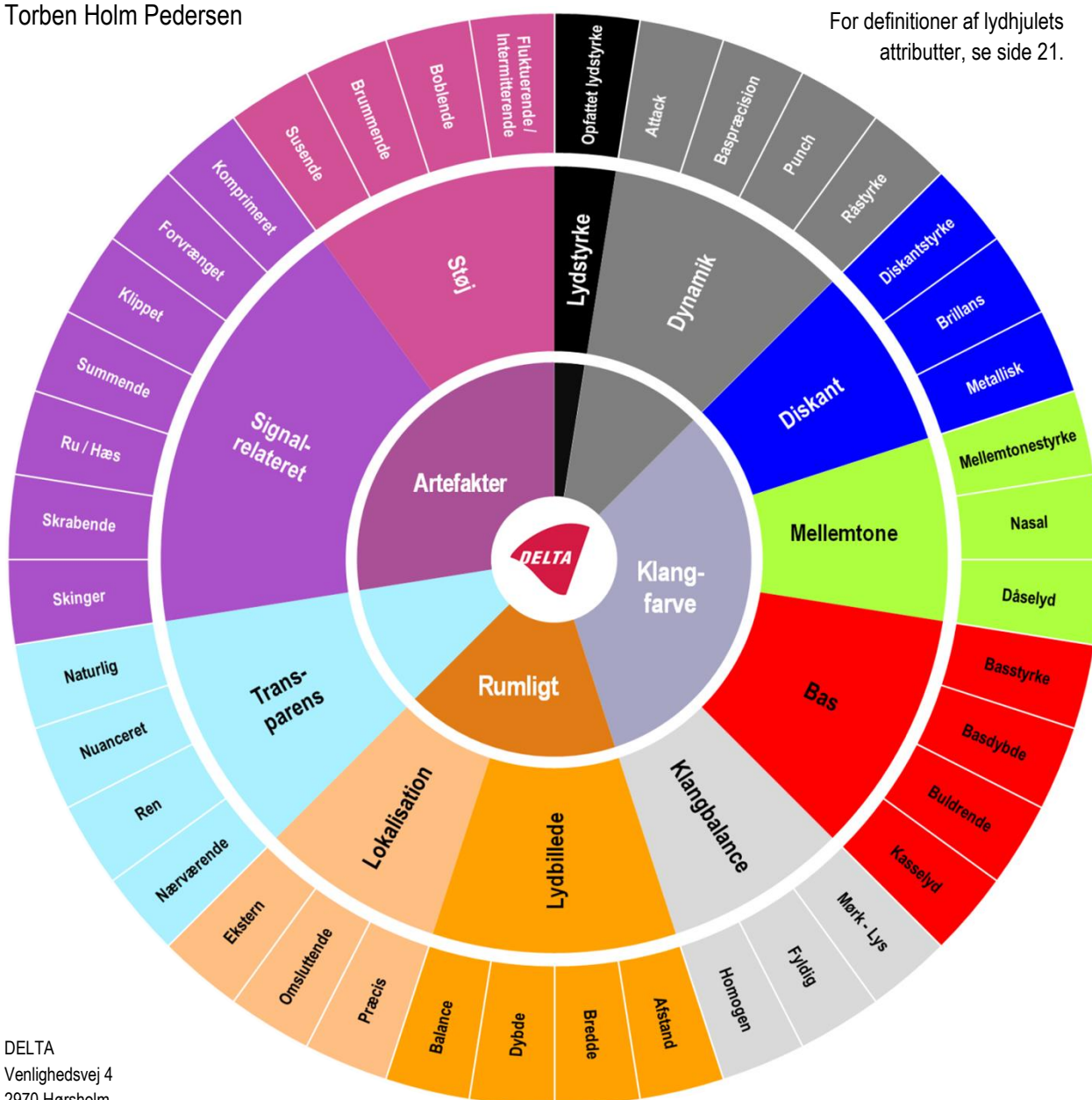


Karakteristik af lyden fra audioprodukter

Lydhjulet kan bruges til at give en objektiv beskrivelse af lyden

Torben Holm Pedersen

For definitioner af lydhjulets attributter, se side 21.



Indhold

Resumé	3
Baggrund	4
Tekniske specifikationer	4
Produktbeskrivelser og anmeldelser	5
Sensoriske målinger.....	6
Filtermodellen	7
Lyttetest	8
Attributters egenskaber	10
Attributter til lydhjul for reproduceret lyd	11
Lydhjulet til reproduceret lyd	15
Kvalificering af attributter.....	15
Sensorisk varedeklaration	17
Præferencekortlægning (Preference mapping).....	18
Fremtidigt arbejde	19
Konklusion	20
Definitioner for attributter.....	21
Ord du måske mangler.....	26
Eksempler på frekvensområder.....	28



Yderligere eksemplarer af rapporten kan
rekvireres hos DELTA på mail delta@delta.dk

Resumé

Dette TEK'notat beskriver, hvordan man kommer videre fra de tekniske data, til en objektiv karakteristik af den opfattede lyd.



Når man skal vælge et audioproduct, som fx højttalere eller hovedtelefoner, vil man gerne tage forskellige produkttegenskaber i betragtning. Men hvordan med lyden? Hverken de tekniske data eller grafer over tekniske målinger giver et billede af den opfattede lyd fra produkterne.

Anprisninger af produkterne eller diverse anmeldelser giver ikke et entydigt billede af, hvad man kan forvente sig af lyden. Det gør det er svært at opveje lyden mod andre produkttegenskaber.

Et problem er, at der bruges et meget farverigt og langt fra ensartet sprog til beskrivelse af lydkarakteren. For at råde bod på dette er der udviklet et lydhjul, se forsiden, som navngiver relevante attributter og ordner dem i et hierarki.

Der er fundet et stort antal attributter ved søgning i litteratur, produktanmeldelser og fabrikanter beskrivelser.

Lydhjulets attributter er herefter udvalgt og defineret gennem en systematisk proces, som er beskrevet i notatet.

Notatet beskriver, hvordan man skelner mellem subjektive og objektive lyttetests og angiver, hvordan man udfører pålidelige lyttetests til karakterisering af lyden.

Endelig er der givet et eksempel på en sensorisk varedeklaration for højttalere samt vist en model, der kan forudsige præference ud fra de attributter, der indgår i varedeklarationen.



Forfatter: Torben Holm Pesersen
Titel: Karakteristik af lyden fra audioproducter.
Firma: DELTA, SenseLab

Baggrund

Når man skal vælge et audioproduct, som fx højttalere eller hovedtelefoner, tager man forskellige produkttegenskaber i betragtning: Pris, størrelse, faciliteter, farve, form... og lyd kvaliteten. Hvordan de forskellige egenskaber prioriteres er individuelt og afhænger også af den brug, man vil gøre af produktet. Måske vælger man intuitivt, enten fordi man kan lide udseendet, fordi man hører noget musik, man godt kan lide, eller måske fordi den er billig. Måske er man mere systematisk og skaffer oplysninger om de forskellige karakteristika, men så får man et problem, når det kommer til lyd kvalitet: Er den god, og synes jeg den lyder godt (nok)?

Kan man finde svaret i de tekniske specifikationer, i fabrikanter og forhandleres beskrivelser, eller er det bedre at læne sig op ad anmeldelser på nettet, i aviser og Hi-fi magasiner?

Dette notat beskriver, hvordan systematiske bedømmelser foretaget af lyttere kan gøres objektive og brugbare for forbrugere, forhandlere og fabrikanter. Notatet fokuserer på højttalere og hovedtelefoner, da det er de led i kæden, der har størst indflydelse på lyd gengivelsen.

Tekniske specifikationer

Man kan beskrive audiosystemers egenskaber ud fra tekniske data, se figur 1.

Figur 1
Eksempler på tekniske data i form af
tabeller over produkttegenskaber
for højttalere.

	ZENSOR 7	ZENSOR 5	ZENSOR 3	ZENSOR 1
Frequency Range ± 1 dB [Hz]	40 - 26,500	43 - 26,500	50 - 26,500	53 - 26,500
Sensitivity (2.83V/1m) [dB]	90.0	88.0	88.0	86.5
Nominal Impedance [Ω]	6	6	6	6
Maximum SPL [dB]	110	108	108	106
Recommended Amp. Power (Watts)	40-150	30-150	25-125	25-100
Crossover Frequencies [Hz]	2,400	2,400	2,600	2,900
Crossover Principle	2-way	2-way	2-way	2-way
High Frequency Driver	25 mm soft dome	25 mm soft dome	25 mm soft dome	25 mm soft dome
Low Frequency/Range Driver(s)	2 x 7"	2 x 5 1/2"	1 x 7"	1 x 5 1/4"
Enclosure Type	Bass reflex	Bass reflex	Bass reflex	Bass reflex
Bass Reflex Tuning Frequency [Hz]	40.0	44.0	46.0	51.5
Connection Input(s)	Single wire	Single wire	Single wire	Single wire
Recommended Placement	Floor	Floor	50"	50"
Magnetic Shielding	No	No	No	No
Dimensions (H x W x D) [mm]	978 x 205 x 312	825 x 162 x 28	825 x 162 x 28	825 x 162 x 28
Dimensions (H x W x D) [inches]	38.5 x 8.1 x 12.3	32.5 x 6.4 x 10.1	32.5 x 6.4 x 10.1	32.5 x 6.4 x 10.1
Weight [kg/lb]	14.9/32.8	10.3/22.7	10.3/22.7	10.3/22.7

	explorer master	explorer	ranger master
dimensions (WxHxD) cm	18 x 122 x 35.5	18 x 122 x 35.5	13 x 116 x 32
recommended amplifier min.	70 Watt	70 Watt	70 Watt
recommended placement	floor, 10-30 cm from back wall	floor, 10-30 cm from back wall	floor, 10-30 cm from back wall
power handling	400 Watt	400 Watt	300 Watt

	net	talent	mantra 60	mantra 30
dimensions (WxHxD) cm	18 x 18	21 x 33 x 12	14.5 x 113 x 27.5	14.5 x 98 x 20
Watt	50 Watt	50 Watt	50 Watt	50 Watt
placement	floor stand	wall or shelf	floor, 30 cm from back wall	floor, 10-30 cm from back wall
Watt	80 Watt	250 Watt	135 Watt	135 Watt

