, 300, 400 Hz ($f_0 = 100$ Hz) eller 360, 480, 600, 720 Hz ($f_0 = 120$ Hz), kallas *harmoniska*.¹⁶ De flesta musikinstrument, inklusive människorösten, alstrar harmoniska deltoner.

Två sinustoner vilkas frekvenser ligger tillräckligt nära varandra ger upphov till *svävningar*, en styrkemässig pulsation.¹⁷ Man uppfattar alltså *en* ton, och det är inte alltför svårt att matematiskt visa, att tonens ljudande frekvens är genomsnittet av de två sinustonernas, medan svävningens frekvens (styrkepulsationens frekvens) är lika med skillnaden mellan sinustonernas frekvenser. Om svävningens frekvens är tillräckligt låg kan man urskilja de enskilda svävningarna, men om frekvensen ökas övergår svävningarna i ett allmänt surrande, något som allmänt anses såsom obehagligt och illaljudande. På engelska talar man om *roughness*, på svenska *strävhet*. Vid ännu högre svävningens frekvens minskar så småningom strävheten och man börjar uppfatta två separata toner. Övergångarna är gradvisa, och hela förloppet kan åskådliggöras i en graf där man enbart tar hänsyn till den uppfattade strävheten som funktion av svävningens frekvens, se figur 1.¹⁸



Figur 1. Strävhetens principiella beroende av svävningens frekvens.

¹⁵ För engelskspråkiga läsare mest känd i översättning, *On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music*. Den nu tillgängliga översättningen är gjord efter den fjärde tyska upplagan, 1877.

¹⁶ Ofta omtalas harmoniska deltoner som *övertoner* eller *naturtoner*. Dessa begrepp kommer inte att användas här.

¹⁷ På engelska *beats*, tyska *Schwebungen*.

¹⁸ Att tala om svävningens frekvens när man inte längre kan höra de enskilda svävningarna är kanske något oegentligt, eftersom svävningar snarast definitionsmässigt är urskiljbara en och en. Jag ska dock genomgående kalla frekvensskillnaden mellan två sinustoner för svävningens frekvens. Anledningen till att jag inte helt enkelt använder beteckningen "frekvensskillnad" är att ordet svävningens frekvens har fördelen att man omedelbart förstår att det rör sig om sinustoner.

Helmholtz lade märke till att ljusa sinustonspar inte gick att få lika sträva som mörka, men han trodde att maximal strävhet uppträdde vid samma svävningsfrekvens oavsett hur mörka eller ljusa tonerna var. Denna svävningsfrekvens ansåg han vara ungefär 33 Hz (Helmholtz 1877, s. 170f, 185, 192). Utifrån denna förutsättning, och givet att strävheten varierade med svävningsfrekvensen enligt figur 1, beräknade Helmholtz summan av den strävhet som skapas mellan alla parvisa deltoner för två komplexa toner med samma deltonsspektrum men olika frekvenser. Han utgick från en violintons klangfärg, men resultatet blir ungefär detsamma för alla vanliga västerländska melodiinstrument. Helmholtz fick så en kurva med utseende som i figur 2.

(Bilden saknas i denna pdf-version.)

Figur 2. Efter Helmholtz (1877), fig. 60A, s. 193, och Jeans (1942), fig. 53, s. 146.

I figur 2 tänker man sig att två komplexa toner har harmoniska deltoner. En av tonerna ligger stilla på den lägsta tonen längs x -axeln (c'), medan den andra kan röra sig längs x -axeln. För ett stort antal frekvensförhållanden har den sammanlagda strävheten från alla parvisa deltoner beräknats och summerats. Fler än nio deltoner hos varje komplex ton har Helmholtz inte brytt sig om.

Det intressanta med figuren är förstås de mer eller mindre markerade minima som finns här och där, och som beror på att ingen kombination av deltoner ger speciellt sträva svävningar där. Dessa minima uppkommer vid enkla frekvensförhållanden, som $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{3}$, $\frac{5}{4}$ etc., vilka som bekant motsvarar de intervall som i varierande grad ansetts konsonanta i den västerländska musikhistorien. Helmholtz var säker på att han därmed givit en naturvetenskaplig förklaring till konsonans och dissonans. Han skriver sammanfattande:

When two musical tones are sounded at the same time, their united sound is generally disturbed by the beats of the upper partials, so that a greater or less part of the whole mass of sound is broken up into pulses of tone, and the joint effect is rough. This relation is called *Dissonance*. But there are certain determinate ratios between pitch numbers, for which this rule suffers an exception, and either no beats at all are formed, or at least only such as have so little intensity that they produce no unpleasant disturbance of the united sound. These exceptional cases are called *Consonances*. (Helmholtz 1877, s. 194, kursiv i orig.)

Helmholtz' formulering kan verka definitiv, men mycket tyder på att han insåg att hans förklaring inte täckte alla aspekter av konsonans- och dissonansbruket i den samtida musiken. Hans mycket exakt formulerade teori blev dock en tacksam måltavla för senare konsonans- och dissonansforskare.

1900-talet

Kritik och förvirring

Helmholtz' teori fick snabbt stor spridning, men utsattes för kritik från psykologer och musikvetare, och man kan inte påstå att teorin blev allmänt omfattad. Långt in på 1900-talet har man kunnat uppbåda stöd för konsonansteorier som utgår från samma förklaring som Galilei omfattade, att örat helt enkelt föredrar enkla frekvensförhållanden, punkt slut. Andra har ansett att det är andelen sammanfallande övertoner som är förklaringen till konsonans.¹⁹ Ytterligare andra, som t.ex. psykologen Carl Stumpf kring förra sekelskiftet, menade med stöd av en rad egna experiment att konsonans skulle förstås som graden av sammansmältning till en enda ton ("Versmeltzung"). Många följde i hans fotspår, och i flera experiment försökte man bestämma hur olika intervall skulle rankas i konsonanshänseende, om konsonans definierades på något mer eller mindre lämpligt sätt. På 1910-talet lät C. F. Malmberg en jury bestående av musiker och psykologer resonera sig fram till konsensusåsikter om konsonansen hos de tolv intervall som ryms inom en oktav. Definitionen av konsonans diskuterades igenom av juryn, och man kom fram till följande försök, tänkt att dels undvika subjektivt färgade ord som "välljudande" och "njutbar", dels undvika alla associationer till tonrörelser och ackordföljder:

When the two tones of a two-clang tend to blend or fuse and produce a relatively smooth and pure resultant, they are said to be consonant. Dissonance is the reciprocal of this. (Malmberg 1918, s. 108, kursiv i orig.)²⁰

Malmbergs resultat blev rangordningar av de tolv intervallen med avseende på de adjektiv som nämns i definitionen, nämligen "blending", "fusion", "smoothness" och "purity". Fusion ska här förstås på samma sätt som Stumpfs Versmeltzung, sammansmältning till en ton.

