

## **De betekenis van het begrip HiFi (updated english version [here](#))**

### **Deel 2, Weergave Filosofie “Hier en Nu” Versus “Daar en Toen”**

Deel 1 ging over transparantie, we hadden een audio signaal en wilden het zonder hoorbare vervorming opslaan transporteren of versterken. In dit deel gaan we na wat er gebeurt als we het audio signaal gaan omzetten naar geluid.

We hebben in het vorige artikel al een aantal audio mythes kunnen aanpakken met het basis begrip “transparantie” maar we hebben nog niets kunnen doen aan de vraag hoe het akoestische signaal, dat wat onze oren uiteindelijk horen, moet klinken. We kunnen audio apparatuur wel perceptief transparant ontwerpen, maar hoe zetten we dat perfect versterkte audio signaal om in een akoestisch signaal. Kunnen we met het begrip transparantie ook een luidspreker beoordelen? Dat lijkt een onmogelijke opgave, een stuk elektronica heeft altijd een ingang en een uitgang waartussen we een transparantie test kunnen uitvoeren, maar een luidspreker heeft wel een ingang maar oneindig veel uitgangen. Een luidspreker genereert een akoestisch geluidsveld wat zich bijna niet laat vangen in een technische, perceptief relevante, karakterisatie. Natuurlijk, je kunt de frequentie responsie op de as meten in een dode kamer, of de vermogens curve in een galmkamer. Je kunt zelfs een frequentie responsie meten in een huiskamer, maar wat zeggen die karakterisaties?

En hoe zit dat met een koptelefoon, die koppelt het geluid direct op het oor en met een directe microfoon koptelefoon keten lijkt het erop we een soort transparantie kunnen definiëren, net als bij de opslag, transport en versterking van audiosignalen uit deel 1. Dat is een mooi startpunt, je neemt de drukgolf aan het trommelvlies met een microfoon op en je reconstrueert het drukverloop met een koptelefoon. Helaas is het bijna ondoenlijk om via een koptelefoon exact de signalen te reconstrueren zoals die aanwezig zouden zijn als ik zelf op de ideale luisterplek zit. Je moet bij de opname en weergavekant rekening houden met je eigen persoonlijke oorkarakteristieken, de zogenaamde HRTF's (Head Related Transfer Functions, één voor het linker en één voor het rechteroor). Dat is niet eenvoudig te realiseren, zo'n persoonlijke opname, en zelfs als dat lukt krijg je nog problemen met hoofdbewegingen. Er zijn tegenwoordig wel systemen die hoofdbewegingen kunnen detecteren (head tracking) om vervolgens mee nemen in de berekening van het koptelefoon signaal zoals dat aan het trommelvlies wordt aangeboden, maar dan nog is de opname kant van het probleem onoplosbaar. Meestal wordt er met zo'n head track systeem een ruimtelijk signaal berekend uit een vrij “dood” klinkende opname. Verder onderschatten mensen hoeveel van de lage frequenties via andere paden dan via de gehooringang worden waargenomen, laag uit een koptelefoon blijft altijd nog iets missen.

En dan is er nog een filosofisch, onderliggend probleem bij het denken over transparantie en natuurgetrouwheid bij luidsprekers, koptelefoons en microfoons, dat we eigenlijk eerst moeten oplossen, namelijk wat is het ideaal dat we nastreven? Bij elektronica is dat ideaal altijd simpelweg transparantie, wat ik erin stop komt er zonder vervorming weer uit (zie deel 1). Bij het omzetten van audio naar geluid (en omgekeerd) is er niet direct een triviaal transparantie ideaal te bedenken. In het voorbeeld met de koptelefoonweergave proberen we een illusie “daar en toen” te creëren. Dit ideaal representeert de situatie dat je je ogen sluit en vervolgens de illusie hebt dat je je bevindt op de plaats waar de opname werd gemaakt, bijvoorbeeld in een concertzaal. Maar we kunnen ook een ander ideaal nastreven, de illusie “hier en nu”,

je sluit je ogen en vervolgens heb je de illusie dat wat je hoort zich hier en nu, in je eigen kamer afspeelt. Er zijn dus bij geluidweergave twee complementaire idealen te definiëren die zich compact laten omschrijven met “hier en nu” versus “daar en toen” die zich niet laten verenigen.