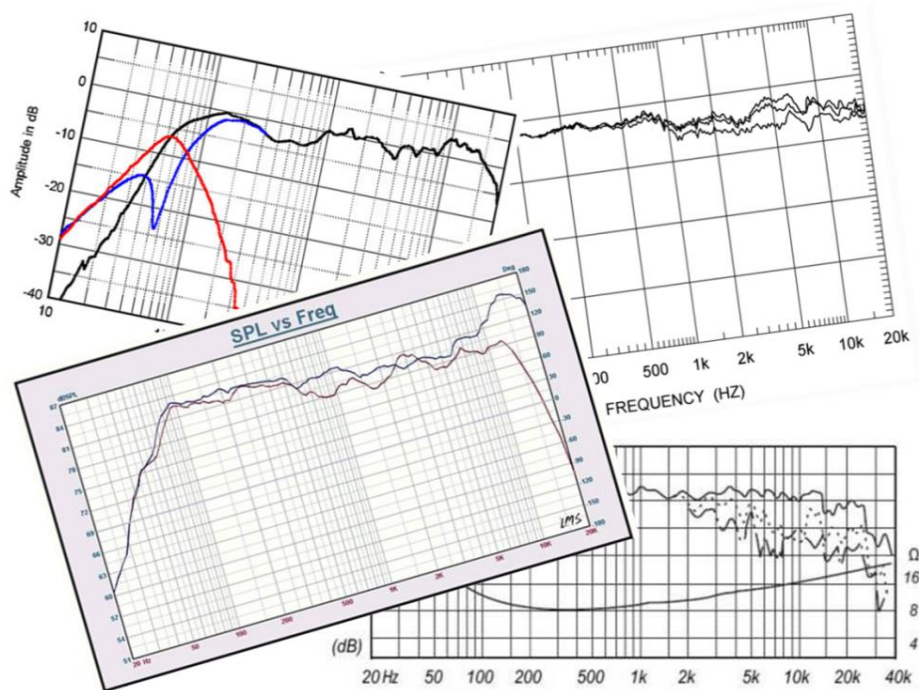
	explorer master	explorer	ranger master
dimensions (WxHxD) cm	18 x 122 x 35.5	18 x 122 x 35.5	13 x 116 x 32
recommended amplifier min.	70 Watt	70 Watt	70 Watt
recommended placement	floor, 10-30 cm from back wall	floor, 10-30 cm from back wall	floor, 10-30 cm from back wall
power handling	400 Watt	400 Watt	300 Watt

	net	talent	mantra 60	mantra 30
dimensions (WxHxD) cm	18 x 18	21 x 33 x 12	14.5 x 113 x 27.5	14.5 x 98 x 20
Watt	50 Watt	50 Watt	50 Watt	50 Watt
placement	floor stand	wall or shelf	floor, 30 cm from back wall	floor, 10-30 cm from back wall
Watt	80 Watt	250 Watt	135 Watt	135 Watt

De tekniske data skal ses som en varedeklaration. Man kan som regel nemt se, hvor store og tunge højttalere er, men lyder en højttaler på 400 W bedre end en højttaler på 80 W, og hvor vigtigt er det, at diskanten går op til 35.000 Hz i forhold til om impedansen er 4 eller 8 Ohm? Man kan ikke af tabellerne få indtryk af, hvordan højttalerene rent faktisk lyder, ligesom man ikke kan se af varedeklarationen bag på en pose småkager, hvordan de smager.

Lidt bedre er det, hvis man kan finde grafer over tekniske målinger. Det kan være i form af frekvenskarakteristikker, se Figur 2, kurver over forvrængningen ved forskellige frekvenser og forskellige lydstyrker samt måske også grafer, der viser lydens spredning ved forskellige frekvenser.

Figur 2
Eksempler på tekniske data i form af frekvenskarakteristikker, dvs. kurver over, hvor kraftigt forskellige frekvenser gengives.



Problemet med disse kurver er dog, at de selv for personer med god teknisk indsigt er vanskelige at tolke i forhold til den opfattede lydkarakter. De kan give et første indtryk, hvis man forstår at læse dem, men der er ikke mange, der kan oversætte dem til, hvordan en højttaler eller hovedtelefon lyder.

Produktbeskrivelser og anmeldelser

Grafer over tekniske målinger var almindelige i brochurerne førhen. Nu er det mere almindeligt med beskrivelser af produkterne. På figur 3 er vist uddrag af forskellige forhandleres produktbeskrivelser. Ud fra disse kan det være svært at se begrundelsen for den store prisforskel på de viste højttalere, og det er endnu sværere at få et indtryk af, hvordan højttalerne rent faktisk lyder.

En anden mulighed er at læse uafhængige produktanmeldelser. Nogle af disse laves på grundlag af omhyggelige prøvelytninger med forskellige musikstykker. Men der er alligevel (mindst) fire slags problemer med dette:

- viden om produktet, dvs. fabrikat, pris, udseende... påvirker i høj grad bedømmelsen,
- anmelderne er ikke altid objektive, deres subjektive præferencer påvirker resultatet
- forskellige anmeldere bruger forskellige termer om det, de hører
- anmelderne er forskellige, men vi ved ikke hvor meget.

Helt generelt mangler forskere, fabrikanter, forhandlere og Hi-fi magasiner et ensartet og konsistent sprog, når de beskriver lyden fra fx højttalere og hovedtelefoner. En undersøgelse foretaget af DELTA¹ viser, at sprogbrugen i høj grad er forskellig. Det betyder, at det kan være vanskeligt at

¹ Attributudvikling til reproduceret lyd. SenseLab rapport 011/14, se madebydelta.com/senselab

sammenholde informationer fra forskellige kilder, og i værste fald kommer man ud for, at forskellige ord bruges om samme lydkarakter, eller at samme ord bruges om forskellige lydkarakterer.

Figur 3
Eksempler produktbeskrivelser.



Sensoriske målinger

Sensoriske målinger er bedst kendt i forbindelse med fødevarer, hvor en gruppe personer som er trænet i bedømmelse af smag og aroma (et sensorisk panel) karakteriserer produkterne. Fødevarereproducenter bruger sådanne paneler ved produktudvikling og kvalitetskontrol, og der findes et bredt udsnit af standardiserede testmetoder til formålet. Ideen er at bruge en gruppe mennesker som et objektive måleinstrument til at karakterisere fx smagen. Den oplevede produktkarakter er noget ganske andet end det kemiske indhold af maden (som kan sammenlignes med de tekniske data for højttalere). Smagsbedømmelserne foretages som blindtest, medmindre man direkte ønsker at sammenholde udseende og smag.

Ud over, at man ved denne teknik med et trænet panel får stabile resultater, vil en statistisk analyse også kunne angive med hvilken nøjagtighed, man kan stole på resultatet.

Det er vigtigt at gøre sig klart, at denne slags målinger er objektive, og de må ikke forveksles med subjektive bedømmelser af, hvad vi synes, der smager godt. Man kan sige, at et smagspanel fx kan angive, hvor salt en suppe smager, men det er dig selv (dvs. forbrugeren), der afgør, hvor salt en smag, du synes bedst om. Sagt med andre ord: Smagspanelet kan ret nøjagtigt graduere smagen på en skala fra "meget lidt salt" til "meget salt", mens forbrugeren har sin individuelle opfattelse af "mangler salt", "tilpas salt" og "for salt".

Når et smagspanel skal karakterisere en fødevarer, finder man først de egenskaber eller attributter, der er relevante for det pågældende produkt. Dette gøres ved, at panelet smager på et passende udvalg fra produktkategorien, og så bliver de enige om, hvilke attributter, der bedst karakteriserer de

forskellige produkter. Hvis det er småkager, kunne det fx være vaniljesmag, sødme, smørsmag og sprødhed. Disse forskellige attributter bedømmes uafhængigt og objektivt. Ved træning skabes der konsensus mellem panelmedlemmernes (assessorernes) bedømmelser og brug af svarakserne for hver af disse attributter, før den egentlige test begynder.

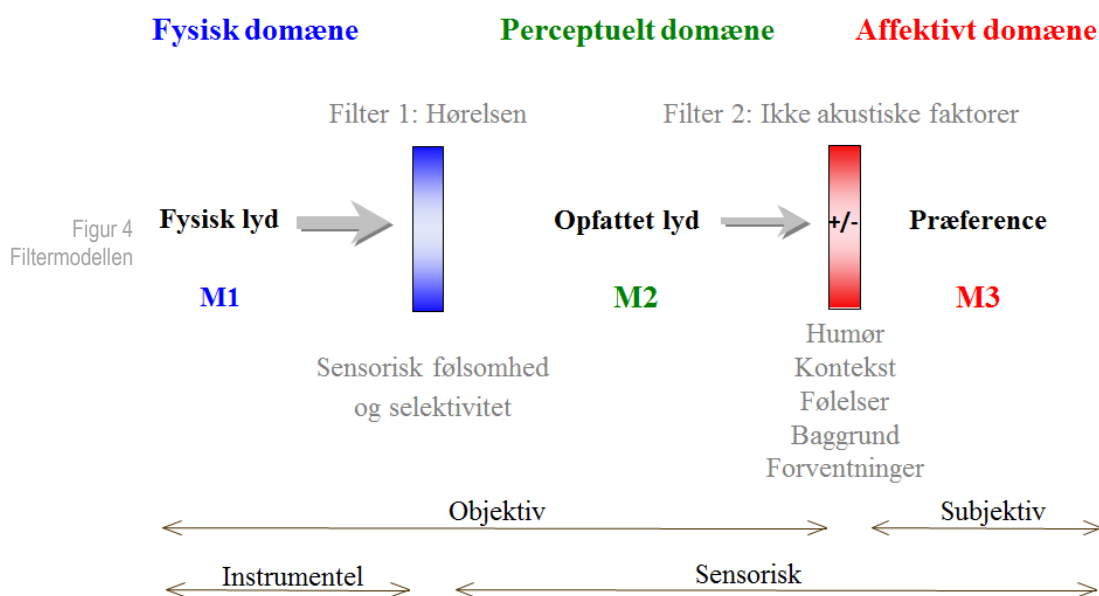
Ved at bruge samme principper og metoder til lyttetest af audioprojekter, kan man karakterisere lyden på en objektiv og ensartet måde. Forudsætningen er dog, at der findes relevante og veldefinerede attributter til formålet. Hvorledes disse findes, udvælges og kvalificeres belyses senere, men først kommer der et overblik over de typer af målinger, der er omtalt i det foregående.

Filtermodellen

De fysiske målinger af produkttegenskaber betragtes ofte som den objektive sandhed i modsætning til sensoriske målinger, hvor mennesker bruges som måleinstrumenter. Det er jo mærkeligt, for hvis man vil vide noget om, hvordan ting opfattes, må man jo spørge mennesker, der har oplevet tingene gennem deres sanser. Alligevel møder man ofte det spørgsmål, "om man kan stole på sådanne bedømmelser?", og man hører udsagn som "vi er jo forskellige", "ingen har patent på at afgøre, hvad god vin er!", "smag varierer fra person til person", "man kan ikke stole på subjektive bedømmelser".

Det rigtige spørgsmål er: Kan subjektive målinger være objektive? Og det rigtige svar er JA! Problemet er, at der ofte bruges en forvirrende terminologi i diskussioner om dette emne.

Det er der forsøgt at råde bod på med "Filtermodellen", se figur 4. Modellen illustrerer relationerne mellem fysiske målinger (med måleapparatur) og de sensoriske (objektive og subjektive) målinger.



Den fysiske lyd til venstre i modellen kan måles med teknisk måleapparatur. Vi kan måle mange detaljer om lyden og udtrykke dem i tekniske termer og kurver, som omtalt i de første afsnit af dette notat. Målepunktet M1 repræsenterer de fysiske/instrumentelle målinger.