Ännu vid 1900-talets mitt var situationen förvirrad. Kritiken mot Helmholtz hade redan från början gått ut på att hans teori delvis var kontraintuitiv. Om maximal dissonans uppträder vid svävningens frekvensen 33 Hz, så innebär det att den stora tersen 165-132 Hz är mycket dissonant medan den stora tersen 660-528 Hz (två oktaver högre) är mycket konsonant. Somliga kritiker menade att ett och samma intervall borde tillskrivas en viss grad av konsonans oavsett tonhöjd. Det är lätt att se att denna motsättning kan förklaras av olika definitioner av begreppen konsonans och dissonans. Medan Helmholtz, Stumpf och Malmberg i sina arbeten främst försökt förklara stillastående tvåklanger genom att försöka reducera fenomenet till en enda faktor (svävningar hos Helmholtz, "Versmeltzung" hos Stumpf, etc.), fanns det kritiker som istället tog fasta på att dissonans ansågs vara instabil och ha riktningsverkan, medan konsonans var vilande. En sådan tanke, som anknyter till Rameau/Riemann-skolan, komplicerar naturligtvis saker och ting. Ännu på 1950-talet återgav G. Révész den klassiska kritiken mot Helmholtz och drog slutsatsen att dennes teori var ohållbar (Révész 1953, s. 82f). Révész tillhörde dem som ansåg att ett ackordiskt riktningstänkande hade en rättmätig plats i konsonansfrågan. Tyvärr kunde han inte erbjuda någon teori som löste problemet.

Helmholtz' teorier revideras

Psykologen Révész satte i konsonansfrågan sitt hopp till gestaltpsykologin, ett hopp som knappast infriats. Istället var det från akustiskt håll som nästa stora steg skulle tas. Holländarna Rainier Plomp och Willem J. M. Levelt konstaterade i en mycket inflytelserik artikel från 1965 att det visserligen fanns en del experiment, vari försökspersoner fått bedöma konsonansen mellan sinustoner och mellan komplexa toner, vilkas resultat endast kunde få teore-

¹⁹ Observera noggrant skillnaden gentemot Helmholtz. Den senare ansåg att förklaringen till konsonans var avsaknaden av störande svävningar. Detta inträffar visserligen vanligen när många parvisa deltoner sammanfaller, men det är ändå inte samma förklaring.

²⁰ Malmbergs artikel ligger också till grund för de åsikter som framförs av Seashore (1938) i frågan.

tiskt stöd från Helmholtz. Antagandet att maximal strävhet mellan sinustoner inträffar vid samma frekvensskillnad i alla frekvensområden var dock fortfarande obekräftat. De utförde därför själva experiment för att utröna frågan (Plomp & Levelt 1965). Resultatet visade att Helmholtz hade fel. Maximal strävhet mellan sinustoner uppstår *inte* alltid då sväningsfrekvensen är 33 Hz. När sinustonerna är mörka fås maximal strävhet vid en lägre sväningsfrekvens, när sinustonerna är ljusa vid en högre sväningsfrekvens. Man kunde gissa att sväningsfrekvensen för maximal strävhet helt enkelt var direkt proportionell mot genomsnittet av de ingående sinustonernas frekvens, dvs. att samma intervall är mest strävt i alla frekvensområden. Så är det emellertid inte heller. Plomp och Levelt fann istället att maximal strävhet uppträdde då sväningsfrekvensen motsvarade en kvarts kritisk bandbredd.

Det skulle leda för långt att här försöka ge en uttömmande beskrivning av hörselns fysiologi.²¹ Här må följande resumé räcka: De vibrerande luftmolekylerna sätter trumhinnan i rörelse. Rörelsen förmedlas av tre små ben, hammaren, städet och stigbygeln, till ovala fönstret, som utgör ingången till den snäcka (med det latinska namnet cochlea), vari det egentliga hörselorganet, Cortis organ, finns. Snäckan är delad på längden i tre kanaler (scalae). De vätskefyllda scala vestibuli och scala tympani har kontakt med varandra längst in i snäckan (dvs. de är egentligen samma kanal). Mellan dem finns scala media. Membranet mellan scala tympani och scala media kallas basilmembranet (eller basalmembranet). På detta membran, på scala media-sidan, ligger Cortis organ. Ovala fönstret förmedlar ljudvibrationerna till scala vestibuli, varifrån de förmedlas vidare till scala tympani. En våg uppkommer i snäckans kanaler och deformerar basilmembranet. Deformationen blir som störst på ett visst ställe, beroende på vilken frekvens ljudet har. Om en komplex ton förmedlas, deformerar basilmembranet på alla de ställen som motsvarar frekvenserna för de ingående deltonerna. Cortis organ omvandlar deformationerna till nervimpulser och skickar dem till hörselcentrum i hjärnan.

Deformationen av basilmembranet kan naturligtvis inte ske endast i en punkt, utan har en viss utsträckning även om den motsvarar en sinuston med en exakt frekvens. Detta betyder att två sinustoner som ligger tillräckligt nära varandra i frekvens deformerar basilmembranet så att det inte tydligt går att skilja ut två olika deformationsställen. Kritisk bandbredd (eng. *critical bandwidth*) kallar man det frekvensavstånd som krävs för att man ska uppfatta två sinustoner som två skilda toner.²² När två sinustoner hamnar inom samma kritiska band uppkommer strävhet. Den kritiska bandbredden är olika stor i olika frekvensområden. För frekvenser under 500 Hz är den kritiska bandbredden nära konstant 100 Hz, men för högre frekvenser ökar den approximativt linjärt så att den motsvarar ungefär en liten ters (frekvensförhållandet $\frac{6}{5}$).

