

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

Deel 3, De Ideale Luidspreker, Diffuus Veld Egalisatie

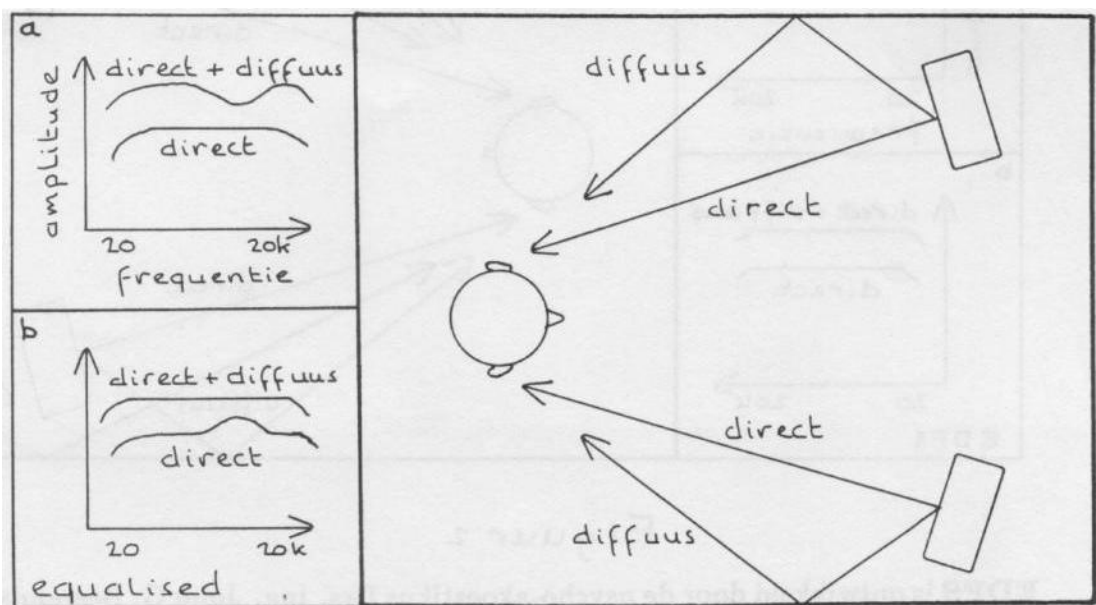
Deel 1 ging over transparantie bij audio opslag en transport, deel 2 over het toepassen van het begrip transparantie op luidsprekers. In dit deel werken we de ideeën uit om te komen tot een revolutionair luidsprekerontwerp.

In deel 2 heb ik uitgelegd dat er twee soorten transparantie zijn te definiëren voor een luidspreker, aan de ene kant transparantie met betrekking tot het “hier en nu”, waarbij we de illusie creëren dat wat je hoort zich hier en nu in onze eigen kamer afspeelt, en aan de andere kant transparantie met betrekking tot het “daar en toen”, waarbij we de illusie creëren dat je je bevindt op de plaats waar de opname werd gemaakt. Deze twee verschillende transparantie idealen bleken onverenigbaar, een goede hier en nu illusie stelt compleet andere eisen aan een luidspreker dan een goede daar en toen illusie. We zullen dus moeten kiezen en meestal kiezen we dan voor het daar en toen, we willen die prachtige akoestiek van het Concertgebouw in Amsterdam graag in onze huiskamer horen. Maar een huiskamer heeft een eigen karakteristieke akoestiek die problemen kan veroorzaken en de koptelefoon lijkt een geschikte manier om het daar en toen ideaal te bereiken. Maar wie luistert er thuis bij voorkeur over een koptelefoon? Nee, er zitten een groot aantal nadelen aan het luisteren over de koptelefoon waarvan de belangrijkste zijn:

- Bijna alle akoestische opnames worden niet met een kunsthoofd gemaakt en zelfs kunsthoofd opnames vereisen een aanpassing van de overdracht aan je eigen oren met de zogenaamde HRTF's (Head Related Transfer Functions, één voor het linker- en één voor het rechteroor).
- De laagste frequenties worden voor een groot deel niet via de oren waargenomen maar via het lichaam, we missen dus de laag impact.
- Een hoofdbeweging geeft een draaiend geluidsbeeld.
- Het perfecte draagcomfort bestaat niet en we voelen ons bijna altijd afgesloten van onze natuurlijke omgeving.