Den fysiske lyd skal "gennem" hørelsen, før vi kan opfatte den. Hørelsen virker som et filter (det blå filter), der farver lyden på forskellig vis. Det er ikke alle detaljer i lyden, vi kan høre (vi kan fx ikke høre

fysisk målbar forvrængning, hvis den er under en vis grænse), og de laveste og højeste frekvenser opfattes ikke så kraftigt som de mellemste. Den eneste måde at måle, hvordan lyden opfattes, er at spørge lyttere om deres opfattelse. Vi er her kun interesserede i at vide, hvordan lyden opfattes, ikke hvad de synes om den. Målepunktet M2 repræsenterer perceptuelle målinger, som er objektive kvantificeringer af de opfattede lydegenskaber. Hovedformålet er få oplysninger om lydkarakteren, som den opfattes af hørelsen. Den opfattede lyd karakteriseres objektivt af lytterne uden hensyn til, om de kan lide den eller ej. Bedømmelserne bør foretages af et panel af trænede lyttere, der forstår de attributter, lyden bedømmes efter, og de skalaer, der bruges ved bedømmelsen. Ud fra disse målinger kan man beskrive den perceptuelle lydprofil, dvs. hvordan fx en højttaler lyder. Da der tages gennemsnit over et antal lytteres bedømmelser, kan man også sige noget om måleubestemtheden ved denne "måling". Da der er tale om objektive målinger, afhænger resultatet ikke af hverken præferencer, kulturel eller geografisk baggrund. Med reference til suppe-eksemplet taler vi her kun om, hvor salt suppen er – ikke om hvor godt vi kan lide den.

Den opfattede lyd passerer gennem et andet ikke-akustisk og subjektivt filter, det røde filter på figur 4, som afgør i hvor høj grad, vi synes om det, vi hører. Dette filter repræsenterer individuelle faktorer som humør, kontekst, den personlige baggrund (kulturel og geografisk) og forventninger. Efter dette filter, kan vi spørge om i hvor høj grad, man foretrækker lyden, om kvaliteten er tilfredsstillende, eller om man finder lyden irriterende eller generende. Målepunktet M3 udgøres af de affektive målinger, som er subjektive målinger af fx præference. Disse målinger udføres normalt med "naive" dvs. utrænede lyttere uden erfaring i lyttetest. Lytterne bør vælges fra den relevante målgruppe (forbrugere, brugere, gennemsnitlige borgere etc.), så man kan få viden om forbrugernes reaktion og præference for produktet. Kontekst (fx hvad produktet skal bruges til), kulturelle og individuelle faktorer har indflydelse på resultatet, og ofte ses undergrupper eller klynger med forskellige præferencer, fx pga. alder og geografisk baggrund. Med reference til suppen igen ved vi, at nogle personer og kulturer foretrækker en mere salt smag end andre.

Relationerne mellem de fysiske målinger i M1 og de perceptuelle målinger i M2, kaldes perceptuelle modeller. Relationer mellem de perceptuelle (M2) og de affektive målinger (M3) kaldes præference kortlægning (preference mapping).

Vi kan altså konkludere: Tests hvor personer bruger deres sanser til at give bedømmelser kaldes sensoriske målinger. Der er to typer af sensoriske test, den objektive/perceptuelle måling og den subjektive/affektive måling.

Lyttetest

Når man skal udføre lyttetest, er der en række forhold at tage hensyn til.

Lytterum.

Hvis det drejer sig om højttalere, skal man have et lytterum, som ikke farver lyden. For det første skal efterklangstiden være lav og ligge inden for specificerede grænser. Dernæst skal baggrundsstøjen være lav, så uvedkommende lyde ikke forstyrrer lytningen, se figur 5.

Blindtest og randomisering

Lyttetesten skal udføres som en blindtest, dvs. at lytterne ikke må kunne se højttalerne eller vide hvilke højttalere, der lyttes på. Højttalerne kan skjules bag et akustisk transparent lærred eller gardin. Tiden mellem præsentationerne og den rækkefølge, man lytter på testemnerne, har betydning (rækkefølgeeffekt). Derfor skal hver lytter have præsenteret testemner og programmateriale i en ny og tilfældig (randomiseret) rækkefølge.

Programmateriale og styrkeregulering

Hele signalkæden fra CD eller lydfil skal have så tilpas høj kvalitet, at det ikke er den, der sætter begrænsninger i lydkvaliteten eller farver lyden. Man skal have et passende udvalg af egnede

programmaterialer (musik og tale), som kan belyse højttalernes egenskaber. Man kan jo fx ikke bedømme basgengivelse, hvis man kun spiller fløjtemusik. Bedømmelsen påvirkes af lydstyrken, derfor skal højttalerne indreguleres til samme lydstyrke inden testen.



Figur 5

SenseLabs lytterum som opfylder standarderne EBU Tech 3276 og ITU-R BS.1116-1 til multikanals højttalerlyttetest. Det betyder bl.a. meget lav baggrundsstøj og en specificeret efterklangstid. De viste højttalere er ikke en del af en blindtest.

Attributter og svarafgivelse

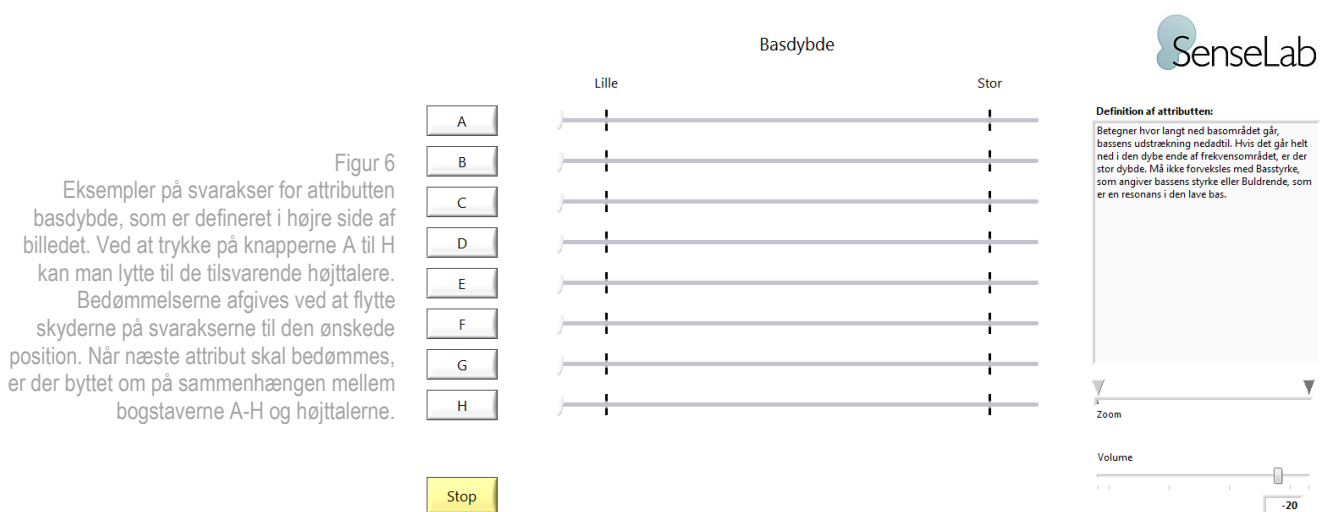
Sædvanligvis karakteriseres lyden i et antal attributter. Der er en række krav til gode attributter, men hovedkravene er, at de er entydige og veldefinerede, samt at de forstås på samme måde af alle lytterne. Lytterne afgiver deres svar ved markeringer på svarakser, se figur 6. Svarene registreres og gemmes til statistisk analyse.

Lyttepanel

Til perceptuelle målinger benyttes et panel af udvalgte og trænede lyttere. Lytterne - eller assessorerne - udvælges bl.a. på baggrund af forskellige høretests og trænes derefter i bedømmelse af de forskellige attributter, brugen af svarskalaer og testmetoder.

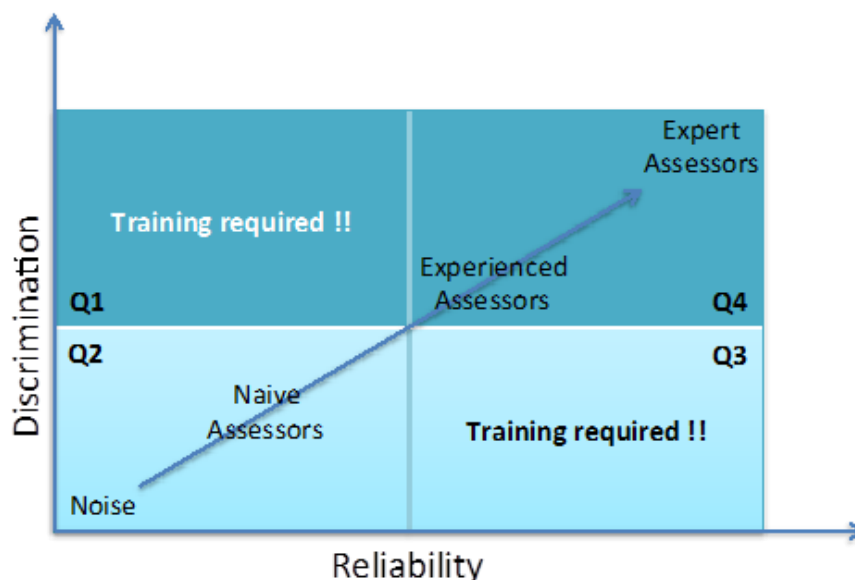
Lytternes præstationer i de enkelte tests monitoreres. Det kræves, at lytterne kan skelne mellem produkterne, at de kan gentage deres egne bedømmelser, og at de er i rimelig overensstemmelse med de øvrige lyttere.

Hvis der er tale om et forbrugerpanel til affektive målinger, er der ikke krav til, at der skal være overensstemmelse med de øvrige lyttere hvad angår præferencebedømmelser.



Figur 7

Diagram til monitorering af lyttere. Ud fra resultaterne af en lyttetest kan lytternes præstationer beregnes og tegnes ind i et diagram som dette. Gode lyttere skal placere sig i øverste højre hjørne, som angiver at de kan gentage deres egne bedømmelser (Reliability) og høre forskel på de testede produkter (Discrimination)..



Attributters egenskaber

De anvendte attributter skal ikke beskrive lyden som sådan, men den ændring af den originale lyd som audiosystemet giver anledning til. Det ideelle lydsystem – i hvert fald til troværdig gengivelse af lyd – er transparent, der mangler ikke noget, og der er ikke tilføjet noget i forhold til den originale lyd. Problemet ved bedømmelse af lydsystemer er, at lytteren ikke nødvendigvis kender den originale lyd, det kan endda være, at den aldrig har eksisteret. Originalen kan være en virkelig lyd, et mix i et musikstudie eller en virtuel lyd i skaberens sind. Man kan undre sig over, at man kan bedømme en ændring af en lyd, som vi måske aldrig har hørt i virkeligheden, eller som måske ikke engang har eksisteret i virkeligheden. Af samme grund taler vi om den "opfattede original", altså originalen, som vi husker den, eller som vi tror, den skal være, ud fra den lyd vi faktisk hører. Det er paradoksalt, men det virker i praksis.

