

## Lyt og lær

Om du lytter til en solsort eller et stort højttaler system spiller dine ører en større rolle end du kan forestille dig.

Philip Newell har i Studio Sound skrevet en artikel om vores hørelse, som her er frit oversat og kommenteret af Steen Duelund

For omkring et hundrede år siden skrev lord Rayleigh:  
"Opfattelsen af lyd er en ting **Sui generis**".  
Og ikke sammenlignelig med nogen af vore andre sanser.

Direkte eller indirekte må alle spørgsmål omhandlende dette subjekt blive besvaret af den enkeltes hørelse uden appelmulighed"

Sir James Jeans konkluderede i sin bog; Science & Music (Cambridge University Press, 1937) med sætningen:

"Studier af dyreverdenens evolutionen fortæller, at øret var det sidste sanseorgan at blive udviklet. Det er uden tvivl det mest komplekse og vidunderlige sanseorgan"

Hvor individuel og hvor vidunderlig vores hørelse er kan let forstås ud fra få faktiske forhold.

Spektrum'et af synligt lys spænder over en enkelt oktav, hvor det for det direkte hørbare spænder over omkring 11 oktaver.

Udtrykt på en anden måde, så udgør forholdet øverste og nederste frekvensgrænse for synligt lys ca. 2:1, hvorimod det for lyd er omkring 1000:1. Yderligere er lydtryksforskellen imellem det netop hørbare og smertegrænsen en faktor  $10^{12}$  eller en million million gange (Ja, 1,000,000,000,000:1). Den faktiske bevægelse af trommehinden ved det netop hørbare niveau svarer til en hundrededel af diameteren af et brintmolekyle. Selv en tone på 1kHz ved 70dB bevæger trommehinden så lidt som en milliontedel af en tomme. Læg dertil det faktum vores pinnae (ydre ører) er individuelle som vores fingeraftryk, og forklaringen er givet til den store variation af den menneskelige hørelse som et hele, hvorfor evnen til at høre mindre forskelle varierer så meget fra person til person.

Hvis øret var bare 10 dB mere følsomt, end det normalt er, ville vi alle høre et svagt sus (tilfældig støj) forårsaget af de Brownske bevægelser luftmolekylerne foretager.

Visse personer kan høre frekvensforskelle så små som 1/250 af en halvtone (beskrevet af Seashore). Der er klart stor variation i alle disse forhold fra individ til individ.

En test af 16 professionelle sangere ved The Royal Opera, Vienna, viste en 10:1 variation blandt dem i følsomhed over for frekvensvariation. Et yderligere faktum er, at øret selv producerer ulineær harmonisk forvrængning samt intermodulationforvrængning.

Jeg havde en god veninde som elskede musik, hvis det blev spillet lavt, men ved et lydtryk omkring 85 dB ville hun stikke fingre i ørerne og tigge om at niveauet blev skruet ned. Tilsyneladende klippede hendes hørelse ved et vist niveau, hvorefter et helvede brød løs inde i hendes hoved.

Naturligvis kan vi stadig ikke træde ind i hinandens hjerner, så spørgsmålet om vi ser farven "blå" på samme måde kan ikke besvares. Tilsvarende ved vi heller ikke hvad andre hører når vi lytter til den samme lyd under de samme omstændigheder. Vi er dog i dag i stand at tage meget præcise målinger i øret, og de viser, at den lyd, der rammer vores trommehinde, er klart forskellige, hvorimod det der rammer det enkelte menneskes øjne groft sagt er det samme. Visse er farveblinde, andre er langsynede, kortsynede eller har en kombination af adskillige andre synsanomalier, men uanset det, så er det "billede" der ankommer til øjet netop stort set det samme for alle.

Modsat, hvis vi tager den tympaniske membran (trommehinden) som værende starten af vores hørelse er en sådan ensartethed ikke eksisterende.

Selv om vi udvidede antagelsen om hørelsens start til et andet sted f.eks. det ydre øre, vil det stadig ikke blive det samme fra person til person, fordi vore ører har forskellig form, sidder på forskelligt formede hoveder, omgivet af forskellige skuldre og hårstil.

Dette vil uundgåeligt betyde at indgangshullerne til ørekanalen har forskellig afstand og er adskilt af omgivelser der ikke er ens. Adder diffraktions- og reflektions effekter fra vores krop, så er svaret på spørgsmålet om vi alle ser den samme blå farve mht. audio et klart "nej!", fordi det der når vores trommehinde er individuelt, så det er overladt alene til hvordan vores individuelle hjerner behandler "lyden

Der er masser af tegn til at foreslå at mange af vores hørelses aspekter er fælles for os alle, og dette antyder at der er en vis mængde "hard-wiring" i vore hjerner, der forudbestemmer os til en fælles sansning af visse stimuli.

