

Presentatie Geluid voor onderhoudstrainers.

Volgende punten:

1. De basisprincipes.
2. Hoe kun je beoordelen of geluid slecht is?
3. Hoe kunnen we goed geluid produceren?
4. Wat zijn aandachtspunten bij geluid inspectie?
5. Hoe kunnen we het geluid onderhouden?

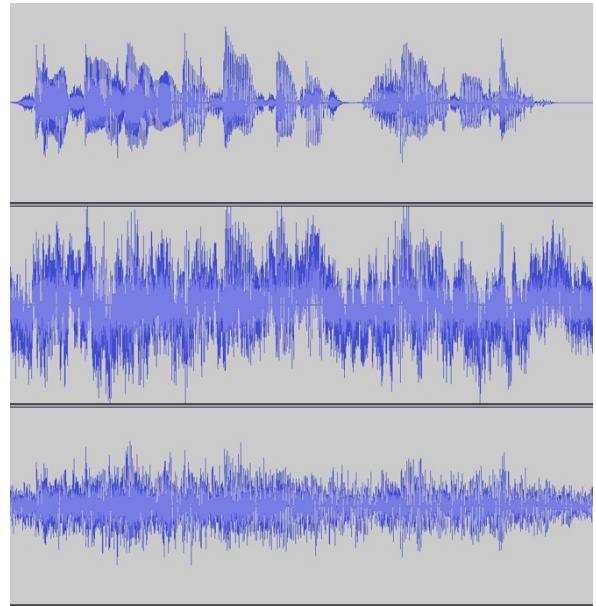
1. De basisprincipes

Geluid is een onderwerp waar door sommigen uren over gediscussieerd kan worden. Maar geluid is ook een onderwerp dat vaak over het hoofd gezien wordt. We kloppen even op de microfoon... (Wat heel slecht is voor een microfoon – we beschadigen zo het gevoelige membraan!) “Hallo, hallo”. Hij doet het. Komt er ook geluid van de filmpjes uit de computer? Ja? Top! Geluid is goed. Maar wanneer is geluid nou “goed” als we het over onze koninkrijkszalen hebben?

Hoe werkt geluid? Eigenlijk is het eenvoudig. Als wij praten produceren wij “**geluidsgolven**”. **Verschillen in luchtdruk**. Deze verschillen in luchtdruk zorgen ervoor dat een heel dun **membraan** in een **microfoon** gaat trillen. Deze trilling wordt door een magneet in een spoeltje omgezet in een **elektrisch signaal**. Dat gaat dan door een lange kabel naar een **mixer**. In deze mixer wordt het signaal eerst wat versterkt, want zo’n miniem membraantje produceert maar een heel zwak signaal natuurlijk. Vervolgens heeft de mixer een **volumeknop** waarmee je het elektrische signaal meer of minder kan versterken. Dat gaat dan weer uit de mixer naar de **versterker** waar het nog meer versterkt wordt, en naar **luidsprekers** gestuurd wordt. Daar wordt het elektrische signaal met een spoel weer omgezet in een magnetisch veld waardoor de conus van de speaker gaat trillen. Deze trilling zorgt voor **verschillen in luchtdruk**. In ideale situatie zijn deze een exacte kopie van de verschillen in luchtdruk die je stem produceerde, alleen dan iets harder...

Dat is het in een notendop. Maar zoals ik al zei: het is in een ideale situatie exact hetzelfde. Maar het leven is zelden ideaal. Want als je geluid een ruimte in stuurt, gaat dat maar zelden rechtstreeks naar je oren. Daarbij heb je nu een **heleboel geluidsbronnen** (elke speaker is een geluidsbron). In de ideale situatie zouden die zo geplaatst zijn dat je op **elke positie** in de zaal (althans op elke stoel in de zaal) **even hard** geluid hebt. Maar ook dat is helaas vaak niet zo. Meestal wordt het geluid vooral heel veel gereflecteerd door de materialen in de ruimte, en komt er maar een klein deel van het geluid rechtstreeks bij je oren terecht. Het gereflecteerde geluid klinkt heel anders dan het originele geluid en vermindert de geluidskwaliteit en dus verstaanbaarheid aanzienlijk. De manier waarop het geluid zich in de ruimte verplaatst, en erdoor beïnvloed wordt is de **akoestiek** van de ruimte. Daarbij speelt ook absorptie van geluid door de mensen die aanwezig zijn een belangrijke factor. En behalve dat het geluid dat we produceren op allerlei manieren in onze oren terecht komt, zijn er ook vaak nog “**bijgeluiden**”. Bijvoorbeeld de luchtverwarming, of luchtverversing. Brommende oude tl-verlichting. Huilende baby’s. Zuchtende moeders, voorbijrijdende auto’s... enzovoorts.

Kijk eens in het bijgaande plaatje. De bovenste “waveform”, is een grafische weergave van de zin “Flink veel zon bij 15 tot 17 graden”. Je ziet dat er een redelijk **duidelijk en gedetailleerd patroon** in zit.



De tweede waveform is exact dezelfde zin, alleen nu is er een heleboel ruis tegelijk te horen. Dat gebeurt vaak bij oude apparatuur. Deze apparatuur produceert uit zichzelf al een aantal bijgeluiden. Het signaal wordt niet zuiver weergegeven. Een teken dat apparatuur niet meer voldoet is bijvoorbeeld als je de volume knoppen allemaal bijna helemaal open moet draaien om nog een beetje volume te krijgen. Vaak hoor je dan ook al bijgeluiden uit de

luidsprekers komen zoals brom en ruis. Je ziet hier welke invloed deze op het geluid heeft. Het is een stuk minder gedetailleerd, en dus heeft je hoofd een stuk meer moeite met het verstaan ervan. Je moet in je hoofd alle informatie die er niet thuis hoort wegdenken, en dan kan je pas de echte tekst verstaan. Van al dat denken wordt je moe!

