

datum : 24-4-2012
copyrights : Menno van der Veen

Beter oordelen over audiokwaliteit

Onlangs verscheen in een wetenschappelijk audio tijdschrift een uitmuntend artikel over de beoordeling van audiokwaliteit. Audio liefhebbers zijn daar dagelijks mee bezig en geven er massa geld aan uit. De hulpmiddelen van dit artikel zijn zo goed, dat ik ze hier behandel en hoop dat ieder er voordeel van heeft. Beoordelen en oordelen is echt niet alleen aan recensenten voorbehouden. Ieder kan het nu beter doen met deze hulpmiddelen.

Het artikel⁽¹⁾ waar ik op doel, verscheen in de Journal van de Audio Engineering Society⁽²⁾. Dit is een wereldwijde organisatie van ontwikkelaars, opname regisseurs, audio fabrikanten en universiteiten. Ik ben er zelf ook lid van. Deze AES bukt van onderzoek, hoogwaardig meten en horen en bemoeit zich met alle facetten van geluid; de hele keten vanaf opname tot weergave en waarnemen. Lang voordat wij audio fanaten nieuwe ontwikkelingen te zien en te horen krijgen, zijn deze al besproken en getoetst in die Journal. Nog eerder krijg je het nieuwste te horen als je de conferenties en conventies van de AES bezoekt, wat ik dan ook regelmatig doe; zo blijf je goed op de hoogte.

De auteurs

Wie zijn die Blauert en Jekosch, zodat we hun artikel zouden kunnen vertrouwen? Dr.-Ing. Jens Blauert is emeritus professor aan de Ruhr Universiteit in Bochum en schrijver van het beroemde boek⁽³⁾ over ruimtelijk horen. Dr. phil. Ute Jekosch is co-professor van de afdeling Communication Acoustics van de TU Dresden. We hebben hier te maken met twee uiterst ervaren wetenschappers, die hun sporen allang verdiend hebben. Dat zij de moeite hebben genomen hun denken en literatuurkennis aan ons door te geven, benader ik met de hoogste waardering.

Basis Filosofie

Hoe beschouw je geluid en het waarnemen daarvan? Er zijn twee hoofdmodellen. De eerste heet *wetenschappelijk realisme*. Geluid is om je heen en is onafhankelijk van je waarnemen. Geluid bestaat gewoon, je kunt er aan meten en hoe je het beoordeelt, verandert dat geluid niet, het is er gewoon. Deze benadering is ideaal voor ingenieurs en onderzoekers; ze kunnen er lekker aan meten en getalletjes en rapporten produceren.