Vad Plomp och Levelt fann, inom rimliga felmarginaler, var alltså att maximal strävhet mellan sinustoner inträffar då sväningsfrekvensen motsvarar en kvarts kritisk bandbredd längs basilmembranet. De skapade en standardkurva som de ansåg beskrev sambandet mellan kritisk bandbredd och strävhet mellan sinustoner. Kurvan är mycket lik den som återges i figur 1, med den skillnaden att *x*-axeln ska ha etiketten "kritisk bandbredd" och att kurvans maximum ska inträffa då den kritiska bandbredden är 0,25. Strävheten mellan närliggande sinustoner skulle alltså ha en fysiologisk grund och vara lika för alla människor oavsett kulturell bakgrund.²³

Strävhetsskurvor

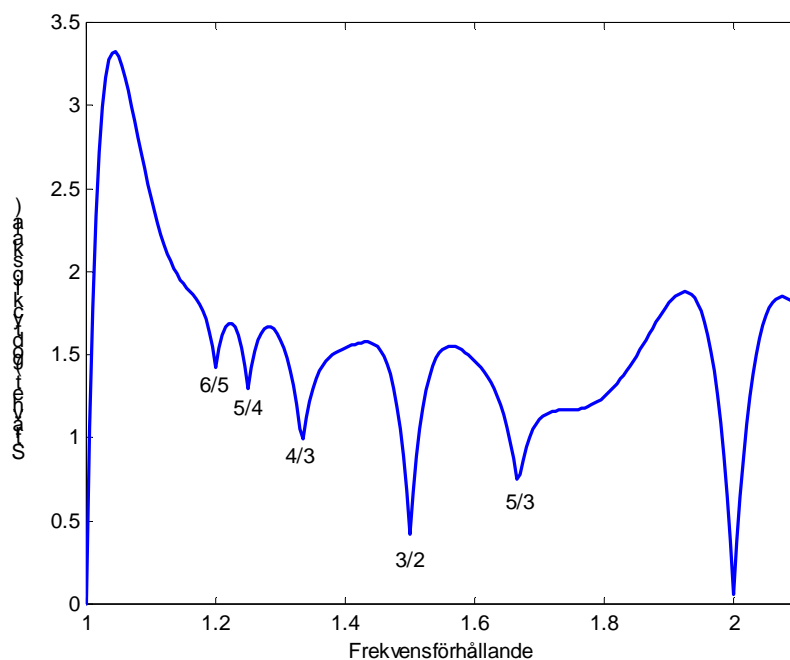
Som vi sett av figur 2 försökte redan Helmholtz, utifrån sina antaganden om när maximal

²¹ Den intresserade kan konsultera någon standardtext, t.ex. Pickles (1988).

²² Kritisk bandbredd dyker inte upp enbart i diskussioner om konsonans och dissonans utan även t.ex. uppfattad ljudstyrka (hörstyrka). Om man lyssnar till ett smalbandigt brus vilkas frekvenser ryms inom ett och samma kritiska band, kommer hörstyrkan att vara oförändrad när man ökar brusets bandbredd ända tills brusets bandbredd blir större än hörselns kritiska bandbredd vid de aktuella frekvenserna. Då ökar hörstyrkan.

²³ Se Kameoka & Kuriyagawa (1969a,b) för en redovisning av japanska försökspersoner som – ska det tilläggas – dock var blivande ljudingenjörer.

strävhet uppträder, konstruera kurvor över hur strävheten varierar med frekvensförhållandet mellan två komplexa toner (med samma deltonsspektrum). Motsvarande kurvor som tar hänsyn till strävhetens beroende av den kritiska bandbredden är mycket lika Helmholtz'. William Hutchinson och Leon Knopoff har i två artiklar utvecklat en formalism för att räkna på strävheten hos två-, tre- och fyrklanger (Hutchinson & Knopoff 1978, 1979). Först på senare år har dock datorutvecklingen gjort det möjligt att noggrant räkna på sådana modeller utan att det tar för lång tid. William Sethares har implementerat ett program som ritat upp strävhetsskurvor för två (likadant sammansatta) komplexa toner, förutsatt att man matar in deltonernas frekvenser och amplituder.²⁴ För två toner med vardera sex harmoniska deltoner med exponentiellt avtagande amplituder fås figur 3. Den fasta (lägre) tonens lägsta delton har här frekvensen 300 Hz.



Figur 3. Strävhetsskurva för två komplexa toner, var och en med sex harmoniska deltoner. Skalan på y-axeln är godtycklig, beroende på att de inmatade deltonernas amplituder är av godtycklig storleksordning. I just detta fall har jag låtit den första (lägsta) deltonen ha amplituden 1 (ett), medan de högre deltonerna har amplituder som avtar med en faktor om 0,9. Eller lite mer matematiskt uttryckt: Delton nr n har amplituden $(0,9)^{n-1}$, $1 \leq n \leq 6$.

De tydliga minimiställena motsvarar de enkla frekvensförhållanden som kan bildas av de ingående deltonerna, såsom angivits i figuren. Dessa enkla frekvensförhållanden är förstas inget annat än de vanliga, rent stämde intervallen liten och stor ters, ren kvart och kvint, stor sext och ren oktav. Liten sext saknas, eftersom dess förhållande, $\frac{8}{5}$, skulle ha krävt en åttonde delton närvarande.