Gode attributter skal ideelt set kunne:

1. diskriminere mellem stimuli
2. være utvetydige for alle assessorer
3. være i stand til at skabe konsensus mellem assessorerne

4. have lidt eller ingen overlap med andre termer
5. specificeres på skalaer og være præcise og pålidelige
6. relatere sig til virkelige produkter
7. være relateret til begreber, som har betydning for forbruger-præferencer
8. være enkle og specifikke fremfor kombinationer af termer og holistiske udtryk
9. have kommunikationsværdi uden at være slang
10. relatere til fysiske mål eller metrikker, der kan definere stimuli
11. specificeres ved en reference, som er nem at etablere

Som tidligere nævnt er det sædvanlig praksis, at man ved perceptuelle målinger begynder med at finde egnede attributter, der kan karakterisere de aktuelle produkter og derefter vælger og definerer de attributter, man vil bruge i testen. Dette arbejde er tidskrævende, og hvis det er samme slags produkter, man tester gentagne gange vil det være nyttigt med et leksikon af veldefinerede attributter. For at skabe overblik kan man så organisere attributterne i en hierarkisk struktur, fx i form af et lydhjul.

Attributter til lydhjul for reproduceret lyd

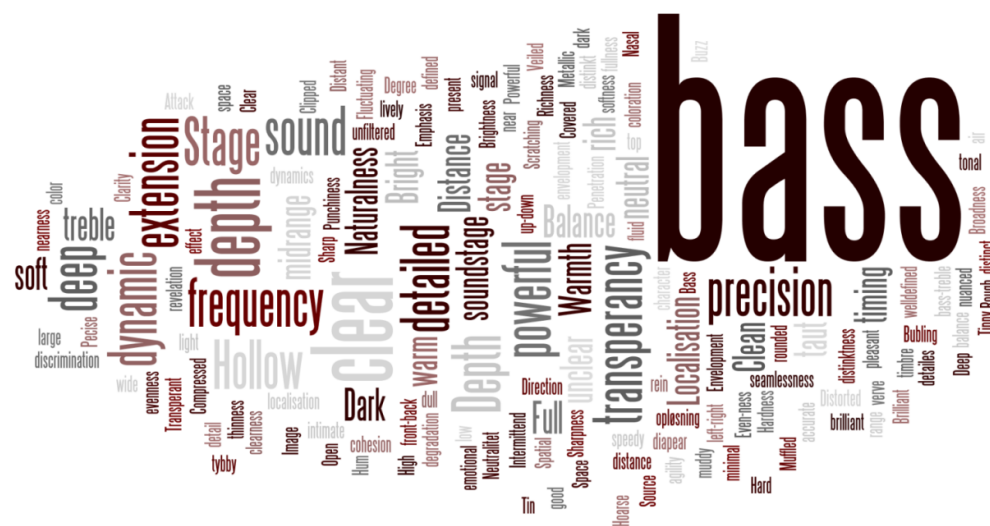
Attributterne for reproduceret lyd betegner altså produktet (højtaleren eller hovedtelefonen) ud fra den ændring af den opfattede original, som produktet giver anledning til. For at finde de ord, der bruges til at beskrive lyd har vi gennemgået både videnskabelige artikler, anmeldelser af audioudstyr og forhandlernes og fabrikanters markedsføringsmateriale. I et tidligere arbejde har vi fundet ord, der generelt beskriver lyd, og her fandt vi over 600 forskellige ord. I det nærværende arbejde, som koncentrerer sig om audioprodukter, var antallet "kun" lidt over 200 ord.

Det viste sig hurtigt, at sprogbrugen fra forskellige kilder var ret forskellig. Nogen eksempler er vist på figur 8.



Figur 8
Eksempler på lydbeskrivende ord fra forskellige kilder. Jo større typografien, er jo hyppigere er ordet forekommet

Når man sammenligner ord fra danske og udenlandske kilder, kan man få det indtryk, at der er forskel på hyppigheden af de forskellige begreber fx på dansk og på engelsk. Man skal dog huske på, at man på dansk sammensætter ord, der skrives separat på engelsk. For eksempel vil basdybde, baspræcision, dybbas... bidrage til ordet bass på engelsk, men ikke til ordet bas på dansk.



Figur 9
Overblik over lydbeskrivende ord til
audiobrug på engelsk.

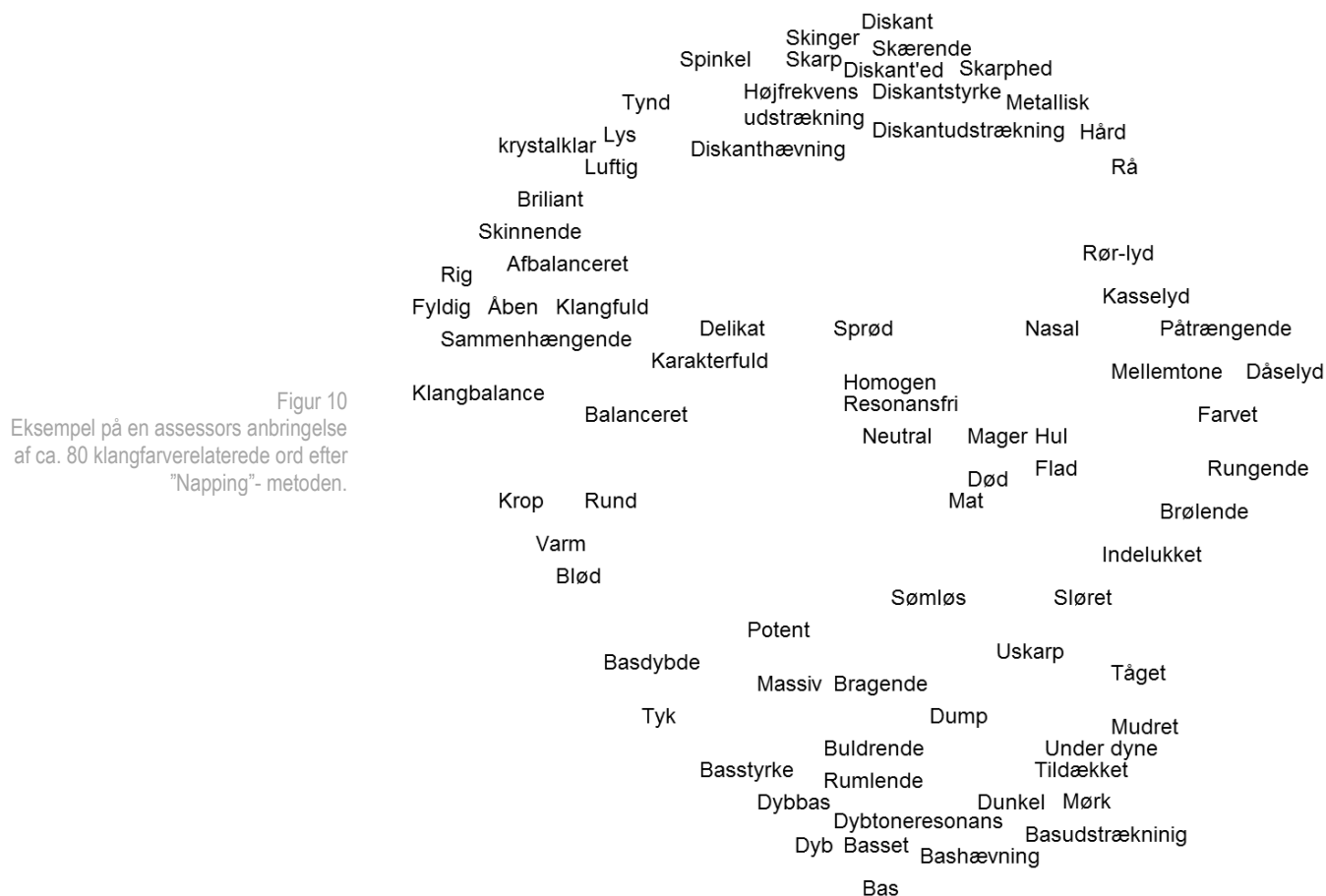
Som det fremgår, er der et rigt ordvalg til beskrivelse af lyden. Desværre synes det ikke at være hverken ensartet eller veldefineret, og der forekommer formentlig væsentlige overlap mellem de attributter, som ordene giver udtryk for.

For at skabe mere klarhed og orden gennemgik vi ordene i en struktureret proces, som også indebar lyttetests.

Allerførst fjernede vi hedoniske udtryk, dvs. ord som relaterer sig til subjektive præferencer, fx udtryk som "en dejlig lyd", "en generende diskant", "et foretrukket lydbillede"... Derefter blev ordene oversat til dansk og så vidt muligt bragt på samme form og sorteret alfabetisk. Herefter blev dubletter, vage udtryk og redundante ord fjernet.

De resterende ord blev diskuteret med fire erfarne lyttere fra vores lyttepanel, hvorefter 80 ord, der relaterer sig til klangfarve, blev udvalgt til en "Napping" procedure. Napping kommer fra det franske "nappe", som betyder dug. Proceduren består i, at man anbringer produkterne på en borddug, således at produkter, der ligner hinanden meget anbringes tæt sammen, og jo mere forskellige produkterne er, jo længere fra hinanden anbringes de. I vores tilfælde var produkterne de udvalgte ord og borddugen var en computerskærm, hvor ordene kunne flyttes rundt med musen. Otte assessorer fra DELTA's specialiserede ekspertlyttepanel deltog. I dette panel er der bl.a., musikere, Hi-Fi entusiaster, akustiskstuderende, en lyddesigner, en tonemester og en ph.d. i audio design. Et resultat fra en af deltagerne er vist på figur 10.

Ud fra ordenes koordinater kan man for de 8 deltageres resultater udføre en samlet en hierarkisk klyngeanalyse, hvor resultatet er en struktur, et dendrogram, der ordner ordene i forhold til hinanden, se figur 11.