*(Det må her indskydes at vores sprog er et sådant stimuli)*

Ikke desto mindre så udelukker det ikke, at visse aspekter af vores hørelse er arvede, og at der kan være en vis variation selv i disse genetisk bestemte egenskaber. Ud over fysisk skade på vores høresystem, kan der givet også være kulturelle og omgivelsesbestemte sider af vores dagligliv, som forårsager at nogen af os udvikler forskellig grad af akkuratthed på specifikke sider af vores hørelse, udviklet ved gentaget udsættelse for visse stimuli.

*(At høre er en konstant læreproces på nyt grundlag dag for dag.)*

Det kunne ligne en udstrækning af vores evolutionære udvikling til det urimelige, men man skulle så antage at de gener der folder vores ydre ører skulle være forbundne med de gener, der koder alle variable for vores høresystem – næppe!

Tilbage i halvfjerserne udført der eksperimenter (angives senere), som mere eller mindre stærkt konkluderede, at det ikke kunne være tilfældet.

Det kan med meget ringe usikkerhed siges, at vi hører ikke alle lyde ens og at der derfor altid vil være en vis grad af subjektivitet i bedømmelse og valg af monitorsystem og en endnu større grad i valget af et optimalt hi-fi system til hjemmebrug – på grund af de særlige individuelle lytteforhold og lyttevaner.

Meget er blevet skrevet om brug af "dummy head recording techniques" til binaural stereo, og det ofte blevet påstået at de fleste tenderer til at høre optagelsen som mest naturlig når kopier af egne ydre ører er brugt under optagelsen. Mange deler den opfattelse, men det er ikke nødvendigvis også tilfældet.

Sandt er det, at det måske kan anses som mere naturligt, med reference til det vi hører fra den ene dag til den anden, men det er også sandt at visse naturligt hører visse aspekter klarere end andre. Jeg blev tilkaldt af en studio-ejer, der beklagede sig over at lyden fra hi-hats ved panning fra højttaler til højttaler beskrev en bue. Ved selvhør på systemet var der ingen bue, men en helt præcist panning.

Årsag – vi havde blot forskellige ydre ører. I et velkendt AES paper, og I hendes PhD thesis, Puddie Rodgers beskrev I detaljer hvordan mixing consoles og andet teknisk udstyr tilstede kunne resultere i "huller" i frekvensgangen.

Dette er de samme ting, der sker for folderne i det ydre øre, når vi modtager "cues" fra forskellige retninger og giver os evnen til at adskille retninger for lyd.

Med andre ord, så giver tidlige refleksioner i fra det ydre øres folder en kamfiltereffekt som meget vel ved stereogengivelse kan forårsage lyttere til at opfatte lyden som kommende fra en anden retning end den teknisk set burde.

Vertikal perception over og under den horisontale midterlinien varierer meget fra person til person. Som i nævnte tilfælde gav studieejeren en perception af hi-hatten en højere placering end, den gav mig.

I et af brevene oktober 1994 til *Studio Sound*, optageingeniør Tony Batchelor meget modigt indrømmede, at han troede, at han havde besvær med at kunne høre det, andre beskrev som værende stereo. Han fortsatte dog med at tilføje, at ved en demonstration af Ambiosonics modtog han "en enestående lytteoplevelse".

Det er klart, at for Tony Batchelor vil en stereogengivelse ikke ligge på toppen af hans prioriteter for det hjemlige stereoanlæg, endskønt hans følsomhed over for intermodulationsforvrængning og frekvensubalance kunne være særdeles høj og af ingen betydning for andre. Belendiuk and Butler konkluderede fra deres eksperimenter med 45 lyttere at;

'There exists a pattern of spectral cues for median sagittal plane positioned sounds common to all listeners'

For at bevise deres hypotese, gennemførte de et eksperiment, i hvilket lyde var udsendt fra forskellige, nummererede højttalere, og lytterne blev bedt om at udpege, fra hvilken højttaler lyden kom.

Derefter blev der foretaget binaurale optagelser, hvor afstøbninger af 4 af testmedlemmernes ører blev brugt.

Disse 4 subjekter skulle derefter gentage testen blot over kun hovedtelefoner på optagelser foretaget med afstøbninger af deres egne ører.

Resultaterne var ret lig de direkte lytningers resultat, hvilket skulle indikere lighed med at lytte "live". Dog var ikke alle subjecterne lige akkurate I deres valg af kilde.