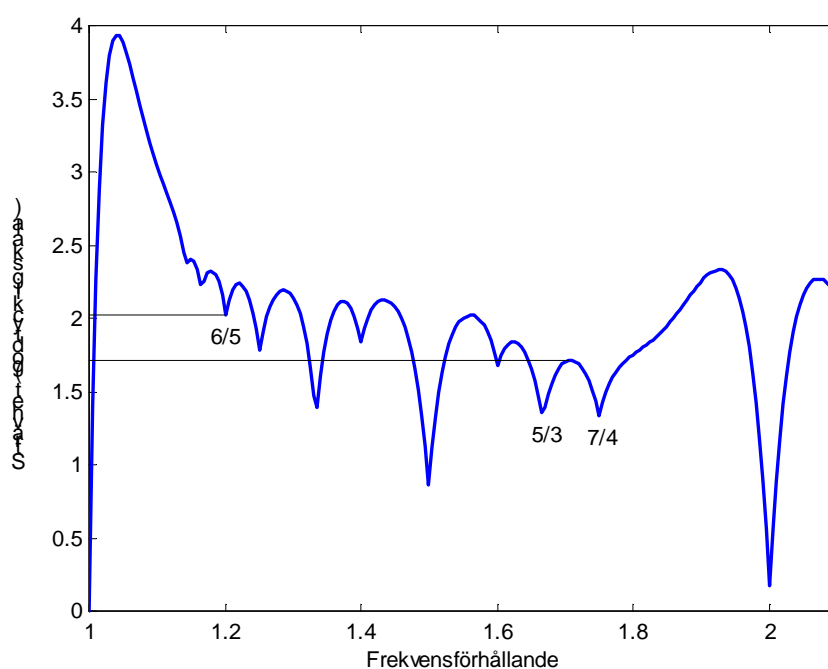
Frågan är nu: Vad säger dessa kurvor, och hur relevanta är de för konsonans- och dissonansfrågan?

Strävhetsskurvor tycks vid första anblicken ganska väl beskriva något slags konsensusuppfattning om rangordningen mellan olika intervall i konsonans- och dissonanshänseende. Om man granskar kurvorna närmare framträder dock några avvikelser som skulle kunna användas

²⁴ Programkod avsedd för Basic eller Matlab finns redovisad i Sethares (1997), s. 299-307 och i Sethares (1993). Sethares kallar dem *dissonanskurvor*, vilket synes övermaga. För den som vill försöka förstå exakt hur Sethares ställt upp sin matematiska modell måste jag utfärda en varning: Resonemangen i Sethares (1993) är ganska dunkla.

som argument mot dem. Det finns flera slags invändningar mot kurvorna.

För det första är strävhetsskurvorna kontinuerliga. De anger strävheten inte bara hos de vanliga intervallen utan för vilket frekvensförhållande som helst. Om strävhet vore detsamma som dissonans, skulle vi alltså nu kunna ange den exakta dissonansgraden hos ett $\frac{3}{4}$ -tonsteg eller hos intervallet som ligger mitt emellan ren kvint och liten sext. Redan detta kan verka märkligt för somliga.²⁵ Men även om man accepterar att vilket frekvensförhållande som helst kan bedömas med avseende på konsonans och dissonans, så är det för det andra inte säkert att kurvorna avspeglar vad människor i allmänhet skulle tycka om ovanliga frekvensförhållanden jämfört med vanliga. Se t.ex. de vågräta strecken i figur 4. De markerar strävhetsgraden hos liten ters ($\frac{6}{5}$) och hos frekvensförhållandet som ligger mellan stor sext ($\frac{5}{3}$) och naturseptima ($\frac{7}{4}$). Det senare förhållandet är ett lokalt strävhetssmaximum men är trots detta mindre strävt än den lilla tersen. Skulle människor i allmänhet hålla med om detta, om de ombads att bedöma konsonansen/dissonansen? Såvitt jag vet har ingen experimentellt undersökt denna fråga.²⁶



Figur 4. Strävhetsskurva för två komplexa toner, var och en med åtta harmoniska deltoner. Delton nr n har amplituden $(0,9)^{n-1}$, $1 \leq n \leq 8$.

En tredje invändning, kanske den allvarligaste, är följande. Om strävhet uppkommen av svävningar vore identisk med dissonans, borde detta rimligen gälla även komplexa toner med icke-harmoniska deltoner. Två undersökningar har utförts för att utröna detta. Swallowe et al. (1997) bad försökspersoner bedöma icke-harmoniska komplexa toner som påminde om klockor, gongar och cymbaler i termer av "pleasantness" och "interestingness". Svaga eller inga korrelationer hittades vid jämförelse med Sethares' och Hutchinson & Knopoffs beräkningsmodeller. Jacobsson & Jerkert (2000) genomförde liknande försök, där personer med olika musikalisk erfarenhet skulle bedöma välljudet hos ett ganska stort antal tvåklanger där tonerna hade icke-harmoniska deltoner. Den speciella grupp av försökspersoner som bestod

²⁵ Jag har dock inte sett detta argument riktas redan mot Helmholtz.

²⁶ Det är förstås viktigt hur frågan ställs till försökspersonerna. Om man helt enkelt definierar dissonans som "strävhet" och kanske t.o.m. spelar upp ett exempel med strävhet mellan två sinustoner, får man säkert ett annat resultat än om man säger att dissonans är något som låter illa i största allmänhet. Enligt van de Geer, Levelt & Plomp (1962) uppfattas begreppsparet konsonant-dissonant som värderande och nära synonymt med välljudande-missljudande.

av musikakustiskt utbildade människor (och som alltså kunde antas känna till svävningsteorin) bedömde stimuli i ganska stor överensstämmelse med svävningsteorin. Övriga grupper, med mer eller mindre musikalisk erfarenhet, uppvisade dock inga sådana korrelationer. Sethares' modell användes som implementation av svävningsteorin.

Ska vi utifrån den ovan redovisade kritiken sluta oss till att strävhetsskurvorna är missvisande och ointressanta för konsonans- och dissonansfrågan? Jag anser att det vore förhastat. De vilar på god teoretisk och tämligen god experimentell grund. De säger inte hela sanningen om konsonans och dissonans, men de återger på ett någorlunda trovärdigt sätt den upplevda dissonansen för åtminstone komplexa toner med harmoniska deltoner.