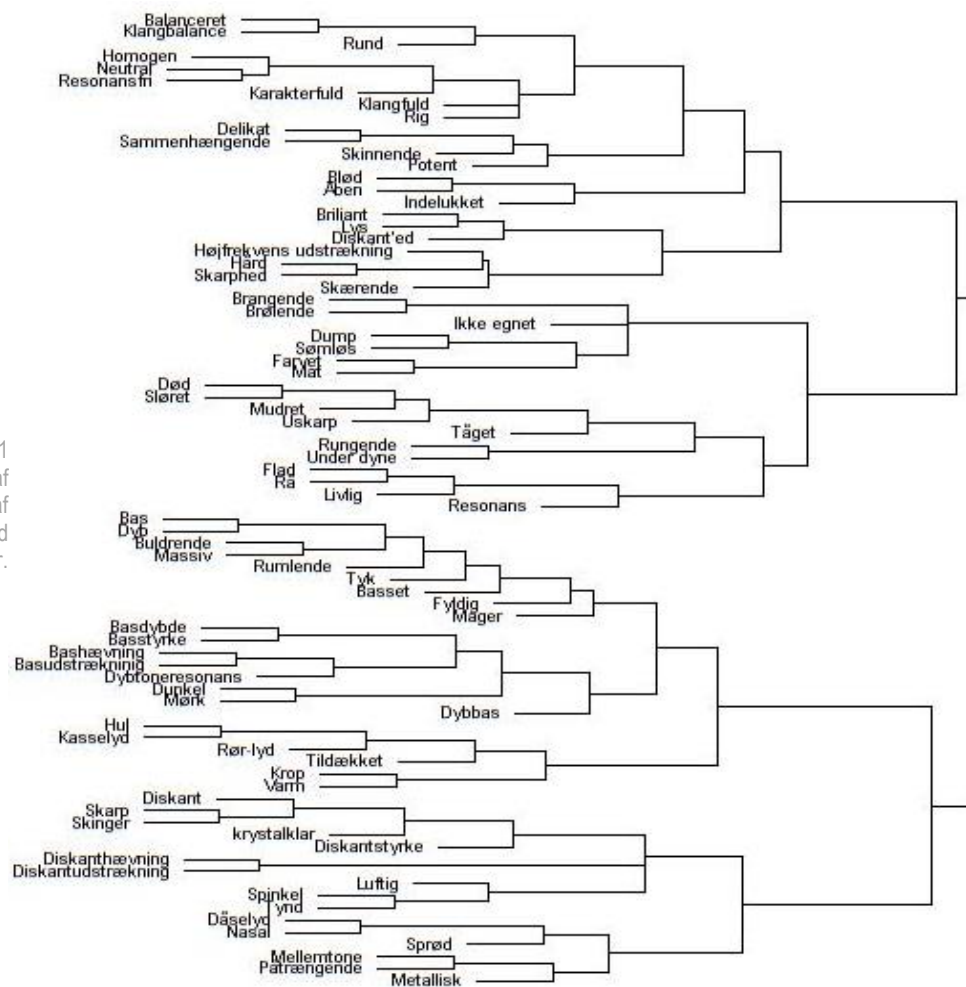
Vi ville gerne udvælge attributter efter de opstillede krav til gode attributter, men det giver det følgende problem: Vi skal bruge assessorer, der er trænet i domænet for at udvælge de relevante attributter og vi skal bruge relevante attributter for at træne assessorerne. Der må nødvendigvis blive tale om en iterativ proces.

Der blev derfor udført to lyttetests med DELTA's lyttepanel. I den første test blev lydeksempler afspillet over otte meget forskellige højtaltersystemer og optaget med et kunstigt hoved (Head and Torso Simulator, HATS) i lyttepositionen i DELTA's lytterum. 15 assessorer lyttede til optagelserne over Sennheiser HD 650 hovedtelefoner og blev bedt om at definere ni klangfarveattributter, attack og to rumlige attributter samt angive evt. attributter, som de synes manglede.

De givne attributter var:

- Fyldig (Meget lidt – Meget)
- Rumlende (Meget lidt – Meget)
- Dyb (Meget lidt – Meget)
- Nasal (Meget lidt – Meget)
- Brillans (Meget lidt – Meget)
- Skarp (Meget lidt – Meget)
- Klangbalance (Mørk – Lys)
- Attack (Upræcis – Præcis)
- Baspræcision (Upræcis – Præcis)
- Lokalisation (Diffus – Præcis)
- Rumfornemmelse (Diffus – Præcis)

Figur 11
Resultatet af en klyngeanalyse af
klangfarverelaterede ord. Længden af hver af
de vandrette "noder" er proportional med
forskellen mellem dens undergrupper.



I den første test blev kun brugt et programmateriale: CD'en Famous blue raincoat, Jennifer Warnes – Bird on a wire, som blandt tonemestre går for at være en rigtig god optagelse.

I den anden test lyttede assessorerne på skift til fire højttalere placeret i en monoopstilling i lytterummet.

Formålene med testen var:

- at beskrive forskelle mellem højttalere
- at angive hvilke forskelle, der er de største og mest hørbare
- at angive en præference og dens værdi.

Forskellene skulle beskrives i kategorierne:

- dynamik
- diskant
- mellemtone
- bas
- klangbalance
- transparens

Der blev anvendt følgende musikstykker:

- Dire Straits - Calling Elvis
- Dire Straits – Every street
- Dire Straits – Money for nothing
- Jennifer Warnes – Bird on a wire
- Serenade In E Flat Minor, Rondo Allegro
- Tina Dickow – Room with a view
- Helge Linn Trio – Natsukashii

Resultaterne af de to tests blev en række ord og attributter med definitioner. Ordene blev sammenstillet i kategorier, og for hver kategori blev ordenes hyppighed talt op. De hyppigst forekommende ord, som ikke synes at have væsentlige overlap, blev valgt som deskriptorer for attributterne i den pågældende kategori.

Herefter blev definitionerne sammenstillet og gennemgået systematisk. De forskellige personers definitioner blev sammenskrevet til en helhed, og definitionerne for de forskellige attributter blev koordineret indbyrdes, så der ikke var overlap og uklarheder.

Lydhjulet til reproduceret lyd

Selv om der kun er arbejdet intenst med en del af lydhjulet indtil nu, er det alligevel søgt at konstruere et lydhjul, der giver et samlet billede. Lydhjulet er vist på forsiden af notatet.

Lydhjulet er en hierarkisk organiseret samling af ord, der kan bruges til at beskrive lyden fra fx højttalere og hovedtelefoner, dvs. til at angive produkternes karakteristika ved hjælp af et antal attributter. Lydhjulet er et middel til at skabe et fælles sprog til beskrivelse af systemer til audioformål. Det er altså ikke en karakteristik af musik og stemmer m.m., men af den ændring af disse som udstyret giver anledning til. Lydhjulet ordner attributterne (yderste ring) i kategorier (mellemste ring) som så igen er ordnet i hovedgrupper (inderste ring).

Kvalificering af attributter

Lydhjulet er tænkt til generel brug for reproduceret lyd og skal derfor ideelt set indeholde alle de attributter, der kan være relevante. Attributterne skal ideelt set opfylde i det mindste de fire første punkter i listen over attributters egenskaber, se side 21. Normalt vil man kun bruge et mindre antal af lydhjulets attributter i en konkret test. Typisk viser det sig, at i en konkret test er mindre end ti attributter tilstrækkelig til at beskrive forskellene mellem produkterne i detaljer.

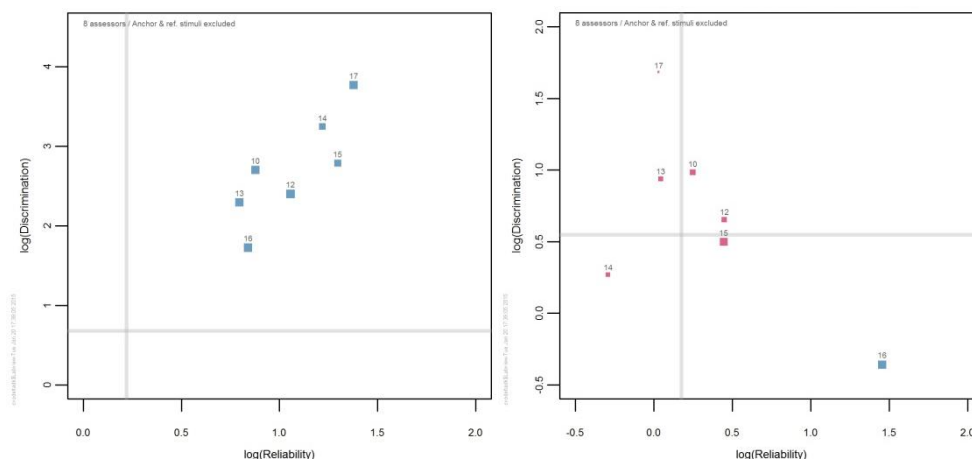
Med det formål at kvalificere en del af attributterne, blev en ny test udført. Inden afviklingen af denne test, var der lavet et træningsmateriale bestående af 50 forskellige klangmæssige farvninger af seks programmaterialer. Farvningerne svarede til definitionerne af attributterne og blev brugt til at træne assessorerne i det specialiserede lyttepanel.

Med 8 personer fra det trænede panel, blev der udført en lyttetest på 15 forskellige højttalere i mono. Testen blev udført to gange. For at kvalificere attributterne, blev assessorernes evne til at gentage deres egne bedømmelser og til at diskriminere mellem højttalerne testet for et antal attributter.

Endvidere blev assessorernes indbyrdes overensstemmelse (konsensus) testet. Et par eksempler på resultater (beregnet med DELTA's eGauge metode²) er vist i figur 12. Det ses, at i denne test var basstyrke en væsentlig bedre attribut end mellemtonestyrke.

Figur 12

Eksempel på resultater for gentagelsesevne (Reliability) og skelneevne (Discrimination), jævnfør figur 7. Det er Basstyrke (til venstre) og Mellemtonestyrke (til højre). Hvert punkt repræsenterer svarene fra en assessor og de grå linjer viser det statistiske støjgulv. Blå punkter angiver, at overensstemmelsen mellem assessorerne er over det statistiske støjgulv. Beregningerne er foretaget efter den af DELTA udviklede eGauge metode.



For hver attribut blev ubestemtheden på middelværdien (95 % konfidensintervaller) også beregnet. Resultaterne fra gentagelsesevne, skelneevne, overensstemmelse og ubestemthed blev sammenregnet til en samlet relativ score på en skala fra 0-10 for hver attribut, se tabel 1.

Tabel 1

Den relative score til kvalificering af attributter i en test med 15 højtalere. Scoren er baseret på assessorernes gentagelses- og skelneevne, deres indbyrdes overensstemmelse og ubestemtheden på middelværdien af deres bedømmelser

Attribut	Score	Attribut	Score
Basstyrke	10,0	Nuanceret	4,2
Fyldig	8,3	Buldrende	3,6
Nærværende	6,0	Brillans	3,4
Naturlig	5,0	Kasselyd	3,2
Basdybde	4,8	Mellemtonestyrke	2,9
Punch	4,6	Attack	1,3
Ren	4,4	Baspræcision	0,9
Homogen	4,3	Råstyrke	0,0

Det skal understreges, at der er tale om en relativ score, så når råstyrke har fået 0, betyder det, at det var den attribut, der klarede sig dårligt i denne test, ikke at den er uegnet eller ubrugelig. Det ses af tabellen, at basstyrke var den "stærkeste" attribut. Mellemtonestyrke scorede lavt, måske fordi mellemtonestyrken udgør en slags reference for bedømmelsen af de øvrige klangmæssige attributter.

Det blev også undersøgt, i hvor høj grad det fjerde krav til attributter var opfyldt, dvs. kravet om lille overlap. På grundlag af lyttetestens resultater blev der udført en korrelationsanalyse mellem attributterne, se tabel 2.

