

De theorie

Waarom een nieuw ontwerp voor speakers?

Inleiding

Om muziek, live- of studio-opnamen of geluiden in het algemeen, via geluidsdragers de woonkamer binnen te halen, heeft u technische apparatuur nodig. Over de versterker hoeven we het hier niet te hebben. Zowel de halfgeleidertechniek als de schakeltechniek, zijn inmiddels zover ontwikkeld dat de muziek, dat wil zeggen het met behulp van de versterker hoorbaar te maken signaal, volkomen



foutvrij en natuurgetrouw verwerkt wordt. De afwijking (bias) die hierbij toch nog zou kunnen ontstaan, is dusdanig klein dat geen menselijke oor in staat is deze waar te nemen. Wie dit toch lukt, overschrijdt de aangeboren fysiologische grenzen van zijn gehoororgaan.

Het meest gevoelige deel van de weergaveketen in een stereo installatie is en blijft de luidspreker of de luidsprekerbox. Hier wordt het elektrische signaal omgezet in een akoestische geluidsgolf.

Weliswaar is er in de loop van de tijd ook in de luidsprekertechnologie enige ontwikkeling geweest, maar het oude conventionele ontwerp van de boxen is niet veranderd. In een houten kast zijn op een oppervlak dat op de luisteraar is gericht, de luidsprekers gemonteerd. Dit concept heeft grote tekortkomingen.

Wat valt er aan te merken op conventionele boxen?

Om te beginnen is de stereo techniek ontwikkeld om geluidsbronnen (instrumenten, stemmen, etc.) te plaatsen in de ruimte met het doel het luistergenot te optimaliseren. Het gewenste stereo-effect bij conventionele luidsprekers is het beste te horen op een bepaalde positie en liefst in de top van de zo genoemde liggende gelijkzijdige stereo driehoek. De luisteraar bevindt zich voor de twee boxen op gelijke afstand van elke box. Hierbij kan hij de geluiden die helemaal van links of van rechts komen, duidelijk onderscheiden. Maar de oorsprong van de overige geluidsbronnen welke zich tussen beide boxen bevinden (halflinks, midden, half rechts) is min of meer vertroebeld. Dit is ook zo bij de stereo opnamen van de huidige producties, waarbij de geluidsbronnen in mono zijn opgenomen, en op de gewenste posities in het stereobeeld zijn geplaatst. Ook de duurste boxen bieden bij dit conventionele concept geen verbetering. Dit is een grote tekortkoming.

Deze tekortkoming is bekend bij de fabrikanten van apparaten. Waarom anders zou in de Dolby specificatie voor surround een centrale luidspreker toegevoegd zijn? Eenvoudigweg om het herkennen van geluidsbronnen tussen de luidsprekers gemakkelijker te maken. Bij een ideaal luistersysteem zouden zonder een centrale luidspreker de luidsprekerboxen een unieke herkenning van de locaties van de geluidsbronnen mogelijk maken. Ook zou de positie van de luisteraar geen

invloed hebben op het waargenomen stereo effect. De voorwaarde daarbij is dat het stereobeeld identiek blijft aan de studiomix.

Naar welke muziek luistert u? Klassiek, rock of jazz? Wanneer u alles beluistert, ontstaat er een probleem. Het klankbeeld van het ene paar luidsprekers is, zoals men vaak leest in de pers, meer geschikt voor klassieke muziek dan het andere paar, en weer een ander paar is perfect voor jazz. Zou dat betekenen dat men voor elke muziekstijl een ander paar boxen nodig heeft om optimaal te kunnen genieten van muziek? Dan hebt u dus een grote woonkamer nodig! Meestal wordt een compromis gesloten. Daar komt bij dat elke luisteraar het klankbeeld beoordeelt volgens zijn persoonlijke subjectieve smaak. Maar waarom zijn luidsprekers niet zo ontworpen dat ze een neutrale klank produceren waarbij aan alle smaken en genres wordt tegemoetgekomen? Vooral in het lage toonbereik treedt verkleuring van het klankbeeld op. Ook hier bestaat een significante tekortkoming.