Syntesförsök

Vi har konstaterat att strävhet inte är identiskt med dissonans om man med ”dissonant” menar något så allmänt som ”illaljudande”. Det är dock svårt att tänka sig en dissonansmodell som inte på något sätt tar hänsyn till strävhet uppkommen ur svävande deltoner. Strävhet skulle alltså vara en av flera ingredienser i dissonans, och omvänt skulle avsaknad av strävhet vara en av flera ingredienser i konsonans. Plomp och Levelt (1965) gör inte misstaget att tro att de funnit en heltäckande förklaring. De kallar den konsonansdimension de funnit – avsaknad av strävhet på grund av svävningar – för ”tonal consonance”. Den tyske elektroakustikern Ernst Terhardt (1984) föreslår istället termen ”sensory consonance”, och försöker utreda hur en fullständig konsonansmodell skulle kunna se ut.

Enligt min mening kan man förenklat se konsonans- och dissonansdiskussionen under de senaste 140 åren som en konflikt mellan två läger. Det ena lägret består av dem som vill utgå från den stillastående tvåklängen och som vill försöka reducera upplevelsen av en sådan klang till ett enkelt koncept, t.ex. strävhet på grund av svävningar (Helmholtz med flera akustiker) eller sammansmältning till en enhet (Stumpf med flera psykologer). I detta läger är det mest akustikerna som bidragit till utveckling sedan 1960-talet.²⁷ I det andra lägret finner vi musiker och musikvetare som, med goda kunskaper i harmonilära, särskilt funktionsharmonik, vill se konsonans och dissonans som dynamiska begrepp som främst får sin mening i specifika (ackord)sammanhang. De erkänner att isolerade klanger kan vara mer eller mindre välljudande men finner inte detta speciellt intressant.²⁸ Ernst Terhardt försöker lösa konflikten genom att föreslå att musikalisk konsonans (eller dissonans) helt enkelt har två distinkta komponenter. Dels finns sensory consonance, som förklaras av svävningar mellan parvisa deltoner, och vars tillämpningsområde inskränker sig till enskilda samklanger. Dels kan man tala om en lite mer storskalig konsonans, som Terhardt (kanske mindre lämpligt) benämner ”harmony”.

Huvudproblemet med Terhardts modell är enligt min mening att definitionen av ”harmony” förutom att vara något vag också är något smal.

Harmony, förklarar Terhardt, sönderfaller i tre delar. För det första finns en speciell samhörighetskänsla (”affinity of tones”) i intervallen oktav, kvint och kvart, i så måtto att de ingående tonerna smälter samman eller anses representera samma klang eller klangfärg. Detta sägs särskilt gälla inom vokalmusik. För det andra existerar en viss utbytbart mellan omvändningar av samma ackord, mellan olika ackord till en given melodi och mellan olika melodier till en given ackordföljd (”compatibility of chords and/or melodic segments”). För det tredje anses (de flesta) ackord ha en grundton, som intar en privilegierad ställning och som på något sätt representerar hela ackordet (Terhardt 1984, s. 279). Alla dessa observationer är förvisso intressanta att ta hänsyn till i en fullständig konsonansmodell, men Terhardt har helt utelämnat allt tal om ackordföljder, om riktungsverkan, spänning och upplösning etc., som kanske också borde ha beretts plats. Såsom Terhardt har definierat harmony skulle det kunna förklaras av det väletablerade psykoakustiska fenomenet ”virtual pitch” (virtuell tonhöjd), som är

²⁷ Det har naturligtvis funnits psykologer som har haft en fot även i det andra lägret, t.ex. Révész, och som därför inte kan ses som lika distanserade som Stumpfs lärjungar.

²⁸ Jfr citatet från Riemann (1929) ovan.

bra att känna till om man är intresserad av konsonans- och dissonansfrågan.²⁹

Ett experiment beskrivet av Rainier Plomp (1967) får tjäna som utgångspunkt för en förklaring av virtuell tonhöjd. Plomp lät 15 musikaliskt otränade personer i ett antal försök jämföra två stimuli, *A* och *B*, var och en med tolv deltoner. Deltonsspektrumet var olika mellan *A* och *B*, och ton *B*:s spektrum varierades dessutom. Ton *A*, vars lägsta deltonsfrekvens betecknas med f , hade hela tiden harmoniska deltoner. Ton *B*:s lägre deltoner, säg nr $n = 1, 2, \dots, m$, var harmoniska med avseende på den lägsta deltonen med frekvensen $0,9f$ och hade alltså frekvenserna $0,9nf$, $n = 1, 2, \dots, m$. Ton *B*:s högre deltoner, nr $n = m + 1, m + 2, \dots, 12$, var däremot harmoniska med avseende på en tänkt lägsta delton med frekvensen $1,1f$ och alltså hade frekvenserna $1,1nf$, $n = m + 1, m + 2, \dots, 12$.³⁰ Värdena på f och m varierades i de olika försöken, och försökspersonerna skulle avgöra vilken av tonerna *A* och *B* de tyckte hade lägst tonhöjd.

Om det vore så att den lägsta deltonen alltid bestämde vilken tonhöjd man uppfattar att en komplex ton har, skulle alla försökspersoner hela tiden tycka att *B* var mörkare än *A*. Så var emellertid inte fallet. När många högre deltoner är harmoniska med avseende på en viss grundton tenderar man att uppfatta denna grundton fastän den faktiskt inte existerar i luften. Det är detta fenomen som kallas virtuell tonhöjd. Om de högre deltonerna inte är exakt harmoniska kan man ändå uppfatta den grundton som bäst approximerar en harmonisk grundton.³¹ Plomps resultat var att då $m = 1$ uppfattades *B* som ljusast av majoriteten av försökspersonerna så länge $f < 1400$ Hz. För högre frekvenser uppfattades *A* som ljusast. Man kan notera att många av de högre deltonerna i dessa fall var så ljusa att de knappt gick att höra alls. Då $m = 2$ uppfattades *B* som ljusast då $f < 700$ Hz. Motsvarande gränsfrekvenser för $m = 3$ och $m = 4$ var 350 Hz respektive < 125 Hz.