² Lorho, G., Le Ray, G., Zacharov, N. (2010). eGauge – A Measure of Assessor Expertise in Audio Quality Evaluations. AES 38th (Piteå, Sweden), se: <http://senselab.madebydelta.com/about/publications/>

Tabel 2
Korrelationsanalyse mellem nogle af de
attributter, der indgik i lyttetesten

	Basstyrke	Basdybde	Punch	Nærværende	Brillans	Naturlig	Råstyrke
Basstyrke	1,00	0,98	0,95	0,84	0,79	0,71	0,67
Basdybde	0,98	1,00	0,96	0,85	0,83	0,73	0,72
Punch	0,95	0,96	1,00	0,95	0,93	0,87	0,63
Nærværende	0,84	0,85	0,95	1,00	0,97	0,96	0,52
Brillans	0,79	0,83	0,93	0,97	1,00	0,95	0,54
Naturlig	0,71	0,73	0,87	0,96	0,95	1,00	0,42
Råstyrke	0,67	0,72	0,63	0,52	0,54	0,42	1,00

Korrelationskoefficienterne i tabellen angiver, i hvor høj grad der er overensstemmelse mellem attributterne. 1,00 angiver fuld overensstemmelse, og 0,0 angiver, at der overhovedet ikke er overensstemmelse mellem to attributter, dvs. at de er helt uafhængige af hinanden. Det ses, at der er ret høj korrelation mellem mange af de viste attributter i den pågældende test. Det kan enten være, fordi attributterne af natur overlapper, eller det kan være fordi "gode" højttalere ofte er scorer højt på alle de attraktive attributter samtidigt. Attributten kasselyd blev også testet, den havde en høj negativ korrelation med mange af de viste attributter.

Sensorisk varedeklaration

Sensoriske bedømmelser generelt og også lyttetests er vigtige redskaber i forbindelse med produktudvikling. Ofte har man et "benchmark", man vil leve op til eller overgå mht. til bestemte attributter. Det kan være et konkurrerende produkt, eller måske var den gamle model lidt for mørk i lyden, så den nye skal være lidt lysere og mere brilliant. Måske handler det om at placere basgengivelsen for en ny model mellem to modeller, der allerede er på markedet.

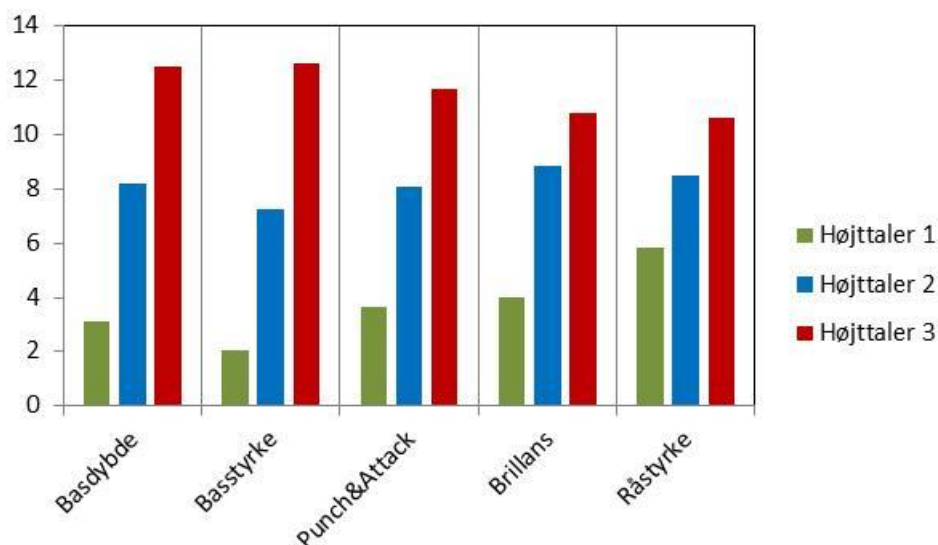
Men hvis man nu har udført strukturerede og objektive lyttetest, så var det nærliggende at udnytte resultaterne til også at vejlede kunderne. En forbrugeroplysning til supplement af salgsanprisningen.

"Der er ingen der har patent på at sige, hvad der er en god rødvin". Vi bliver ikke så meget klogere af at få at vide, at det er en fantastisk rødvin med en smuk farve og en sammensætning, som smager godt til suppe, steg og is. Vi får mere ud af at vide, hvor kraftigt den smager, hvor sød eller tør den er osv. Tilsvarende gælder for den reproducerede lyd fra audioprodukter.

Man kan ikke nøjes med en bedømmelse af lyd kvalitet, fordi den er en angivelse af, i hvor høj grad lyden fra et produkt lever op til forventningerne. Bedømmelse af kvalitet indebærer en (bevidst eller ubevidst) sammenligning med ønskede egenskaber (en "personlig reference"). Jo bedre lydens karakteristika passer med de ønskede egenskaber, jo højere bedømmes lyd kvaliteten. Med mindre der findes en fælles accepteret kvalitetsreference, må "kvalitet" betragtes som et subjektivt begreb.

Hvis man seriøst skal vælge mellem forskellige højttalere, hører man dem typisk i en eller flere butikkers salgslukaler. Men det er af rigtig mange grunde en næsten umulig øvelse, så hvis man havde en objektiv varedeklaration, der fortalte noget om lyden, ville det være en stor hjælp. Den kunne fx se ud som vist på figur 13.

Figur 13
Eksempel på resultater fra lyttetesten omtalt på side 16. Resultaterne stammer fra tre højttalere, som tænkes anvendt som øvre, mellemste og nederste anker i kommende lyttetests.



Hvis en forbruger havde kig på de tre højttalere, som er vist på figuren, ville der ikke være så meget tvivl om de klangmæssige egenskaber, der så kunne sammenholdes med størrelse og pris m.m.

Præferencekortlægning (Preference mapping)

I forbindelse med omtalen af Filtermodellen blev det på side 7 omtalt, at relationer mellem de perceptuelle og de affektive målinger (i dette tilfælde præference) kaldes præference kortlægning (preference mapping).

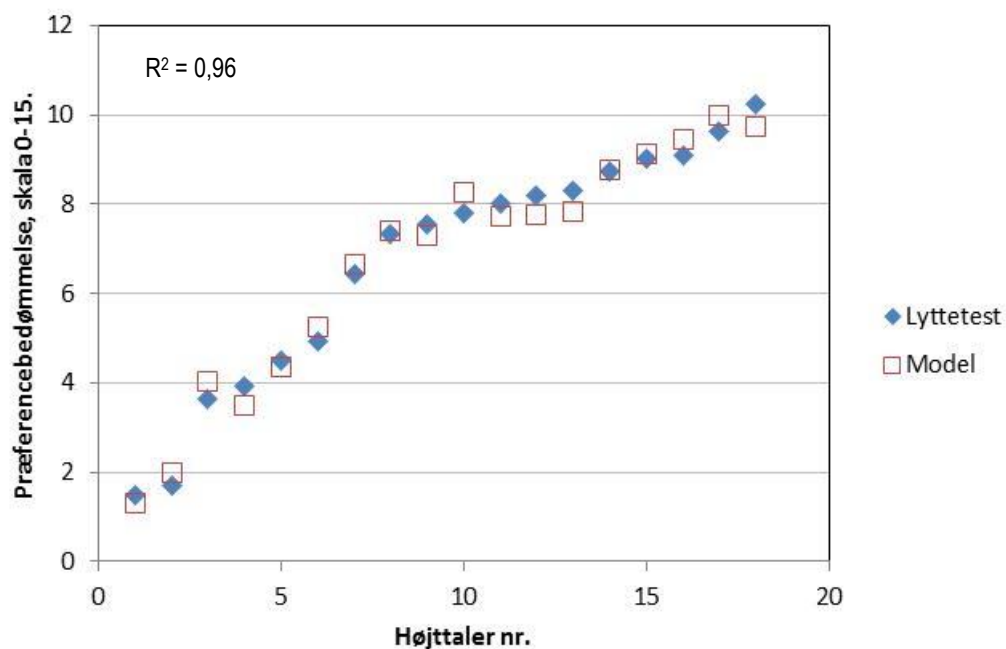
I forbindelse med lyttetesten omtalt på side 15 blev assessorerne også bedt om at angive graden af præference. For at være relevant skal præferencebedømmelsen normalt udføres af forbrugere fra det relevante markedssegment, men vi kan jo her påstå, at assessorerne repræsenterer segmentet af kritiske lyttere.

Ud fra assessorernes bedømmelser af attributterne i den "Sensoriske varedeklaration" i figur 13 er der konstrueret en model til beregning af deres præferencer. Figur 14 viser resultaterne. Der ses, at der er opnået en god overensstemmelse mellem modellens forudsigelser og den faktisk angivne præference i lyttetesten.

Eksemplet viser, at metoden virker, men det viser ikke i hvor høj grad, resultaterne kan generaliseres. Hertil kræves at modellens forudsigelser testes på højttalere, hvis resultater ikke er medtaget i "modelbygningen".

Et andet forhold, som den opmærksomme læser måske har bemærket, er at der er mere end 15 højttalere langs den vandrette akse. Det skyldes, at testen blev udført ad to omgange, og at nogle højttalere var gengangere i de to tests. Nogle af gengangerne fik ikke samme bedømmelser i de to tests. Det er almindelig kendt, at bedømmelserne af en højttaler i nogen grad er farvet af, hvilke andre højttalere den sammenlignes med. Derfor er der udvalgt tre højttalere, se figur 13, som skal fungere som ankerpunkter i kommende tests.

Figur 14
Præferenceangivelser i en lyttetest sammenholdt med præference beregnet ud fra en model baseret på attributterne i Figur 13. Højtalerne er nummererede, er anbragt langs den vandrette akse og sorteret efter stigende præference i henhold til resultaterne fra lyttetesten..



Fremtidigt arbejde

Hovedvægten i det indtil nu udførte arbejde har ligget på de klanglige attributter, som kan forklare ca. 70 % af de opfattede forskelle mellem højttalere. I næste fase vil vi se nærmere på de rumlige attributter for stereo og surroundsystemer.

Konklusion

Tekniske målinger alene giver ikke oplysning om lydkarakteren af audioprodukter. Ved at supplere de tekniske data med resultater af lyttetest er det muligt at få en objektiv karakteristik af den opfattede lyd. Det kræver dog, at lyttetestene udføres som strukturerede blindtests med trænede lyttere i lytterum, der ikke farver lyden. Til sådanne tests skal bl.a. bruges et leksikon af veldefinerede attributter, som lytterne er trænet i at bruge. Lydhjulet er en sådan samling af attributter, hvoraf de klanglige attributter har været kvalificeret i en række tests. Formålet med lydhjulet er bl.a. at skabe et fælles sprog til beskrivelse af systemer til audioformål.

En objektiv karakteristik af den opfattede lyd kan bruges i produktudvikling, men kan også bruges som en sensorisk varedeklaration til glæde for forbrugerne. Ud fra resultaterne af objektive lyttetests kan kunders præferencer modelleres og dermed forudsiges.



Læs mere, besøg:
madebydelta.com/senselab
Her finder du baggrundsartikler
og rapporter over de udførte
målinger.

Definitioner for attributter

Med få undtagelser er det ikke nok at beskrive attributterne med et enkelt ord. Forskellige personer kan lægge forskelligt i ordets betydning. For at attributterne kan bruges på en ensartet og objektiv måde, skal de derfor defineres. I definitionerne er der brugt begreber som bas, mellemtone og diskant samt henvist til forskellige musikinstrumenter. Derfor er der sidst i TEK'notatet (side 28) lidt information om dette.