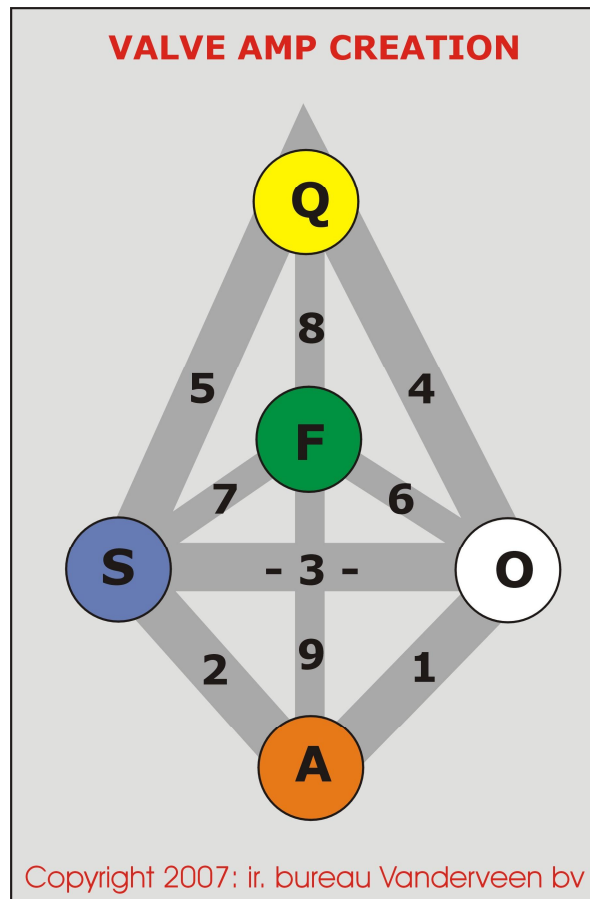


foto-1: de ingenieur (Menno) aan het werk

De tweede benadering heet *perceptionisme* of *radicaal constructivisme*: "de wereld om ons heen bestaat in ons hoofd en is het gevolg van biologische hersenactiviteiten". Ze noemen dit ook wel *Brainchild*. Tja en toch kiezen de twee auteurs voor deze laatste benadering. Want, hoe wij over kwaliteit oordelen is een zaak die zich helemaal in ons hoofd afspeelt, in onze hersenen. Ik geef een klein voorbeeld: als kind hebben we een stuk muziek gehoord waarbij we ons op dat moment gelukkig voelden. Later horen we deze muziek opnieuw, en reken maar dat dan bij de kwaliteitsbeoordeling onze gelukkige herinnering nog steeds een rol speelt. De auteurs wijzen er op dat kwaliteit niet alleen bepaald wordt door getalletjes (realisme), maar mede door ons hele wezen (perceptionisme). Kwaliteit is subjectief, of ligt het nog ietsje anders?

Wat is kwaliteit?

Velen van ons hebben het boek *Zen en de kunst van het motoronderhoud*⁽⁴⁾ gelezen, waar de hoofdpersoon heftig op zoek is naar de betekenis van kwaliteit en in de eindfase een soort Godontmoeting heeft, maar nooit in staat was om kwaliteit scherp te omschrijven. Die situatie is nu anders, want er bestaat een definitie. Volgens de Duitse standaard DIN 55350 is kwaliteit *de fysieke aard van een entiteit met betrekking tot diens mogelijkheid om te voldoen aan vooronderstelde en bestaande verwachtingen*. Jekosch vindt deze omschrijving nog niet goed genoeg en stelt: *Kwaliteit is een beschrijver van het adequaatheid van de waargenomen karakteristieken van een entiteit met betrekking tot de vereiste eigenschappen ... Deze worden gevormd door de totaliteit van eigenschappen van individuele en/of sociale verwachtingen en/of redelijke eisen*⁽⁵⁾.



figuur 2: Een model van versterker ontwerp (Kabbala benadering)⁽⁶⁾. Kwaliteit (Q) staat als eisende en stimulerende factor bovenaan; onderaan de versterker (A) en daartussen ons handelen met (O) = objectief (science) en (S) = subjectief (perceptionisme) en (F) = diep voelen. Over de gedaante en plaats van (F) schrijven de twee auteurs nauwelijks. Het is een Menno benadering die onder andere wortels heeft in seksualiteit en de paranormale kant van communicatie.

Ik vind deze omschrijvingen fantastisch en tegelijkertijd nogal complex. Daarom doe ik het ruw over in een Menno definitie: *de kwaliteit van iets wordt volledig bepaald door onze verwachtingen ervan*. Dus als we naar een installatie luisteren en we hebben eerder een beter voorbeeld gehoord, dan voldoet die installatie niet aan onze verwachtingen en vinden we diens kwaliteit maar matig. Zo wordt het ontzettend duidelijk hoe subjectief kwaliteit is, hoe het zich helemaal in onze hersenen afspeelt. Het gedraagt zich net als kunst en literatuur. En met deze hersenspinsels doen we uitspraken over dure versterkers en luidsprekers? Logisch dat nu *iedereen een dominee is* en recht heeft op zijn eigen mening. De zaak wordt behoorlijk onhanteerbaar als we zo doorgaan!

Hoe nemen we waar?