Om een oplossing te vinden, is enige fysische basiskennis nodig en daarbij is de belangrijkste vraag:

Wat is geluid?

Om te beginnen wordt met geluid in het algemeen bedoeld: klanken en tonen die door mensen en dieren kunnen worden waargenomen. Natuurkundig gezien is geluid een golfvorm die zich via kleine druk- en dichtheidsschommelingen voortplant in een elastisch medium, in dit geval lucht. Geluid verspreidt zich vanuit de centrale geluidsbron symmetrisch in alle richtingen door het medium (bolvormig, omnidirectioneel).

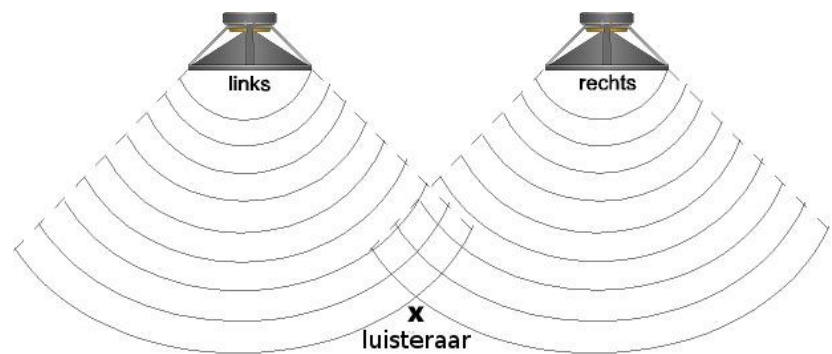
Een geluidsbron is een object dat aan de statische luchtdruk een wisselende druk toevoegt, en op die manier geluidsgolven voortbrengt. Een muzikale geluidsbron is bijvoorbeeld een orgel, een strijkkwartet of een pianotrio. Elk object dat in een elastisch medium trilt, is een geluidsbron, ook wanneer het geluid niet door het menselijk gehoor wordt waargenomen, zoals bij subsonen en ultrasone geluiden. Het geluid dat we waarnemen, hoeft niet uit een fysieke geluidsbron te komen. Ook tussen twee luidsprekers kan er een punt zijn waaruit we geluid horen, we noemen dit een virtuele geluidsbron.

Met een voldoende groot aantal luidsprekers kan ook ergens in de ruimte een virtuele geluidsbron gesimuleerd worden (principe van Huygens). De oorspronkelijke golven voegen zich daarbij zo samen, dat vanuit een virtuele bron een nieuw golffront ontstaat. Daarbij maakt het niet uit waar de waarnemer zich bevindt, het lijkt net of er echt een muziekinstrument op die plaats aan het spelen is. Dit in tegenstelling tot een virtuele bron tussen twee luidsprekers, daarbij is de positie van de luisteraar wel van invloed op de waargenomen positie van de geluidsbron. Volgens het principe van de golfveldsynthese kan met zo'n virtuele geluidsbron de akoestiek van een opnameruimte gesimuleerd worden. Iets dat in de stereo- en surround techniek ondenkbaar is.

Genoeg theorie! Samengevat: in de natuur heeft geluid altijd maar één bron en plaatst het zich van daar uit bolvormig voort. Waar meerdere geluidsbronnen elkaar ontmoeten, ontstaan vermengingen die, afhankelijk van de onderlinge fase, leiden tot zowel versterkingen als verzwakkingen. De natuur is te zien als een ideale luidspreker en het is een uitdaging om, met alle beperkingen van dien, met behulp van onze technische middelen en mogelijkheden dit geluidsbeeld te kopiëren en de natuur te imiteren. Dat dit slechts beperkt mogelijk is moge duidelijk zijn.

Wat is een haalbare benadering?