Lydstyrke (Loudness)

Hvor kraftigt lyden opfattes.

Skala: Svag - (Tilpas) - Kraftig

Dynamik (Dynamics)

Evne til præcist og overbevisende at gengive hurtige og store og ændringer i lydstyrke samt til at gengive en stor spændvidde og tydelige forskelle mellem lydniveauer.

Attack

Transientgengivelse. Angiver om anslaget af trommer og slagtpøj m.m. er præcise og tydelige, dvs. om man kan høre selve slaget fra trommestikken, knipset af strengen o.l. Kommer også til udtryk som evnen til at gengive den enkelte lydkildes transienter rent og adskilt fra resten af lydbilledet. Ved upræcis attack forstås uklare, eller afdæmpede anslag.

Skala: Upræcist – Præcist

Baspræcision (Bass precision)

Gengives instrumentanslag fra stortromme og bas præcist, distinkt og uden forvrængning, er anslaget på bassen stramt og kontant? Baspræcision kan bl.a. opfattes som attack i basområdet. Ved upræcis forstås at anslaget flyder ud, og at klimakset i anslaget udviskes.

Skala: Upræcis - Præcis

Punch

Angiver om anslagene på trommer og bas bliver gengivet med slagkraft, næsten som om man kan mærke slaget. Evnen til ubesværet at håndtere store styrkeudsving uden kompression (kompression høres som lydstyrkeudsving, der er mindre end man ville forvente af den opfattede originale lyd).

Skala: Lidt - Meget

Råstyrke (Powerful)

Evnen til at håndtere store lydstyrker, specielt ved anslag på trommer og i bassen. Angiver om punch, attack og baspræcision bevares når der spilles højt.

Skala: Lidt - Meget

Diskant (Treble)

Diskanten er gengivelsen af de høje frekvenser (over ca. 3 kHz), dvs. overtoneområdet for stemmer og de fleste musikinstrumenter. Kun piccolofløjte, visse typer af slagtpøj og instrumenter med et meget stort frekvensområde (orgler) har deres grundfrekvenser i diskanten. Talens skarpeste konsonanter, fx s- lyde er også at finde i dette område.

Diskantstyrke (Treble strength)

Den relative styrke af diskanten

Skala:

— Svag: Tildækket, uskarp.

- Lidt under neutral: En blød lyd, uden at den er uskarp.
- Neutral: Midt på skalaen, hvor man tydeligt kan skelne instrumenterne
- Kraftig: Diskanthævning. Skarp, hård lyd.

Brillans (Brilliance)

Diskantudstrækning.

Skala

- Lidt: Som at høre musik gennem en dør. Indelukket, sløret eller mat.
- Meget: Krystalklar gengivelse, stort diskantområde med luftig og åben diskant. Lethed, renhed og klarhed med plads til instrumenter. Tydelighed i de øvre frekvenser uden at være skarp eller skinger og uden forvrængning.

Metallisk (Tinny)

Resonanser eller fremtrædende smalle toneområder i diskanten.

Skala: Slet ikke – Svagt - Kraftigt

Mellemtone (Midrange)

Mellemtonen er gengivelsen af de mellemste frekvenser ca. 400-3000 Hz, fx sopranoer, trompeter, violiner og xylofoner.

Mellemtonestyrke (Midrange strength)

Det relative niveau af mellemtonen, dvs. de mellemste toner (frekvenser) fx sopranoer, trompeter, violiner og xylofoner. En neutral mellemtone placeres midt på svaraksen. Må ikke forveksles med dåselyd, som betegner fremhævede smalle tonerområder (resonanser) i mellemtoneområdet.

Skala: Svag - Kraftigt

Nasal (Nasal)

En lukket lyd med meget mellemtone. Giver en fornemmelse af, at sangeren synger med næsen (nasalt).

Skala: Lidt - Meget

Dåselyd (Canny)

Musikken lyder som om den bliver afspillet i en dåse. Lyden er præget af fremhævede smalle tonerområder (resonanser) i mellemtonen.

Skala: Lidt - Meget

Bas (Bass)

Bassen betegner det laveste toneområde (under ca. 400 Hz). Her finder man bl.a. mandestemmer, basguitar, stortromme, pauker og tuba.

Basstyrke (Bass strength):

Det relative niveau af bassen, dvs. de dybe toner (frekvenser) fx mandestemmer, basguitar, stortromme, pauker og tuba. En neutral bas placeres midt på svaraksen. Må ikke forveksles med basdybde, som angiver basens udstrækning nedadtil.

Skala: Svag – Kraftig

Basdybde (Bass depth)

Betegner hvor langt ned basområdet går, bassens udstrækning nedadtil. Hvis det går helt ned i den dybe ende af frekvensområdet er der stor dybde. Må ikke forveksles med basstyrke, som angiver

bassens styrke eller buldrede, som er en resonans i den lave bas.

Skala: Lille - Stor

Buldrende (Boomy)

Resonans i den lave bas, som i en stor tønde, der giver en fremtrædende bas, der kan lyde rungende (svingninger med efterklang), når bas og stortrommer høres. Gengivelsen har en tendens til at blive, mudret og upræcis.

Skala: Slet ikke – Svagt - Kraftigt

Kasselyd (Boxy)

Kasselyd betegner en hul lyd, som om lyden blev afspillet inde i en kasse. Betegner resonanser i det øvre basområde.

Skala: Slet ikke – Svagt - Kraftigt

Klangbalance (Timbral Balance)

Betegner balancen mellem bas og diskant og sammenhængen mellem de forskellige toneområder.

Mørk-Lys (Dark-Light)

Betegner balancen mellem bas og diskant.

Skala:

- Mørk: Overvægt af bas. Enten kraftig bas eller svag diskant.
- Neutral: Bas og diskant høres lige kraftigt, der er balance i gengivelsen. Det gælder også, hvis både bas og diskant er lige svage eller hvis bas og diskant er lige meget for kraftige. Hvis det medfører, at mellemtonen er fremhævet eller tilbagetrukket, bedømmes dette under mellemtonestyrke.
- Lys: Overvægt af diskant. Enten kraftig diskant eller svag bas.

Årsagen til, om klangen er mørk eller lys, kan udledes af bedømmelserne af bas- og diskantstyrke.

Fyldig (Full)

Hvis både bas- og diskantområdet er velrepræsenteret og med stor udstrækning, er lyden fyldig.

Skala: Lidt - Meget

Homogen (Homogenous)

Betegner i hvor høj grad de forskellige toneområder (bas, mellemtone og diskant) er sammenhængende og helstøbte, uden at der mangler forbindelse mellem dem. At der er sømløse overgange mellem toneområderne.

Skala: Lidt - Meget

Rumlig – Lydbillede (Spatial sound image)

Afstand (Distance)

Den opfattede afstand mellem lytteren og hoved-lydkilderne (instrumenter/sanger). Lyder det, som om musikken er tæt på eller langt væk?

Skala: Nær - Fjern

Bredde (Width)

Lydbilledets bredde (udtrykt som opfattet vinkel). Bredden af lydkildernes placeringer (sound scape width). Bredden af evt. rumklang skal ikke indgå i bedømmelsen. Mono ligger helt til venstre på svaraksen. Meget bred stereo (+/- 80°) er ved højre skalamarkering.

Skala: Smal - Meget bred

Dybde (Depth)

Lydbilledets udstrækning i dybden (dvs. i retningen væk fra lytteren). Må ikke forveksles med afstand.

Skala: Fladt - Dybt

Stereobalance (Balance)

Om lydbilledet er skævt til en af siderne (venstre eller højre) eller om det er centreret om midten.

Skala: Skæv - Balanceret

Rumlig – Lokalisation (Spatial – localisation)**Præcis lokalisation (Precise)**

Kan de enkelte instrumenter og stemmer placeres tydeligt og adskilt i det rumlige i lydbilledet? Hvor præcist står de enkelte lydkilder i rummet? Hvis de enkelte lydkilder bliver utilsigtet brede eller flyder ud, er præcisionen lav.

Skala: Lav - Høj

Omsluttende (Envelopment)

Omslutter det reproducerede lydbillede dig og giver fornemmelse af rum omkring dig?

Skala: Lidt - Meget

Ekstern lokalisation (Externalisation)

Når du lytter på hovedtelefoner: I hvor høj grad opfatter du lydkilderne ude af dit hoved?

Skala: Lidt – Meget

Transparens (Transparency)

Transparens angiver i hvor høj grad systemet er gennemsigtigt, så det ikke farver og påvirker og musik, tale m.m. Transparens angiver også i hvor høj grad det lyder som om lydkilderne er til stede. Transparens er en overordnet attribut, som afhænger af i hvor høj grad attributterne i de andre kategorier er optimale.

Nærværende (Presence)

Lyder det som om lydkilderne er til stede og ikke fjerne og fraværende.

Skala: Lidt - Meget

Ren (Clean)

Det er let at lytte ind i musikken, der fremstår tydeligt og klart. Instrumenter og vokaler gengives præcist og distinkt. Det modsatte af klarhed er: Sammenflydende, mudret.

Skala: Lidt - Meget

Nuanceret (Detailed)

En velopløst lyd med stor detaljerighed. Instrumenter, stemmer m.m. kan nemt adskilles.

Musikken har mange detaljer, detaljer der ikke kan måles, detaljer der giver musikken "sjæl". Det kan være små hørbare nuancer: Vejtrækning fra en sangerinde, fingrenes vandring over guitarstrengene, klapperne fra klarinetten, læbelyden fra saxofonen, anslaget fra klaverets hamre, når de rammer strengene osv.

Skala: Lidt - Meget

Naturlig (Natural)

Gengivelsen lyder troværdig. Akustiske instrumenter, stemmer og lyde, lyder som i virkeligheden.

Lyden svarer til lytterens forventning til originallyden uden nogen klangmæssig eller rumlig farvning

eller forvrængning, ” Nothing added – nothing missing”. Lydbilledet står klart i rummet og bringer dig nær den originale lydoplevelse.

Skala: Lidt - Meget

Artefakter – Signalrelaterede (Artefacts – Signal related)

Skinger (Shrill)

Diskantforvrængning. Meget skarpe s-lyde, bækkener o.l.

Skala: Lidt - Meget

Skrabende (Rubbing)

Som lyden af noget der skraber på en (ru) overflade.

Skala: Lidt - Meget

Ru (Rough)

En hæs bilyd som utilsigtet ledsager den reproducerede lyd. Basforvrængning.

Skala: Lidt - Meget

Summende (Buzzing)

En summende zzz-aktig bilyd

Skala: Lidt - Meget

Klippet (Clipped)

Overtonerne er overdrevne og skarpe.

Skala: Lidt - Meget

Forvrænget (Distorted)

Forekomst af ikke tilsigtede bilyde som fx skarpe overtoner.

Skala: Lidt - Meget

Komprimeret (Compressed)

Begrænset dynamisk område uden naturlige spidser. Pumpende effekter kan forekomme.