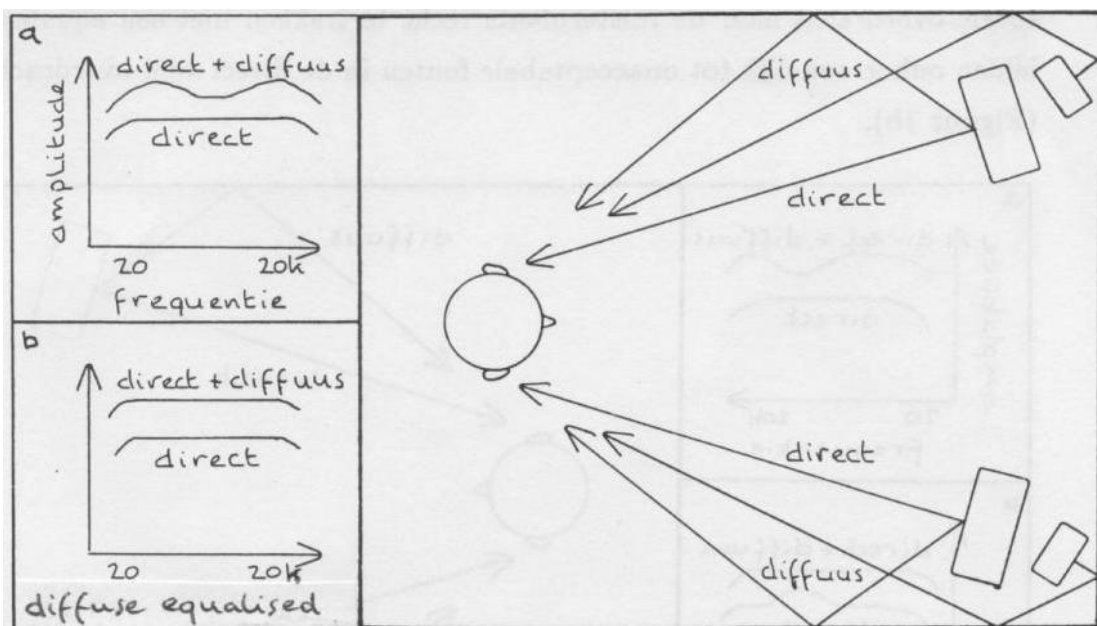
Een nieuwe benadering voor het creëren van de daar en toen illusie is de golffrontsynthese waarbij met een array van luidsprekers het golffront zoals zich dat in de zaal manifesteert wordt nagebouwd. Een dure oplossing waarbij we toch weer te maken krijgen met de huiskamer akoestiek die problemen oplevert. Reflecties die in de kamer worden opgewekt moeten worden weggerekend; geen eenvoudige opgave. En surround? Aan de hand van de verkoopcijfers van surround sets zou je denken dat dit de oplossing voor ons probleem is. Maar als je gaat kijken waar die sets voor gebruikt worden dan valt op dat mensen voor muziek toch vaak surround links laten liggen. In films is het essentieel, je wilt dat vliegtuig eerst achter je horen, dan boven en uiteindelijk voor, of andersom. Maar bij muziek is achterlokalisatie ongewenst, we zitten evolutionair zo in elkaar dat alles wat achter ons gebeurt als bedreigend wordt ervaren. Ja maar, wordt er dan vaak als argumentatie gegeven, als je muziek in surround opneemt en weergeeft kan het fantastisch klinken. Dat is waar maar achterlokalisatie speelt daarbij nauwelijks een rol. Het diffuse veld is de cruciale factor waar het bij surround weergave om draait. Maar ik heb goed nieuws, we kunnen dezelfde surround “daar en toen” ervaring ook maken van een stereo geluid en daarbij ook nog een fundamenteel luidspreker probleem oplossen.