Waarnemingen kun je in drie delen onderscheiden die sterk lijken op de klassieke indeling van lichaam, ziel en geest. We nemen waar met *voelen*; denk aan honger en pijn en vreugde; dit zijn waarnemingen in ons lichaam. Daarnaast nemen we waar met onze *sensoren*: we zien en horen en voelen en ruiken dingen die buiten ons lichaam plaatsvinden. De derde

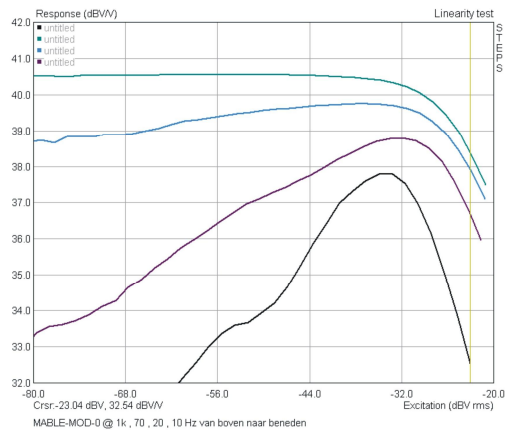
groep bestaat uit *opvattingen* zoals ideeën en meningen en gedachten en verlangens die de verwerking van de waarnemingen beïnvloeden. Vooral bij het laatste wordt de term "brainchild" erg duidelijk. Al deze waarnemingen samen leiden uiteindelijk tot een uitspraak of opvatting over de kwaliteit van bijvoorbeeld een luidspreker.

Op weg naar de oplossing

Om zinvol over kwaliteit te kunnen spreken, onderscheiden de auteurs vier verschillende gebieden van kwaliteit. Ze stellen een indeling voor die volgens hen functioneel is, en ik heb deze de afgelopen weken in mijn werk toegepast. Steeds als ik een kwaliteitsuitspraak moest doen, keek ik in welk gebied ik bezig was. Tot mijn verbazing heb ik geconstateerd dat kwaliteit beoordeling ineens een stuk doorzichtiger wordt: ik weet nu duidelijker dan ooit waarover ik het heb. Die vierdeling wordt nu besproken.

1: Kwaliteit van horen

Hoe luid is wat je hoort, hoe ruw klinkt het of is het scherp, welke toonhoogte (pitch) neem je waar en hoe is de klank (timbre)? De eigenschappen van het horen staan hier centraal. De psychoakoestiek houdt zich met deze eigenschappen bezig en kan er goed metingen aan verrichten. Er worden korte signaaltjes aangeboden die bij voorkeur betekenisloos zijn en de waarnemer doet uitspraken of het beter/slechter klinkt of geeft de waarneming een cijfer. Dit gebied is redelijk objectief, ware het niet dat de waarnemer zijn beoordeling moet verwoorden en dan onbewust gebruik maakt van een innerlijke referentie of gevoel. Om het toch zo zuiver mogelijk te onderzoeken poogt men testsignalen aan te bieden die zo weinig mogelijk aan gevoel en verwachting gekoppeld zijn. Op het gebied van "voelen" staat veel vervolgonderzoek in de startblokken, en ik verwijs er ook naar in de tekst van figuur 2. Als ik dit gebied beschouw, dan zie ik een koppeling met metingen die ik verricht. Zie bijvoorbeeld figuur 3 waarin ik constantheid van versterking (lineariteit) meet en dat koppel aan mijn hoorbare waarnemingen op grond van de equal loudness curves^{(7),(8),(9)}. In dit gebied horen onderzoeken thuis als: welk frequentiegebied kunnen we horen, welke vervorming nemen we niet meer waar, frequentie maskering (breed toegepast in MP3), tijdsmaskering, enzovoort.



figuur 3: Lineariteit van een buizenversterker bij 1000/70/20/10Hz (van boven naar beneden).
De verticale as geeft de versterking, horizontaal de ingangsspanning