Virtual pitch kan *inte* förklaras tillfredsställande av differenster, som man länge trodde.³² För det första kan den saknade grundtonen höras även när ljudintensiteterna är så låga att differenster inte kan spela någon roll. För det andra har man visat att vibrationerna som motsvarar den uppfattade grundtonen inte finns i vätskorna i cochlea. För det tredje kan man i många fall enkelt visa att den uppfattade grundtonen inte har samma frekvens som den misstänkta differenter.³³ Slutsatsen måste bli att virtuell tonhöjd är ett resultat av högre nervprocesser. Det finns visserligen samband mellan uppfattad tonhöjd och den komplexa tonens period, men vi ska inte närmare undersöka detta här.³⁴

²⁹ Virtual pitch kallas i vissa texter "fundamental tracking", "periodicity pitch" eller "residue pitch". John Pierce har påpekat att det kanske lämpligaste namnet vore "musical pitch" (Pierce 1992, s. 93). För historiska uppfattningar om fenomenet virtual pitch (*termen* är ej speciellt gammal), se Plomp (1967), s. 1526-1530.

³⁰ För den som kan en smula matematik kan det hela uttryckas i formler: $A = \sum_{n=1}^{12} a_n \cos(2\pi n f t)$ och

$B = \sum_{n=1}^m a_n \cos(2\pi n (0,9f)t) + \sum_{n=m+1}^{12} a_n \cos(2\pi n (1,1f)t)$, där f är frekvensen och t tiden. Deltonernas inbördes amplituder a_n varierades på olika sätt, men visade sig inte ha någon större inverkan på experimentets allmänna resultat.

³¹ Ett exempel: Skapa en komplex ton bestående av deltoner med frekvenserna 1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400 och 2600 Hz. Dessa deltoner motsvarar de harmoniska deltonerna nr 7-13 hos en grundton med frekvensen 200 Hz. Mycket riktigt hörs denna grundton. Förskjut sedan deltonernas frekvenser så att de blir 1430, 1630, 1830, 2030, 2230, 2430 och 2630 Hz. Dessa deltoner motsvarar approximativt deltonerna nr 7-13 hos en grundton med frekvensen 203 Hz (notera att bara en enda delton, 2030 Hz, är en *exakt* heltalsmultipel av 203 Hz). Denna grundton kommer att höras. Jag har tagit exemplet från Plomp 1967, s. 1529.

³² När två (eller flera) sinustoner ljuder samtidigt, exempelvis med frekvenserna f_1 och f_2 , där $f_1 > f_2$, har hörseln en benägenhet att tillskapa toner (som alltså inte finns i luften) med frekvenser enligt formeln $(n+1)f_1 - nf_2$, där $n = 1, 2, 3, \dots$. Även mer komplicerade formler förekommer. Som läsaren ser ger den nämnda formeln upphov till en harmonisk serie av toner. Det faktum att de är harmoniska har förstås inverkan på fenomenet virtuell tonhöjd. Mer information om differenster finns i Sundberg (1989), s. 79f.

³³ Se exemplet i förrförra noten, där en mängd differenster om 200 Hz bildas även efter förskjutningen.

³⁴ Mer om virtuell tonhöjd kan inhämtas i Terhardt, Stoll & Seewann (1982a,b).

Varför existerar fenomenet virtuell tonhöjd? Såvitt bekant väntar vi fortfarande på en fullständig förklaring. Terhardt (1974) anser att inlärning spelar stor roll. Det vanligaste musikinstrumentet är människorösten, som har harmoniska deltoner. Människorösten hör vi alla från barnsben, i tal och sång. Rösten används också i alla mänskliga kulturer, så någon specifik kulturell betingning är det inte riktigt fråga om. Plomp är inne på liknande tankgångar. Han frågar sig varför grundtonens tonhöjd bestäms av den lägsta deltonens frekvens först då $f < 1400$ Hz (då $m = 1$). Har människan två olika mekanismer som bestämmer den uppfattade tonhöjden, olika i olika frekvensområden? Troligen inte:

The highest pitch that can be produced by the human voice does not exceed this frequency [1400 Hz], so it is not clear why we should have a second pitch mechanism that is never used in social life. (...) The fact that beyond 1400 Hz pitch is related to the fundamental can be explained by the limit of the ear's ability to detect periodicities. (Plomp 1967, s. 1532.)

Tonhöjden hos en komplex ton bestäms alltså normalt sett av virtual pitch-fenomenet; endast i höga ("onaturliga") frekvensområden spelar den lägsta deltonens frekvens någon avgörande roll.

Är Terhardts tvåkomponentsmodell för konsonans tillfredsställande? Själv konstaterar han nöjt att båda komponenterna kan reduceras till tydliga, musikakustiska fakta (Terhardt 1984, s. 292). Såsom jag antytt är det dock möjligt att kritisera honom med påpekandet att han låtit sådant som redan har goda förklaringar få ingå i konsonans/dissonansbegreppet, medan problematiska delar uteslutits. Jag känner tyvärr inte till något senare syntesförsök än Terhardts.

Diskussion

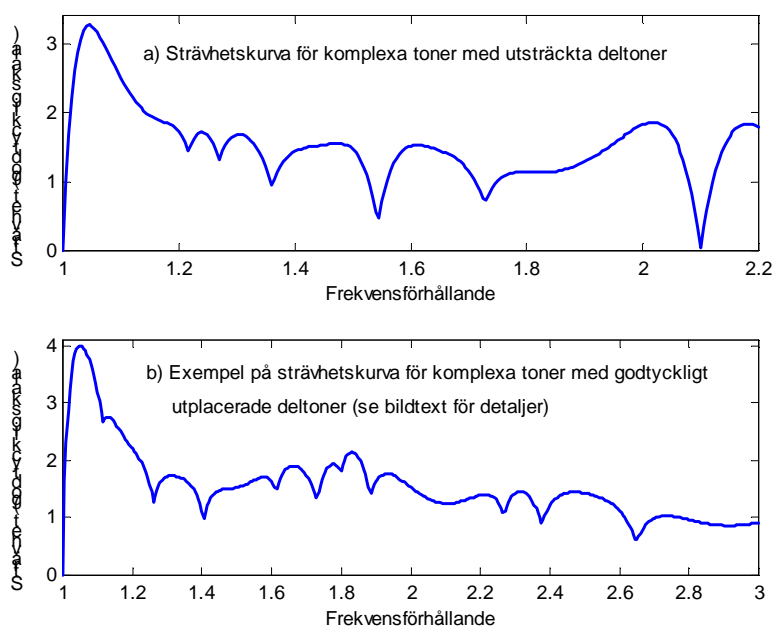
Denna artikel presenterar ingen lösning på hur konsonans och dissonans ska förstås och förklaras. Det är uppenbart – såsom påpekades redan från början – att modellerna varierar kraftigt beroende på vilka definitioner av konsonans och dissonans som används. Terhardt (1984) har redovisat en tvåkomponentsmodell som är ett steg i rätt riktning när det gäller en integrerad och mångsidig syn på konsonans och dissonans. Hans modell kan dock inte betraktas som slutgiltig. Det tycks fortfarande finnas en del rent empiriska undersökningar som väntar på att bli genomförda, exempelvis rörande perceptionen av komplexa toner med harmoniska kontra icke-harmoniska deltoner.³⁵