Met twee conventionele luidsprekerboxen ontstaat een stereofonisch geluidsbeeld. De luisteraar wordt met nagenoeg de volle geluidsenergie bestraald. Wanneer hij zich vanuit het midden naar links of naar rechts beweegt, wordt het stereo effect zwakker. Dit is te



vergelijken met twee lichtbundels die op hem schijnen. Wanneer hij zich vanuit de middenpositie naar links of naar rechts zou bewegen, zou het waargenomen licht zwakker worden. Met deze stereo opstelling wordt bij lange na niet de natuurlijke situatie benaderd. De situatie is nog slechter, omdat het stereobeeld afhankelijk is van de geluidsfrequentie. Hoe hoger de frequentie, hoe spitsner wordt de hoek van de geluidskegel. Bij lage tonen (bassen) maakt de positie van de luisteraar niet veel uit. Beneden de 250 Hz is er geen richting te horen. Hoe hoger de frequentie, hoe spitsner wordt de geluidsbundel en hoe preciezer moet de luisteraar zich tussen de twee geluidsboxen bevinden om nog stereo te kunnen waarnemen.

Wanneer zich in de geluidsbox meerdere luidsprekers bevinden, elk met een specifiek frequentie bereik, wordt de situatie nog complexer en ongunstiger voor de luisteraar. Elke luidspreker heeft zijn specifieke geluidskegel, dus een drieweg luidsprekerbox heeft drie aparte kegels met elk een eigen vorm. Hoewel het lijkt of er uit de luidsprekerbox een totaalgeluid komt, ontstaan er afwijkingen vanwege looptijdverschillen omdat de drie afzonderlijke luidsprekers zich nu eenmaal niet op de zelfde positie in de ruimte bevinden. Deze afwijkingen worden duidelijker merkbaar naarmate de frequentie hoger is. Afwijkingen wegens looptijdverschillen bestaan uit kleine tijdsverschillen, welke ontstaan doordat de afstand tussen het oor van de luisteraar en elk van de drie luidsprekers verschillend is. Het menselijk gehoor laat zich gemakkelijk manipuleren en beïnvloeden op het gebied van klankindruk en klankbewustzijn. Desondanks is de nauwkeurigheid van de plaatsing van geluidsbronnen vanwege looptijdfouten in relatie tot onze oren in samenspel met ons gehoor van grote invloed op de geluidsbeleving. Resultaat is een slecht gedefinieerde positie van de virtuele geluidsbron bij stereo luidsprekerboxen. Naast looptijdfouten zijn het de fouten ten gevolge van frequentieafhankelijkheid die het homogene klankbeeld verstoren. Hoe hoger de frequentie, des te groter de verstoring. Hierbij zijn de looptijdfouten, die conventionele geluidsboxen eigen zijn, het meest van invloed. Het is een uitdaging om vooral deze fouten te elimineren.

Eerder hebben we gezegd dat het geluid in de natuur zich bolvormig verspreidt. Daarbij zal het geluid zich kort na het verlaten van de bron, horizontaal voortbewegen vanwege reflecties tegen het aardoppervlak. Om dit effect in de woonkamer na te bootsen, is het van belang dat het geluid vergelijkbaar uit de luidsprekerbox wordt gestraald. We verlaten de conventionele bouwvorm van de geluidsbox en er doet zich een eenvoudige oplossing voor.



We kantelen de luidsprekers 90° , en monteren ze zo in de box dat de centra van de conussen op een verticale as liggen. Nu kunnen er nog maar nauwelijks looptijdfouten ontstaan. Wat we daarbij niet willen, is dat de luidsprekers naar boven stralen. Dit doel is gemakkelijk te bereiken. Plaatst men vlak boven het middelpunt van het membraan van elke luidspreker een cirkelvormige kegel met een hoek van 90° , dan wordt het geluid voor een deel in een rechte hoek gereflecteerd en rondom naar de zijkant gestraald. Een ander gedeelte wordt door passend aangebrachte reflecterende oppervlakken naar boven toe geleid. Hierdoor ontstaat een bolvormige weergavekarakteristiek. Door deze opstelling wordt de uitgestraalde akoestische energie gelijkmatig verdeeld over de hele ruimte en is ze nu afgestemd op de horizontale positie van de luisteraar. Daarmee is het probleem opgelost en wordt de natuurlijke situatie van de geluidsstraling goed benaderd. De subwoofer straalt naar beneden en de reflectorkegel van de subwoofer bevindt zich op de bodemplaat. Bij dit concept is de behuizing vereenvoudigd en de technische montage inspanning wordt daardoor beperkt. Omdat de bron van laag frequent geluid niet te lokaliseren is, heeft een uitstraling naar beneden geen invloed op het totale geluidsbeeld.