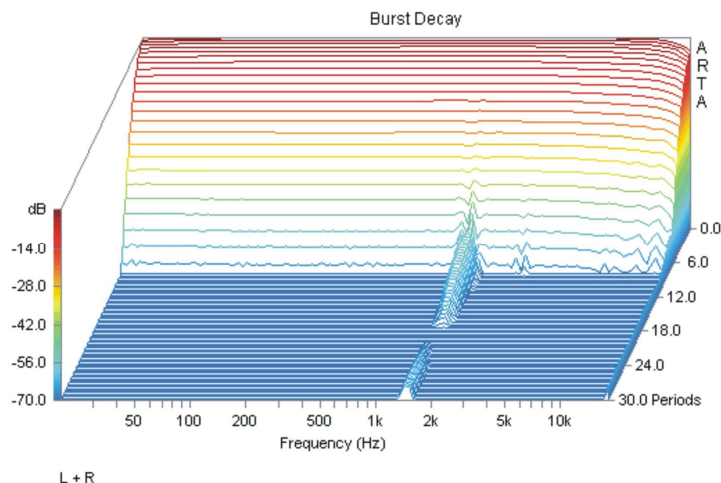
2: Kwaliteit van uitvoering

Bij hoorkwaliteit gaat het om een analytische benadering, maar zo zullen we zelden luisteren, hoogstens als er iets onverwachts gebeurt. We luisteren meestal holistisch, naar het geheel van de muzikale uitvoering. De grootheden die hier gelden zijn: lokalisatie, spraakverstaanbaarheid, audio perspectief, diepte en breedte, tonale balans, transparantie. Dit is perceptie, en er zijn basisregels (*Gestalt-rules*) waarmee we waarnemen, die we al in onze jeugd leerden. Bij deze te eenvoudige omschrijving moet ik denken aan het werk dat dirigenten en *tonmeesters* verrichten. Zij maken van de afzonderlijke geluidsdelen een mooi kloppend geluidsbeeld. In onze hersenen nemen we dan echt niet de afzonderlijke tonen waar, maar zijn we in zekere mate al abstract bezig om aan het totale gebeuren een waardeoordeel toe te kennen. Ik heb fraaie voorbeelden hoe dit beïnvloed kan worden door versterkers. Sommige, naar het onderzoek van Peter van Willenswaard⁽¹⁰⁾, geven de muziek met een trager *ritme* weer; je kunt ontspannen alle details en klanken volgen, het beeld is in zijn heelheid doorzichtiger. Waarom die versterkers dat kunnen valt terug te voeren naar juistheid van componentkeuze; bijvoorbeeld interlinks zijn niet meer microfonisch⁽¹¹⁾, of klokjitter is nagenoeg afwezig⁽¹²⁾. Om de kwaliteit te schalen moet men vaak multidimensionaal de resultaten weergeven. Ook meet men hier met: "ik vind dit beter dan".

3: Audio meetkwaliteit

Dit is het gebied waar bij uitstek de natuurkunde werkzaam is. Denk aan galmtijd, geluidsniveau (dB_{SPL}), impulsresponsie, overdracht functies, laterale energie, cross-correlatie tussen de oren. Ook eigenschappen van versterkers horen hier thuis, zoals vervormingen, frequentiebereik enzovoort. De twee auteurs spreken in hun artikel hoofdzakelijk over de kwaliteit van de akoestiek, maar ik ben vooral met versterkers bezig en spreek daarom nu algemener over "meetkwaliteit". Er is een veelheid van meetapparatuur en methodes beschikbaar om deze grootheden te