Interessant var, at ved lytning på de tre andres optagelser, var der visse øreftryk, der var bedre end andre.

Og omvendt var visse brugte aftryk ikke gode for nogen.

Eksperimentet gik på det vertikale plan, medens et eksperiment på det horizontale plan gav væsentligt færre fejl ved optagelser med "egne ører".

I det horizontale plan, lavedes færre fejl, når eget head-related transfer functions (HRTFs) var brugt.

Alle relevante rapporter synes at have vist at forskelle I de ydre øres form "høres" forskelligt, og hele HRTF er ret entydig fra person til person og relaterer til forskellig hørelse af forskellige lydfelter.

*Min bog "Studio Monitoring Design"* beretter også den sande historie om to lydteknikere, der ikke kunne blive enige om styrken af højfrekvens fra en monitor for at give den mest korrekte reproduktion sammenlignet med en cello spillet live. Deres uenighed androg så meget som 3 dB omkring 6 kHz, skønt deres reference var fælles.

Den eneste tilsyneladende forklaring må være, at cello'en og monitoren måtte producere forskellige lydfelter, der af lytterne bedømtes forskelligt.

Det er klart, at al diskantlyd fra monitorerne kom fra det smalle felt "diskanthøjtaleren" medens diskantlyden fra "celloen" kom fra mange retninger; strenge, cellokasse og reflekterende flader, et langt større og anderledes lydfelt end højtalerens

Microfonen selv kunne også med dens frekvensforløb og endimensionalitet tilføre "fejl", men hvorfor skulle to høre **det** som væsentlig forskelligt? Så set i lyset af den ovenstående diskussion, det ydre øres transformation og HRTF, som de viser sig over for lyd fra forskellig retning, er det vel ikke overraskende, at lydkilder med rumligt fordelte lydkilder kan afstedkomme frekvenforskellig lydstyrke for forskellige lyttere. Tony Batchelor'sudtalelser om hans manglende evne til at "forstå" stereo kontra han forståelse af ambiosonic gengivelse af lydens rumlige aspekter, synes at understøtte forklaringen med lydfelter. Han og jeg ville givet være uenige, hvis vi skulle arbejde sammen om et fælles projekt i stereo.

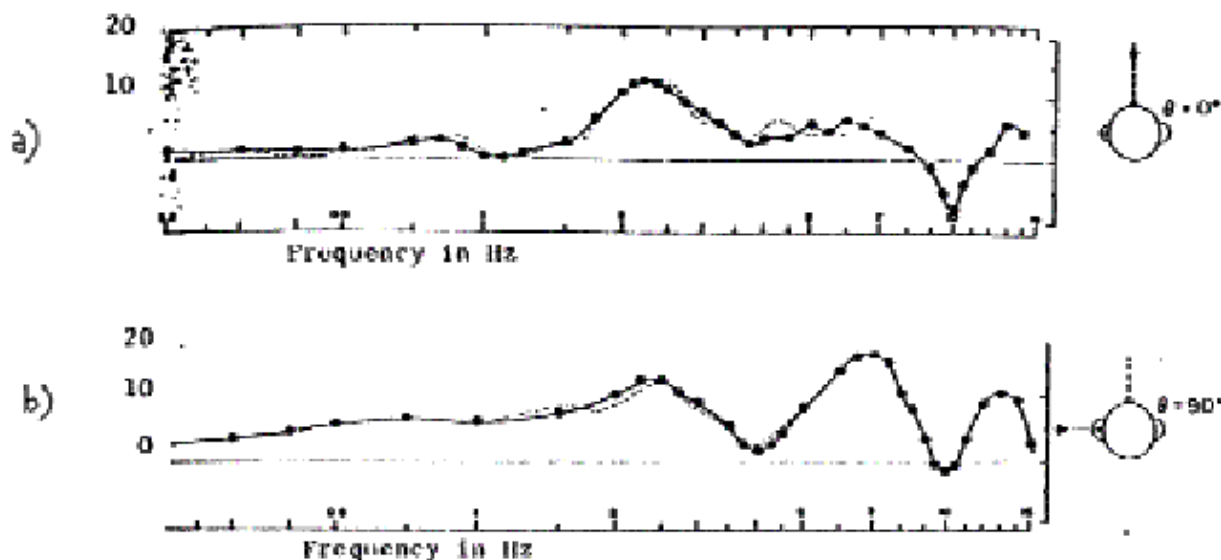
Konklusionen af alt dette kunne være, at kan vi ikke reproducere et rumligt korrekt lydfelt, vil vi aldrig opnå noget, der kan kaldes en global enighed om det "absolut korrekteste monitorsystem".