En slutsats torde dock inte vara alltför vågad: Konsonans och dissonans kan inte betraktas som en fråga enbart för musikvetare eller enbart för akustiker. Frågan har såväl musikvetenskapliga som akustiska och fysiologiska aspekter. Redan detta ganska självklara konstaterande kan dock tänkas överraska somliga. Jag har inget pålitligt stöd för min hypotes, men jag har en känsla av att de akustiska teorierna inte är så kända bland musiker och musikvetare som de borde vara. Jag ger ett enda exempel. I en nyligen utgiven essä skriver Gunnar Bucht om oktaven, som intar en viktig plats i hans teoretiska resonemang: "Moderna forskare har sökt förklaringen i oktavens speciella 'tonkvalitet' utan att riktigt övertyga" (Bucht 1999, s. 13). Detta är allt han nämner om moderna försök att förklara varför oktaven låter som den gör. Citatet bevisar naturligtvis inte att Bucht inte ens känner till svävningsteorin, men det visar att *om* han känner till den, så ser han den inte som en naturlig utgångspunkt i en diskussion om de olika intervallens karaktär.³⁶

³⁵ Se t.ex. Cohen (1984) för mer om perceptionen av icke-harmoniska deltoner.

³⁶ Bucht hänvisar istället till Victor Zuckerkandl och skriver att dennes tanke är att "oktavidentiteten är uttryck för ett perspektiviskt hörande. På samma sätt som vi i en spegelsal ser en person ständigt förminskad men hela tiden igenkännlig hör vi en ton ständigt längre bort men med bibehållen identitet. Detta bottnar i det musikaliska rummets karaktär av flöde där det kraftfält som oktaven inramar projiceras både uppåt och nedåt" (Bucht 1999, s. 13). Personligen måste jag tillstå att denna förklaring inte säger mig något alls.

En annan slutsats, som snarast följer ur den föregående, är att man inte kan försvara en hur relativistisk syn som helst vad gäller konsonans och dissonans. Musiketnologer har t.ex. sedan länge noterat de märkliga skalkonstruktionerna i den indonesiska gamelanmusiken. Skalorna är helt olika de västerländska. Säkert har åtminstone vissa musiketnologer misstänkt att förklaringen ligger i att gamelanensemblens slagverksinstrument har helt andra deltonsspektra än de vanligaste västerländska melodiinstrumenten, men det har varit svårt att räkna noggrant på saken. Nu finns dock forskning som tyder på att gamelanskalornas utseende mycket väl kan förklaras med hjälp av svävningsteorin (Sethares 1997, kap. 8).³⁷ Det är alltså inte nödvändigt – och heller inte korrekt – att ta sin tillflykt till påståenden som ”alla skalor är lika bra” eller ”alla ackord låter lika bra om man bara vänjer sig vid dem”. Ferruccio Busoni hade helt enkelt fel när han påstod att en oktav lika gärna kunde delas i arton delar som i tolv (Busoni 1962, s. 93), liksom de tolvtonsonsättare hade fel som eventuellt trodde att vilket intervall som helst skulle kunna uppfattas som samklingande.



Figur 5. Strävhetsskurvor för två komplexa toner med vardera sex deltoner. I a) är deltonernas frekvenser $250 \cdot (2,1)^{\ln n / \ln 2}$ Hz, för $n = 1, 2, \dots, 6$, där 250 Hz är den lägsta deltonens frekvens. Deltonerna är med andra ord utsträckta så att oktaven motsvarar frekvensförhållandet 2,1 istället för 2. I b) är deltonernas frekvenser $250n$, där n inte är $1, 2, \dots, 6$ utan istället $n = 1; 1,73; 3,26; 4,11; 4,58; 7,39$. Delton nr n har både i a) och b) amplituden $(0,9)^{n-1}$, $1 \leq n \leq 6$.

Detta leder över i en tredje slutsats, som kan vara viktig att poängtera fastän den inte är ny: Deltonsspektrumet är alltid av vikt när man diskuterar uppfattningar om komplexa toners konsonans och dissonans. Ur strävhetssynpunkt är spektrumet helt avgörande. Även komplexa toner med icke-harmoniska deltoner uppvisar stora variationer i strävhet beroende på frekvensförhållandet, vilket visas av figur 5. Att deltonsspektrumet har åtminstone *något* inflytande över hur tonen uppfattas har varit känt ganska länge – Malmberg nämner t.ex. att ”it was shown that the ranking of consonance will vary slightly for different qualities of tone” (Malmberg 1918, s. 107) – men tycks inte ha betraktats som speciellt viktigt av alla. Efter att

³⁷ Den som är mer intresserad av olika skaltyper i världen kan börja med att läsa Ellis (1885), som representerar den kunskap som fanns tillgänglig innan den västerländska populärmusiken började sprida sig till jordens alla hörn.

ha gjort en intressant historisk tillbakablick presenterar sålunda Sven E. Svensson i sin artikel om konsonans och dissonans den egna teorin med orden:

Jag har löst det [intervallmaterialet] ur dess musikaliska sammanhang, befriat det från klangfärg (övertoner och framställningsbullen) och från melodisk och harmonisk funktion. Det är givet, att en undersökning av detta material skulle vara värdelös, om resultaten inte i efterhand skulle bearbetas av fysiologer, psykologer och från skilda synpunkter från musiker. (Svensson 1951, s. 101.)