Hoe werkt die oplossing? Laat ik beginnen met het fundamentele luidspreker probleem. Iedere luidspreker bundelt het geluid en de mate waarin hangt af van de frequentie, of beter gezegd van de golflengte, waarbij de verhouding tussen de golflengte en de afmeting van de luidspreker de sterkte van het bundeling effect bepaalt. Dit effect staat bekend als het principe van Huygens (één van de grootste Nederlandse natuurkundigen). Een grote luidspreker heeft al een sterke bundeling bij zeg 1000 Hz en om alle frequenties die we kunnen horen (20-20.000 Hz) met een goede spreiding weer te geven moeten we een kleine luidspreker toepassen. Een kleine luidspreker verplaatst weinig lucht en kan dus geen laag weergeven. Een grote luidspreker bundelt, is zwaar en kan dus geen goed hoog weergeven. Ziedaar het fundamentele probleem in het ontwerpen van een luidspreker met als oplossing de twee of meewegsystemen met hun karakteristieke grote woofer voor het laag en kleine tweeter voor het hoog. Maar daarmee introduceren we wel een probleem, als we de frequentiekaracteristiek op de as van de luidspreker recht maken krijgen we een dip in het diffuse veld en dus ook een dip in de totale geluid overdracht tussen oor en luisterplaats (direct+diffuus). Ik heb dat in Figuur 1a getekend voor een tweeweg luidspreker met een woofer en een tweeter. Voor de hoogste frequenties die de woofer weergeeft treedt bundeling op, er wordt minder diffuus veld afgestraald (richtwerking), en we zien de karakteristieke dip in de totale overdracht (direct+diffuus). Op het moment dat de tweeter de zaak overneemt krijgen we weer een brede afstraling. Een eerste technische oplossing lijkt simpel, we trekken de totale overdracht recht met behulp van een equaliser. Maar dat is perceptief een slechte zaak, het directe veld krijgt nu een piek (zie Figuur 1b) en onze perceptie wordt gedomineerd door het eerste golfvront (de wet van Haas), dus door de direct veld overdracht. Deze oplossing klinkt dus gewoon niet goed.



Figuur 1. Weergave karakteristiek van een klassiek tweeweg luidsprekersysteem. Als je niets doet krijg je een dip in de totale overdracht (direct + diffuus, Figuur 1a). Als de totale overdracht "recht" trekt met een equaliser krijg je een piek in de direct veld overdracht (Figuur 1b).

De juiste manier om de equaliser te gebruiken is door een tweede set van luidsprekers aan te sluiten die alleen maar diffuus veld genereren. In Figuur 2 heb ik een voorbeeld getekend door een tweede set achter de eerste te plaatsen met de luidsprekers naar de achtermuur gericht. Je kunt ook met een meerkanaalsversterker en wat vertraging zo'n diffuus veld luidspreker aansluiten. Als we met deze opstelling de totale overdracht recht trekken worden alle overdrachtskarakteristieken recht, de direct veld overdracht, de diffuus veld overdracht en de totale overdracht. Dat betekent een natuurlijke overdracht van het diffuse veld zoals dat in een akoestische opname zit. Als je dit diffuse veld ook nog een beetje met een achterluidspreker genereert dan klinkt zo'n diffuus veld equalised systeem fantastisch, ook met muziek die nooit akoestisch is geweest en direct in het elektrische domein is geregistreerd. Het merkwaardige is dat dure surround systemen worden uitgevoerd met een meetmicrofoon om de overdracht in de huiskamer recht te trekken maar, naar mijn weten, nooit met een diffuus veld equalisatie, een gemiste kans.



Figuur 2. Weergave karakteristiek van een diffuus veld gecorrigeerd systeem. De equaliser wordt zo ingesteld dat de totale overdracht (direct + diffuus) "recht" is. Vervolgens zijn alle drie de overdrachtskarakteristieken, direct, diffuus en totaal, "recht" en klinkt het systeem optimaal.

John G. Beerends

Gepubliceerd in Hifi Video Test 12/2007, herzien maart 2012