Føj dertil en god grad af personlig smag og en variabel opfattelse af, hvad der betyder noget, og resultatet - "forskellige optagesituationer"- vil være faktisk i en uoverskuelig fremtid.

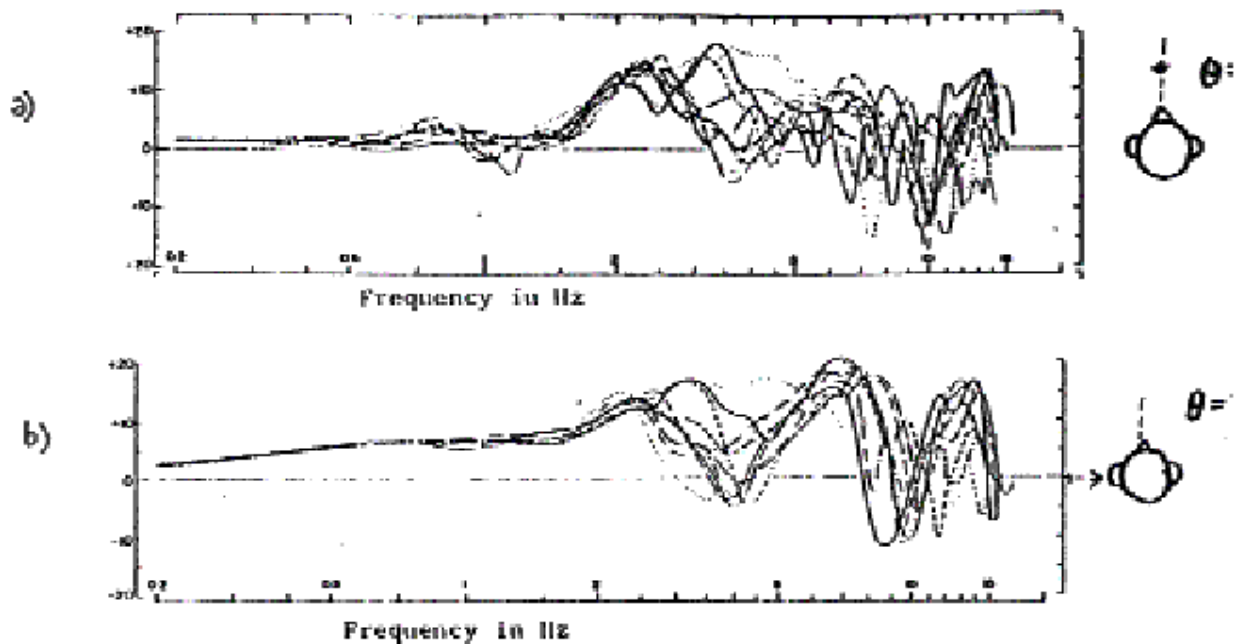
Dog har vi i de sidste 20 år overværet store stridigheder over vores hørelse, og disse har været sporer i en udvikling af højtaler- og kontrolrum design.

Skønt -indtil nu – ha vi kun set toppen af isbjerget, så det vil blve interessant at se hvad det 21 århundrede kan kaste af sig.

Lad os afslutningsvis se på nogle data, der har været hos os for mere end 35 år.  
Fig.1 and Fig.2 were taken from work by Shaw



[Fig.1](#) viser gennemsnittet for 10 personer i øret 0 grader og 90 grader på udbredelsesretningen.



[Fig.2](#), viser de 10 individuelle kurver fig 1 viser i gennemsnit.

Forskellene fra person til person er ikke små.  
Givet disse forskelle og alle aspekter af:  
Forskellig hørt frekvensgang,  
Forskellig følsomhed over for forvrængning,  
Forskelle i frekvensresponse,  
Forskelle i udbredning vs frekvens,  
Psykologiske forskelle,  
Forskelle i lytterum,  
Kultur forskelle osv.

Det ville nærme sig det absurde at forvente, at vi alle hører den samme karakteristiske balance for en given lyd.

Sandt er det, at **det**, den enkelte hører, er helt naturligt for hver enkelt af os, men når et reproducerende system skaber en ubalance til hvilken som helst del af en naturlige hændelse, så vil vi vægte denne ubalance forskelligt, også selv om de to hændelser kan veksles imellem.

Så på spørgsmålet om, hvad der er vigtigst ;  
At reducere den harmoniske forvrængning med 0,02% eller  
Faseoverensstemmelse med 5 grader.  
Kunne meget vel være et spørgsmål om en personlig smag og derfor ikke nåbar over en generel diskussion.

Nej! Lord Rayleigh havde ret. SUI GENERIS – noget *helt* for sig selv.