Så sant, undersökningen skulle vara värdelös om den inte kunde bekräftas av någon empiri. Men idag skulle vi nog säga att undersökningen är värdelös redan från början, just eftersom Svensson helt godtyckligt har bortsett från klangfärgen.

Konsonans- och dissonansfrågan är, såsom framgått, mycket vittförgrenad. Jag hoppas att denna artikel kan bidra till en mer nyanserad syn på saken. För närvarande finns ingen slutgiltig teori som täcker hela problemets bredd, och det finns således fortfarande utrymme för intressant forskning på området. Vad som tycks vara en viktig delförklaring är dock känd sedan länge, svävningsteorin, som jag anser bör tillhöra den musikaliska allmänbildningen. Vetskapen om dess blotta existens motverkar förhoppningsvis de mest extremt relativistiska uppfattningarna om konsonans och dissonans. Förklaringen till att konsonans och dissonans existerar står att finna i en kombination av musikvetenskap, akustik och fysiologi.

Litteratur

- Backus, J. (1969): *The Acoustical Foundations of Music*. New York: WW Norton.
- Bucht, G. (1999): *Rum, rörelse, tid – om musik som verklighet*. Stockholm: Skrifter från musikvetenskapliga institutionen nr 14.
- Busoni, F. (1962): "Sketch of a New Esthetic of Music". I: *Three Classics in the Aesthetic of Music*. New York: Dover. (*Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst*. Trieste: 1907.)
- Cohen, E. (1984): "Some effects of inharmonic partials on interval perception", *Music Perception* 1(3), 323-349.
- Ellis, A. J. (1885): "On the musical scales of various nations", *Journal of the Society of Arts* 33(1688), 485-527. Omtryckt i *A Century of Ethnomusicological Thought*. New York: Garland, 1990, s. 1-43.
- van de Geer, J. P.; Levelt, W. J. M. & Plomp, R. (1962): "The connotation of musical consonance", *Acta Psychologica* 20, 308-319.
- Helmholtz, H. (1877): *On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music*. New York: Dover, 1954, nytryck av andra engelska upplagan, Longmans & Co., 1885. (*Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*. Braunschweig: Vieweg, 1:a uppl. 1863, 4:e uppl. 1877.)
- Hutchinson, W. & Knopoff, L. (1978): "The acoustic component of western consonance", *Interface* 7, 1-29.
- (1979): "The significance of the acoustic component of consonance in Western triads", *Journal of Musicological Research* 3, 5-22.
- Jacobsson, B. & Jerkert, J. (2000): *Consonance of non-harmonic complex tones: Testing the limits of the theory of beats*. Opublicerad projektrapport. Institutionen för tal, musik och hörsel (TMH), KTH.
- Jerkert, J. (1999): *Vad är konsonans och dissonans? Musikvetenskapliga och naturvetenskapliga perspektiv*. Opublicerad C-uppsats. Musikvetenskapliga institutionen, Stockholms universitet.
- Kameoka, A. & Kuriyagawa, M. (1969a): "Consonance theory part I: Consonance of dyads", *Journal of the Acoustical Society of America* 45(6), 1451-1459.
- (1969b): "Consonance theory part II: Consonance of complex tones and its calculation method", *Journal of the Acoustical Society of America* 45(6), 1460-1469.

- Malmberg, C. F. (1918): "The perception of consonance and dissonance", *Psychological Monographs* **25**, 93-133.
- Moberg, C.-A. (1973): *Musikens historia i västerlandet intill 1600*. Stockholm: Natur & Kultur.
- Pickles, J. O. (1988): *An Introduction to the Physiology of Hearing*. London: Academic Press, 2:a uppl.
- Pierce, J. R. (1992): *The Science of Musical Sound*. New York: Scientific American Books/W. H. Freeman, 2:a uppl.
- Piston, W. (1978): *Harmony*. London: Gallancz, 4:e uppl.
- Plomp, R. (1967): "Pitch of complex tones", *Journal of the Acoustical Society of America* **41**(6), 1526-1533.
- Plomp, R. & Levelt, W. J. M. (1965): "Tonal consonance and critical bandwidth", *Journal of the Acoustical Society of America* **38**(4), 548-560.
- Révész, G. (1953): *Introduction to the Psychology of Music*. London: Longmans, Green & Co. (*Einführung in die Musikpsychologie*. Amsterdam: 1946.)
- Riemann, H. (1929): *Hugo Riemanns Musiklexikon*. Bearbeitet von Alfred Einstein. Berlin: Max Hesses Verlag, 1:a uppl. 1882, 11:e uppl. 1929.
- Sethares, W. A. (1993): "Local consonance and the relationship between timbre and scale", *Journal of the Acoustical Society of America* **94**(3), 1218-1228.
- (1997): *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale*. London: Springer.
- Sundberg, J. (1989): *Musikens ljudlära*. Stockholm: Proprius, 3:e uppl.
- Swallowe, G. M.; Perrin, R.; Sattar, G.; Colley, A. M. & Hargreaves, D. J. (1997): "On consonance: Pleasantness and interestingness of four component complex tones", *Acustica* **83**, 897-902.
- Svensson, S. E. (1951): "Till frågan om intervallernas dissonansintensitet", *Svensk tidskrift för musikkforskning* **33**, 87-126.
- Tenney, J. (1988): *A History of 'Consonance' and 'Dissonance'*. New York: Excelsior.
- Terhardt, E. (1974): "Pitch, consonance, and harmony", *Journal of the Acoustical Society of America* **55**(5), 1061-1069.
- (1984): "The concept of musical consonance: a link between music and psychoacoustics", *Music Perception* **1**(3), 276-295.
- Terhardt, E.; Stoll, G. & Seewann, M. (1982a): "Pitch of complex signals according to virtual pitch theory: Tests, examples and predictions", *Journal of the Acoustical Society of America* **71**(3), 671-678.
- (1982b): "Algorithm for extraction of pitch and pitch salience from complex tonal signals", *Journal of the Acoustical Society of America* **71**(3), 679-688.