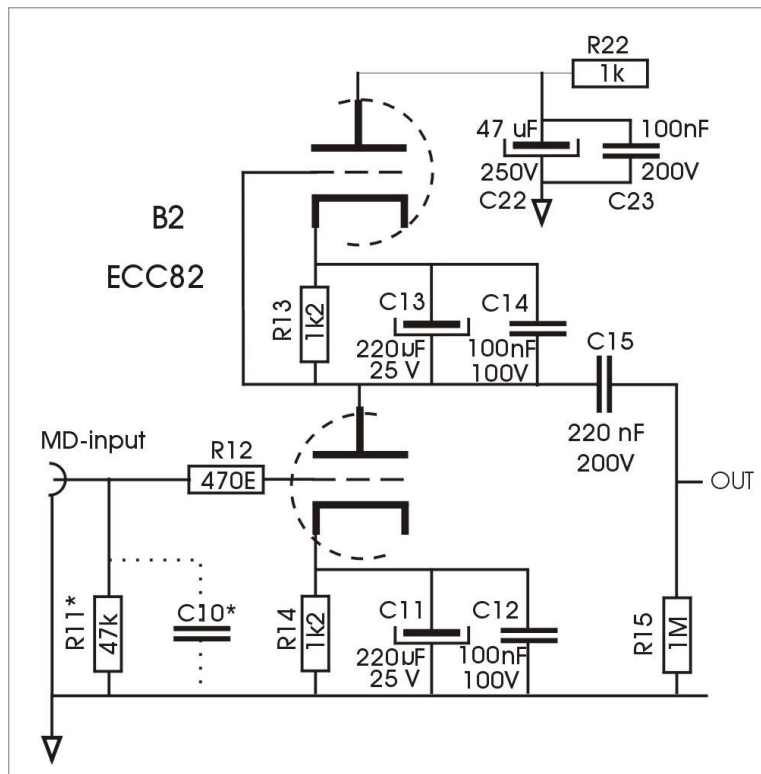
bepalen; de meetmethodes zijn hoogst wetenschappelijk en zuiver. Het zou bijzonder aangenaam zijn als tussen deze abstracte metingen en onze subjectieve waarnemingen een eenduidige koppeling zou bestaan. Hieraan wordt overigens hard gewerkt en ook ik heb er een groot deel van mijn werkzame leven aan besteed: "*meet ik wat ik hoor en hoor ik wat ik meet?*". Zie opnieuw de metingen bij figuur 3 en als nieuw voorbeeld de meting in figuur 4 waar ik via de impulsresponsie een buizenversterker bestudeer en aldaar een fout vind, waarvan ik overigens de hoorbaarheid niet heb kunnen aantonen.



figuur 4: Burst decay meting, afgeleid van de impulsresponsie.
 Sterven alle frequenties gelijkmatig uit of is er sprake van resonantie?
 In dit geval is er een 1,5 kHz resonantie.

4: Communicatie kwaliteit

Denk hier in termen van de overdracht van boodschappen door middel van geluid. Aan een product (Harley Davidson) hangt een specifiek geluid dat al op grote afstand een associatie oproept. Is een geluid begrijpelijk, is het bruikbaar, bevat het inhoud of een mening, is er een dialoog mogelijk. Dit gebied wordt beschreven door communicatie wetenschappen, waarbij geluid een drager van boodschappen is. De psychologie test hier met cognitieve testmethodes, vragenlijsten, marktonderzoek. Ik geef een voorbeeld van hoe ik het heb toegepast. Door een verloren geraakte liefde was ik super gevoelig geworden voor de emotionele inhoud van een vrouwenstem. Ik gebruikte de LP "Best Friends" (Magenta MTA201) van Cleo Lane met John Williams op gitaar, waar ze bezingt hoe ze haar liefste mist; had ze hem maar nooit ontmoet, haar hele wezen schreeuwt! In die tijd ontwikkelde ik een SRPP buizen voorversterker en kon kiezen of ik de uitgangsspanning aftakte aan de onderste anode of de bovenste kathode. De bovenste kathodeweerstand was overbrugd met een goede elco, dus het aftakpunt zou geen klap mogen uitmaken. Zie het schema in figuur 5.



figuur 5: C15 aansluiten op de bovenkant of onderkant van R13?

Gedurende twee maanden heb ik iedere ochtend deze test met de muziek van Cleo Lane herhaald en uiteindelijk besloten dat haar verdriet het beste hoorbaar was en mij het diepst raakte als C15 onderaan R13 werd aangesloten. Dit had niks meer met meten te maken, want ik kon met mijn apparatuur geen verschillen aantonen.

Het niveau van abstractie is bij deze waarnemingen extreem groot. We beoordelen volledig op gevoel en verwachtingen en helemaal niet meer op frequenties en luidheid en galmtijd en percentage vervorming. We zijn bezig met onze emoties en die geven aan of ze de kwaliteit goed vinden of onvoldoende.

Is de indeling nu compleet?