Hoe zit het met klankbeeld kleuring in het lage toon bereik? Ook dit is het gevolg van de ongunstige vorm van de conventionele geluidsbox. De subwoofer consumeert het grootste deel van de energie die de stereoversterker levert. Daarbij maakt de conus een relatief grote uitslag. De meeste subwoofers hebben een soepel opgehangen conus en worden gedempt door de gesloten luchtkamer, waardoor ze niet defect raken. Wanneer de conus naar binnen beweegt, wordt de lucht in de gesloten kamer samengedrukt. Wanneer de conus naar buiten beweegt, wordt de lucht in de gesloten kamer verdund. Door dit effect wordt de beweging van de conus in samenhang met de massa traagheid gedempt, waardoor de conus binnen zijn grenzen blijft bewegen. Naast de luchtkamer van de subwoofer bevindt zich een andere luchtkamer. In het randgebied van deze luchtkamer ontstaat turbulentie in de luchtkolom, die leidt tot akoestische resonantie. Deze resonanties veroorzaken verhogingen en verlagingen van het volume van de geluidsbron met als gevolg klankbeeldvervorming.

Is het u wel eens opgevallen hoe zuiver, neutraal en helder de bas klinkt in een baspoort bij een car hifi systeem in de auto? Om een mooie basweergave te bereiken, voeren we het bas gedeelte uit als baspoort. Het luchtvolume in een baspoort heeft de vorm van een zuil die zorgt voor de gewenste resonantie. Naast de luchtzuil bevindt zich een nauwelijks bereikbare ruimte waar weinig lucht in wervelt. Hierdoor wordt de klankverkleuring tot bijna niets gereduceerd. Wanneer een baspoort met de nodige omzichtigheid wordt toegepast, zal het frequentiebereik verder naar beneden doorlopen dan de ondergrens die de fabrikant van de subwoofer opgeeft. De resonantie die ontstaat in de reflexbuis kan de neutraliteit van de geluidskwaliteit verstoren.

Ook hier moet een compromis bereikt worden. De baspoort heeft in dit geval geen ronde vorm zoals ideaal zou zijn, maar een vierkante vorm, wat de productie eenvoudiger maakt. De daaraan verbonden nadelen ten aanzien van de klankneutraliteit zijn te verwaarlozen.



De besproken aanpak heeft geleid tot het ontwerp van de aangeboden geluidsboxen. De vorm van de geluidsbox is niet alleen ontsproten uit de creatieve geest van de ontwerper, maar is vooral bepaald door fysieke randvoorwaarden waardoor wordt tegemoetgekomen aan de behoefte van de luisteraar. Bij een van de details hebben optische invloeden meegewerkt. Om een optische opwaardering te bereiken, is een glaskegel in de vorm van een diamant met geslepen facetten als reflector

ingezet om het geluid te spreiden.