Als je “hier en nu” nastreeft zul je de opname moeten maken in een kamer zonder reflecties, een akoestisch dode kamer. Stel bijvoorbeeld dat ik de stem van iemand perfect natuurgetrouw (super HiFi) wil weergeven. Ik maak die dode kamer opname en vervolgens geef ik die stem weer over een enkele luidspreker die hetzelfde afstraalgedrag heeft als die stem. Voor de weergave van stemmen wil dat zeggen dat bij toenemende frequentie er steeds meer bundeling op de as van luidspreker optreedt. Als ik dan mijn ogen dicht doe lijkt het inderdaad alsof die persoon in mijn kamer staat. Helaas is die (mono) luidspreker dan ook alleen maar geschikt om een enkelvoudige stem weer te geven met de illusie “hier en nu”. Willen we twee stemmen weergeven dan hebben we twee luidsprekers nodig en in het algemeen is het op deze manier creëren van illusies niet efficiënt. En stel dat je met een grote set luidsprekers een orkest gaat weergeven, ieder instrument dood opgenomen en weergegeven met de juiste afstraal karakteristiek, dan mis je nog steeds de akoestiek van een concertzaal.

Dus laten we de illusie “daar en toen” nastreven, we maken een opname in een concertzaal, b.v. het Concertgebouw van Amsterdam op de ideale luisterplaats. Je gebruikt microfoons in je eigen oren en je neemt ook je hoofdbewegingen op. Vervolgens speel je het opgenomen geluid af op een koptelefoon met “head tracker” en geïndividualiseerde HRTF’s. Dit is nou niet bepaald een praktische methode en als het je al lukt blijf je nog steeds iets missen in het laag wat voor een groot deel ook door beengleiding wordt waargenomen. Je kunt ook proberen om het geluidveld van het Concertgebouw te reproduceren met een set luidsprekers, eventueel in combinatie met een speciale “surround” opname techniek. Helaas is het creëren van de illusie “daar en toen” geen eenvoudige opgave vanwege twee effecten, kamerreflecties en binaurale ontcleuring. De reflecties van de kamer waar je in zit te luisteren veroorzaken een ongewenste kleuring en moeten worden onderdrukt. Binaurale ontcleuring is het effect dat we met kleine hoofdbewegingen de invloed van kamerreflecties onderdrukken. Dat leidt ertoe dat we tot op zekere hoogte de kamerakoestiek waar we in zitten kunnen onderdrukken, maar dat we de opgenomen reflecties door imperfecties in het gereproduceerde veld niet kunnen onderdrukken. Dit betekent dat opnames vrijwel altijd worden gemaakt op een plaats die we niet zouden kiezen als we “live” aanwezig zouden zijn maar op een plaats waar het geluid “droger” klinkt dan live gewenst is. Dit effect kan in extreme mate worden gedemonstreerd door in mono een stem op te nemen in een kamer en deze zonder reflecties op een koptelefoon af te spelen. Omdat het opgenomen reflectiepatroon niet meer klopt bij het afspelen klinkt zo’n opname extreem “nat”, een gewone kamer gaat klinken als een badkamer.

De twee illusies “hier en nu” versus “daar en toen” zijn dus moeilijk realiseerbaar en absoluut niet verenigbaar, een systeem wat perfect “hier en nu” realiseert kan nooit gebruikt worden voor “daar en toen” en omgekeerd. We kunnen dus ook nooit over *de* geluidskwaliteit spreken zonder aan te geven wat we nastreven, “hier en nu” of “daar en toen”. De luidspreker lijkt meer geschikt voor “hier en nu” terwijl de koptelefoon meer geschikt lijkt voor “daar en toen”. Wat is nu het meest realistische akoestische

compromis dat je in de wereld van Hi-Fi kunt bereiken? Voor zowel “hier en nu” als “daar en toen” is lange tijd gedacht dat de persoonlijke HRTF koptelefoon benadering, gecombineerd met een head tracking, het ultieme antwoord is. Ik ken niemand die zo'n systeem gebruikt, een goed head tracking is moeilijk en de individualisering van de overdracht is ook moeilijk op te lossen en verder heb ik ook nog het idee dat de laagweergave een te zwak compromis blijft, mensen voelen graag laag. Uiteindelijk zullen we toch iets met luidsprekers moeten doen, maar wat. Surround? Wave Field Synthese? Ik geef het antwoord in deel 3.

John G. Beerends

Gepubliceerd in Hifi Video Test 11/2007, herzien maart 2012.