We hebben nu vier testitems gekregen, die berusten op verschillende takken van wetenschap, en toch allemaal met geluid te maken hebben. Als we een kwaliteitsoordeel uitspreken, helpt het echt als we weten over welk criterium we spreken. Dat voorkomt verwarring. In de AES is al jaren lang een gevecht gaande tussen de objectivisten (we horen maar tot 20 kHz) en de subjectivisten (SACD met zijn veel grotere bandbreedte klinkt beter) en ze slaan elkaar met argumenten om de oren die uit verschillende kwaliteitscriteria komen. Ze bereiken elkaar niet. Ik denk echter dat, als we ons bewust worden van de verschillende criteria, we elkaar wel kunnen bereiken, of minstens zinniger kunnen communiceren.

Ik mis nog iets in het model en kan dat ook nog niet zo goed inpassen. In de tekst onder figuur 2 heb ik het al aangeduid. Er is een groep van waarnemen die ik zou willen schalen onder *diep voelen*, waarbij ik het

koppel aan seksualiteit en paranormaliteit. Misschien hoort het onder "communicatie", maar om er grip op te krijgen, zou ik het liever willen loskoppelen. Ik geef twee voorbeelden: in vroegere tijden konden eskimo's op grote afstand via hun innerlijk met elkaar communiceren. Nu is dat vervangen door een mobieltje, maar ik weet zeker dat geliefden, zelfs zonder mobieltje, kunnen weten/voelen of het goed met de ander gaat. Evenzo voelt een moeder haar kind, en weet ze of ze ongerust moet zijn of niet. Dat soort "diep voelen" gebruik ik ook bij audio; zie ⁽⁶⁾ voor meer informatie hierover.

Bescheiden naschrift

Ik heb grote waardering voor het werk van Blauert en Jekosch. Ik verwijs met nadruk naar hun oorspronkelijke artikel, waarin ze veel beter en uitgebreider en nauwkeuriger formuleren dan ik in dit artikel doe. Mijn doel was: breng deze kennis op hanteerbare manier naar de audio liefhebber. Hier en daar heb ik me wat vrijheden veroorloofd om dat doel te bereiken. Daarmee heb ik alles minder goed omschreven dan Blauert en Jekosch. Dat vergeeft u mij vast en ik hoop dat dit artikel ons helpt om beter met audio om te gaan.

Zelf proberen

Onlangs hielden enige AES-leden een test over de waarneembaarheid van een scherp laagdoorlaatfilter waarvan de hoekfrequentie bij 15 kHz ligt. Ze konden blind dit filter aan en uit schakelen en uitspraken doen over de hoorbaarheid van zo'n filter. Op het web staat een verslag⁽¹³⁾ van deze proef. Ga voor uzelf eens na welke van de vier kwaliteitscriteria bij deze proef een hoofdrol hebben gespeeld. Succes!

Bronnen:

- 1) Blauert and Jekosch: "A Layer Model of Sound Quality"; JAES, Vol. 60, Jan/Feb 2012, pp. 4-12
- 2) www.aes.org
- 3) Jens Blauert: "Spatial Hearing"; MIT press, BLASH 0-262-02190
- 4) Robert M. Pirsig: "Zen en de kunst van het motoronderhoud"
- 5) Jekosch: "Meaning in the Context of Sound Quality Assessment"; Acustica 85, 681-684 (1999)
- 6) Menno van der Veen: "Ontwerpen van Buizenversterkers"; hoofdstuk 9; Elektor, ISBN 978-90-5381-261-7
- 7) Menno van der Veen: "Low level audio signal transfer through transformers conflicts with permeability behavior inside their cores"; 122nd AES Convention 2007, Austria, paper 7125.
- 8) Menno van der Veen: "Signal level and frequency dependant losses inside audio signal transformers and how to prevent those"; 130th AES Convention 2011 in London, paper 8360.
- 9) voor download 7) en 8): www.mennovanderveen.nl | publicaties
- 10) www.audiomagic.nl
- 11) www.grimmaudio.com
- 12) www.tentlabs.com
- 13) [www.linearaudio.nl/Documents/AES NL april 2012.pdf](http://www.linearaudio.nl/Documents/AES%20NL%20april%202012.pdf)