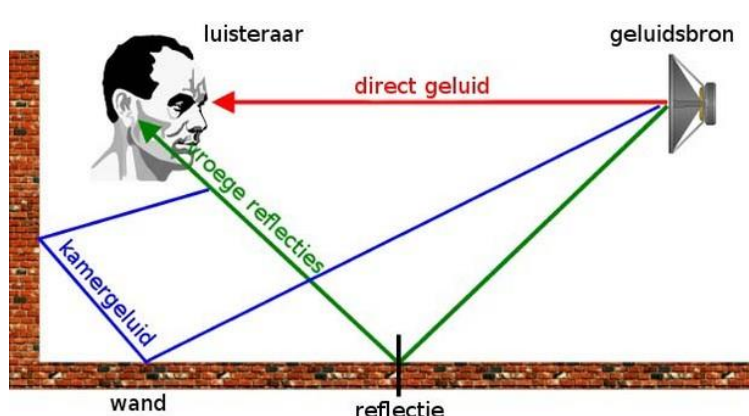
De zo ontstane luidsprekerboxen overtuigen door een homogeen en natuurlijk klankbeeld, en doen niet onder voor duurdere systemen. De strakke bas onderscheidt zich ook door het hoge rendement vanwege een zeer goede impulsverhouding, welke de natuurgetrouwe weergave van bijvoorbeeld slagwerksolo's ten goede komt. Het midden- en hoge toonbereik is briljant waardoor ook de kleinste details hoorbaar worden. Daarbij is het klankbeeld subtiel, delicaat en absoluut transparant. Of u nu luistert naar klassieke muziek, jazz, rock of naar pop- of slagwerkmuziek, deze luidsprekerboxen zijn absoluut neutraal en bieden aan alle muzikkliefhebbers een optimaal luistergenot.

Een systeem met omnidirectionele luidsprekers gedraagt akoestisch anders dan we gewend zijn bij conventionele systemen met conventionele luidsprekers. Met minder inspanning ervaart u een beter en natuurlijker klankbeeld. Bij het toepassen van rondstralers kunt u zich in de ruimte vrij positioneren en op elke plaats genieten van een uitzonderlijk stereogeluid. Maar hoe komt dit andere geluidsgedrag tot stand?

Invloed van omnidirectionele speakers op de akoestiek van de ruimte

We weten dat een goede weergave keten geen garantie is voor een optimale geluidskwaliteit. De akoestische eigenschappen van de luisterruimte hebben een significant invloed. Het is nu zaak om de akoestische verhoudingen van de luisterruimte met verschillende middelen te beïnvloeden en het samenspel van de ruimte met de luidsprekerboxen te optimaliseren. Alleen blijft een woonkamer een woonkamer en wordt het nooit een geluidsstudio.

De basisvoorwaarde voor een zuivere weergave van geluidsoptnamen is de adequate overdracht van het directe geluid op de luisteraar. Het directe geluid is het uit de luidspreker gestraalde golfvront dat de oren als eerste bereikt. Dit bepaalt de waargenomen positie van de geluidsbron. De gelijktijdige reflecties mogen dit richtingseffect niet verstoren, maar dragen alleen bij aan de totale geluidskwaliteit zoals onze beide oren dit in zijn geheel opvangen.



Het zichtbaar zijn van de luidsprekerconus is niet de enige voorwaarde voor duidelijk het horen van de positie van geluidsbron. Belangrijk is, dat de vroegste diffuse reflecties zo zwak zijn dat dit klankbeeld niet wordt verstoord.

Met vroege reflecties wordt het aandeel van het gereflecteerde geluid bedoeld, dat na het directe geluid gehoord wordt als gevolg van de akoestiek van de ruimte.

De sterkte en de vertraging waarmee de eerste reflecties worden gehoord, beïnvloeden het geluidsbeeld op verschillende manieren. Alleen reflecties met een vertragingstijd beneden de 30 milliseconde dragen bij aan de sterkte en de duidelijkheid van het directe geluid. De ruimtelijkheid wordt groter naarmate de vertragingstijd groter is, en kleiner naarmate de reflecties eerder gehoord worden.

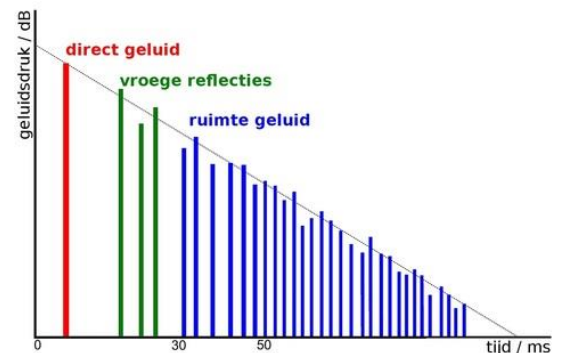
Reflecties van zijwanden hebben meer invloed dan verticale reflecties of dan reflecties die van achter komen. Zijwaartse reflecties verhogen de kwaliteit van de geluidsbeleving, vooral bij puntvormige geluidsbronnen. Minder goed waarneembaar zijn reflecties die uit de richting van het directe geluid komen.