Skala: Lidt – Meget

Artefakter – Støj (Artefacts – Noise)

Susende (Hissing)

En sydende lyd, som lyden fra en stegepande.

Skala: Lidt - Meget

Brummende (Humming)

Brummelyde med tonale komponenter.

Skala: Lidt – Meget

Boblende (Bubbling)

Lyd med hurtige (< ca. 1 sek.) variationer i frekvens og styrke.

Skala: Lidt - Meget

Fluktuerende / Intermitterende

Støj med varierende styrke og/eller pauser

Skala: Lidt - Meget

Ord du måske mangler

Som tidligere nævnt er attributterne i lydhjulet de hyppigst forekommende ord i hver kategori. Definitionerne ovenfor er blevet udformet, så de tager de ord i betragtning, som var lavere rangeret. Nedenfor er angivet de vigtigste af de ord, der ikke kom med, med henvisning til den attribut, der dækker dem.

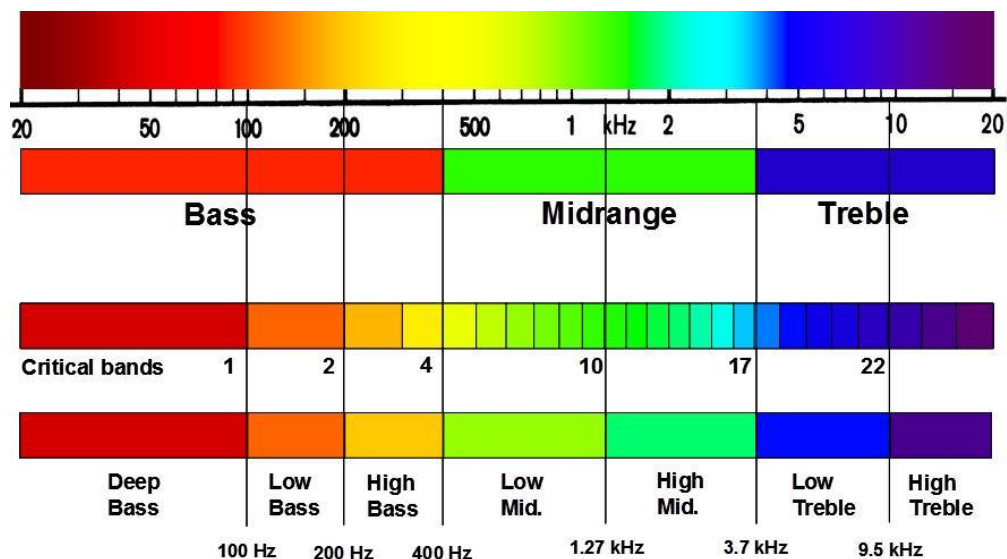
Afdæmpet anslag, se Attack
 Attack i basområdet, se Baspræcision
 Basforvrængning, se Ru
 Basudstrækning, se Basdybde
 Begrænset dynamik, se Komprimeret
 Bi-lyde, se Forvrængning
 Blød lyd, se Diskantstyrke
 Boomy, se Buldrende
 Buzz, se Summende
 Centreret, se Stereobalance
 Detaljeret, se Nuanceret
 Detaljerigdom, se Nuanceret
 Diskantforvrængning, se Skinger
 Diskantudstrækning, se Brillans
 Distinkt, se Baspræcision
 Dynamisk bas, se Baspræcision
 Fjern, se Afstand
 Fladt, se Dybde
 Fornemmelse af rum, se Omsluttende
 Fraværende, se Nærværende
 Gennemsigtig, se Transparens
 Glat, se Ren
 Helstøbt, se Homogen
 Hul, se Kasselyd
 Hurtig bas, se Baspræcision
 Hæs, se Ru
 Hård, se Diskantstyrke
 Indelukket, se Brillans
 Instrumenter kan nemt adskilles, se Nuanceret
 Klar, se Ren
 Klarhed, se Brillans
 Kold, se Mørk-Lys (Lys)
 Kontant bas, se Baspræcision
 Kraftfuld, se Råstyrke
 Krystalklar, se Brillans
 Lethed, se Brillans
 Livlig, se Nuanceret
 Luftig, se Brillans
 Lydkilder ude af hovedet (ved hovedtelefonlytning), se Ekstern lokalisation
 Lydkilderne er til stede, se Transparens
 Lytte ind i musikken, se Ren

Mat, se Brillans
 Mudret, se Buldrende
 Mudret, se Ren
 Musikalsk, se Naturlig
 Musikken er til stede, se Transparens
 Nær, se Afstand
 Opfattet lydstyrke, se Lydstyrke
 Opfattet originallyd, se Naturlig
 Oppustet, se Basstyrke
 Plads til instrumenter, se Brillans
 Potent bas, se Basstyrke
 Presence, se Nærværende
 Pumpende effekter, se Komprimeret
 Resonans i den lave bas, se Buldrende
 Resonans i mellemtonen, se Dåselyd
 Resonans i øvre bas, se Kasselyd
 Resonanser i diskanten, se Metallisk
 Rig, se Fyldig
 Rub, se Skrabende
 Rumligt adskilt, se Præcis lokalisation
 Rungende, se Buldrende
 Sammenflydende, se Ren
 Sammenhængende toneområder, se Homogen
 Sjæl, se Nuanceret
 Skarp, se Brillans
 Skarp, se Diskantstyrke
 Skinnende, se Brillans
 Skæv, se Stereobalance
 Slagkraftig, se Punch
 Slank lyd, se Basstyrke
 Sløret, se Brillans
 Smal, se Bredde
 Spids, se Metallisk
 Sprød, se Brillans
 Stemmer kan nemt adskilles, se Nuanceret
 Stort frekvensområde, se Fyldig
 Stram, se Baspræcision
 Sydende, se Susende
 Sømløs, se Homogen
 Tildækket, se Diskantstyrke
 Transientgengivelse, se Attack
 Transientresponse, se Attack

Troværdig, se Naturlig
Troværdig, se Naturlig
Tung, se Basdybde
Tydelig placering af lydkilder, se Præcis
lokalisation
Tynd lyd, se Basstyrke
Ubesværet, se Punch
Uden naturlige spidser, se Komprimeret
Uklart anslag, se Attack
Usammenhængende, se Homogen
Uskarp, se Diskantstyrke
Varm, se Mørk-Lys (Mørk)
Velopløst, se Nuanceret
Velopløst, se Nuanceret
Voluminøs, se Basstyrke
Åben, se Brillans

Eksempler på frekvensområder

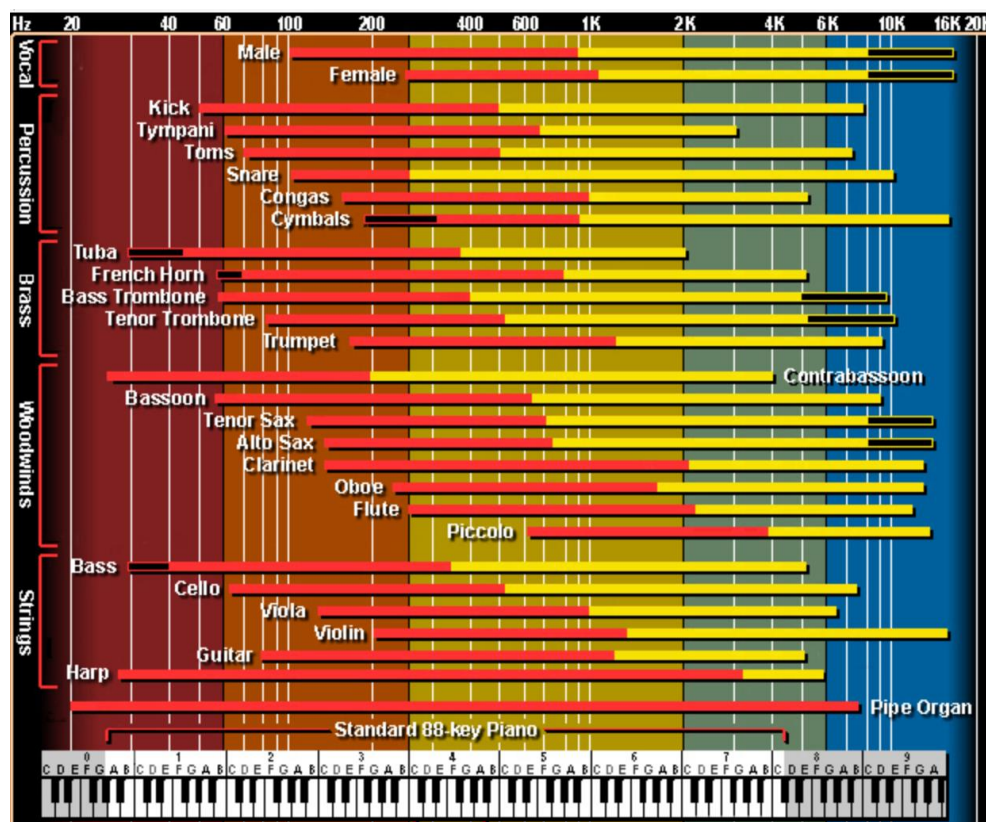
Figur 15
I definitionerne af attributter er der refereret til forskellige frekvensområder. Figuren viser, hvilke frekvenser de forskellige områder omfatter...



Kilde: Semantic Space of Sounds.

http://www.madebydelta.com/imported/senselab/The_Semantic_Spaces_of_Sounds.pdf

Figur 16
I definitionerne af attributter er der refereret til forskellige musikinstrumenter. Figuren viser, hvilke frekvenser de forskellige instrumenter dækker. De røde områder angiver instrumenternes grundtoner, de gule områder angiver overtoner (og konsonanter for tale)...



Kilde: <http://dpaudioa.blogspot.dk/2011/02/frequency-amplitude-and-eq.html>

Om TEK'notat

Hvis du vil vide mere om det emne, TEK'notatet beskriver, kan du besøge madebydelta.com/senselab, hvor du kan finde baggrundsrapporter og artikler.

DELTA udgiver regelmæssigt rapporter i TEK'notat-serien for at kommunikere den nyeste internationale viden indenfor vores fagområder. Formålet er at understøtte en fremrykning af tidspunktet, hvor nye teknologiske landvindinger giver et forretningsmæssigt afkast til danske virksomheder

Om DELTA

DELTA er en selvejende højteknologisk virksomhed. Vi stiller viden til rådighed for alle og rådgiver samfund og industri om den teknologiske udvikling. Som vores kunders strategiske partner sikrer vi optimal anvendelse af avanceret teknologi.

Vi udvikler, tester, certificerer og rådgiver i alle faser af vores kunders produktudvikling, inden produktet sendes på markedet.

DELTA's kernekompetencer: Elektronik, Mikroelektronik, Softwareteknologi, Lys, Optik, Akustik, Vibration og Sensorsystemer.

DELTA, der har til huse i Forskerparken Scion-DTU i Hørsholm, beskæftiger i alt 270 medarbejdere. DELTA er et Godkendt Teknologisk Serviceinstitut (GTS) godkendt af Uddannelses- og Forskningsministeriet.