Bij spraak kan de sterkte van de reflectie tot wel 10 dB boven de sterkte van het directe geluid liggen, zonder dat de richtingsbeleving wordt verstoord. Hoe langer de vertragingstijd is, hoe duidelijker kunnen reflecties worden waargenomen. Duidelijke afzonderlijke reflecties met een vertraging van meer dan 50 milliseconde worden ervaren als storende echo.

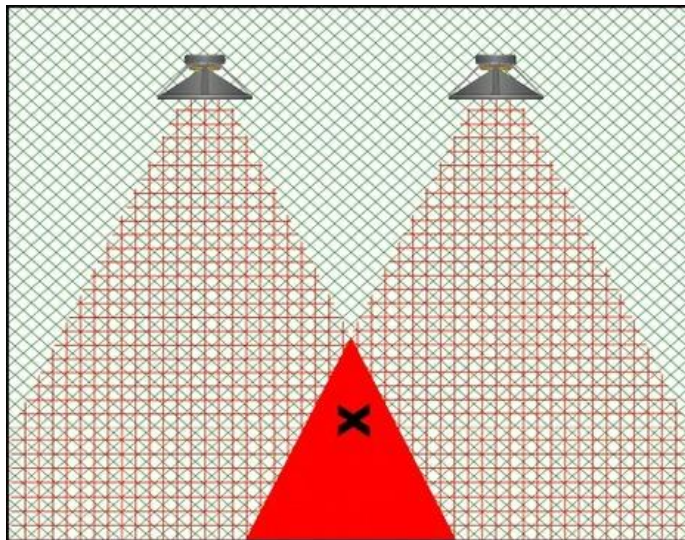
De invloed van vroege reflecties, dat wil zeggen hun positieve of negatieve bijdrage aan de geluidskwaliteit van muziek optredens hangt ook sterk af van de aard van het optreden.

De akoestische beleving binnen een ruimte wordt ook bepaald door:

- Het aandeel van de directe weergave binnen het totale geluid;
- De tijdvertraging en de richting van vroege reflecties;
- Opbouw en ruimtelijke verdeling van de nagalm, het aandeel hiervan binnen het totale geluid en het uitlooptgedrag (nagalmtijd).



Nog een eigenschap van conventionele luidsprekers is de relatie tussen de frequentie en de hoek van de afstraalkegel. Hoe hoger de frequentie, des te spitsere de kegel, dus hoe kleiner deze hoek is. De geluidskegels van beide stereo luidsprekers staan op de luisteraar gericht, en daar waar de kegels elkaar snijden, is de optimale luisterpositie (X).



direct geluid reflecties x = optimale positie

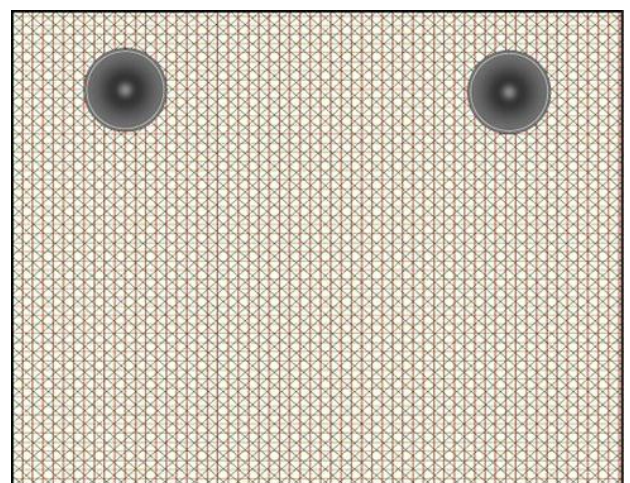
Alleen binnen het doorsnijdingsgebied van beide kegels (rood) worden reflecties en ruimtegeluid overstemd. In de overige gebieden binnen de ruimte overheersen de reflecties, de ruimtegeluiden en eventueel de nagalm. Hier spelen ook onaangename effecten een rol zoals frequentie verhogingen en verlagingen, diffuse geluidsvelden en het gebrek aan waargenomen positionering van virtuele geluidsbronnen. Deze effecten kunnen versterkt worden wanneer de kegelvormige geluidsbundel met hoge energie tegen een wand reflecteert. Het geluid binnen een ruimte die niet

akoestisch geoptimaliseerd is, gedraagt zich dus altijd onevenwichtig.

Wanneer men de geluidsafstraling zo regelt dat het direct afgestraalde geluid de ruimte gelijkmatig vult, zijn de akoestische problemen grotendeels opgelost. Om dit doel te bereiken, zijn de BackKustic luidsprekersystemen bij uitstek geschikt. Dankzij hun bijna bolvormige afstraalkarakteristiek komt het directe geluid in de verste hoeken van de ruimte terecht en bereikt het ook het plafond boven de luisteraar. De geluidsenergie waardoor onaangename bijverschijnselen ontstaan, is lager waardoor deze bijverschijnselen op de achtergrond raken. Ze worden door de directe geluiden gelijkmatig overschaduwed en zijn daardoor niet tot nauwelijks waarneembaar.

Verdere voordelen bij deze techniek:

- Het geluid wordt als aangenaam en niet opdringerig ervaren;
- Er ontstaat een nagenoeg waarheidsgetrouwe reproductie van de situatie tijdens de opname, en het lijkt alsof u zich in de opnameruimte bevindt;
- Het geluid klinkt onafhankelijker van de positie van de luidsprekers en verschijnt op ooghoogte van de luisteraar;
- Er ontstaat een natuurlijke ruimtelijkheid en transparantie van het geluid;



direct geluid reflecties

Dankzij deze bijzondere geluidsafstraling van BacKustic luidsprekersystemen vervalt de noodzaak om de luisterruimte akoestisch gezien te optimaliseren.

Deze overwegingen hebben betrekking op gewone woonkamers met het gebruikelijke meubilair en de normale grensmuren, en afstanden tussen de wand en de omnidirectionele speakers van 20cm tot 2m. Het is belangrijk dat de vertraging tussen het directe geluid en vroege reflecties beneden de 30 milliseconde blijft. Alleen onder deze voorwaarden kan dit luidsprekersysteem in een virtuele ruimte opgenomen geluiden weergeven in de werkelijke ruimte (huiskamer). Nu vraagt u zich af hoe deze omnistralers klinken in extreem grote ruimten, bijvoorbeeld in loft-woningen? De ervaring leert dat men hier al snel tegen de fysieke grenzen van rondstralende luidsprekersystemen aanloopt. Dit heeft te maken met de meubilering en stoffering en de bijbehorende reflecties en demping.

Opmerking

Met behulp van deze korte tekst kan deze complexe materie slechts oppervlakkig worden behandeld. Er valt nog veel meer over te schrijven. Ook betreft het hier geen wetenschappelijke verhandeling, maar een poging om in eenvoudige bewoordingen complexe fysieke processen voor beginners in te leiden, en de problematiek in verband met conventionele luidsprekers te schetsen. Uit de behandelde materie valt de motivatie af te leiden om een ander concept te ontwikkelen en zal duidelijk zijn dat de briljante rondstralers van BacKustic een aanzienlijke stap voorwaarts betekenen. Ook wijzen wij er tenslotte nog een keer op dat men de akoestische vergelijking van een rondstralers met een conventionele luidsprekerbox niet zomaar kan maken.

Het kan niet worden ontkend dat reeds in de tachtiger jaren Ing. Rudolph Mechow een soortgelijk luidsprekersysteem heeft ontwikkeld, alleen is het toen door de markt niet goed ontvangen.

Wanneer u nog twijfels heeft, kunnen wij u maar een ding adviseren: kom bij ons luisteren om u te overtuigen! U zult versteld staan!