De derde waveform is weer dezelfde zin, alleen in een ruimte met veel galm. Ook hier kan je bijna niet meer zien waar het ene woord begint en het andere ophoudt. Ook als je hiernaar luistert zal je moe worden omdat je hoofd heel veel moet compenseren. Dit ervaar je heel duidelijk op congressen. Je hoort het geluid van alle kanten terugkomen. Maar in principe heeft ook een koninkrijkszaal tot op zekere hoogte last van galm. Dat komt door het verschijnsel dat we in het begin bespraken: geluid komt zelden rechtstreeks in je oor. En het meeste geluid dat niet rechtstreeks in je oor terecht komt, maar met een vertraging door reflectie van de omgeving, telt mee als galm. Hieraan merk je hoe belangrijk een goede akoestiek in een zaal is.

Iets dat hier ook in mee speelt is dat luidsprekers soms niet boven een stoelenvak hangen, maar boven een gangpad. In het gangpad hebben we helemaal geen geluid nodig. Geluid dat in het stoelenvak geprojecteerd wordt, gaat rechtstreeks naar de luisteraar, en wordt ook door de mensen geabsorbeerd. Daardoor zal het minder extra galm produceren. Maar geluid dat we in een gangpad projecteren, wordt minder geabsorbeerd, en zal dus gereflecteerd worden en bijdragen aan extra galm.

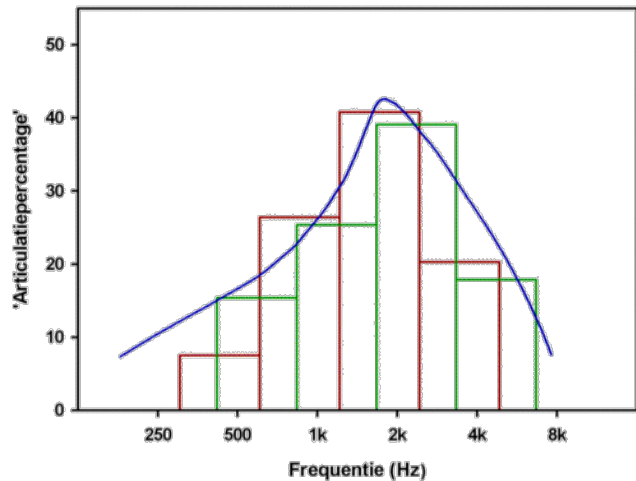
Akoestische terugkoppeling (rondzingen/feedback).

Wat ook nog vaak een probleem oplevert, is dat elke ruimte bepaalde frequenties harder weerkaatst dan andere. Dit heet resonantie. Daardoor krijg je dan vaak het bekende “piepen” of “rondzingen”. Eén heel specifieke frequentie uit het spectrum wordt door de ruimte heel hard weerkaatst, komt weer in de microfoon terecht, wordt nóg meer versterkt, en dus ook nóg harder weerkaatst, en komt dus nóg harder in de microfoon terecht waardoor hij nóg harder versterkt wordt... je snapt het al, je oren ontploffen van de scherpe fluittoon die dit oplevert.

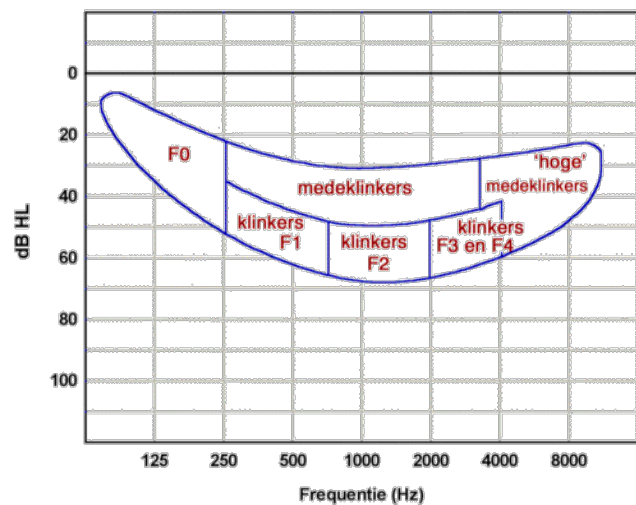
Een belangrijke maatstaf voor geluid is het volume dat we kunnen produceren voordat we feedback krijgen. We noemen dat ook wel “**Gain before feedback**” of “**GBF**”. De eenheid van geluidsvolume is dB (a) SPL. We willen in een koninkrijkszaal toch wel graag **minimaal 60 dB(a) SPL spraak** kunnen produceren voordat het geluid rond gaat zingen. Idealiter zelfs 70 of 80 dB(a) SPL. Het volume meten we met een “Decibelmeter”.

2. Goed geluid

Elke toon die we produceren, elke geluidsgolf, heeft een bepaalde **frequentie** – hoe veel trillingen per seconde er geproduceerd worden. In bijgaande grafiek zie je weergegeven wat de belangrijkste frequenties zijn voor menselijke spraak – wat wij op onze vergaderingen het meeste weergeven. Je ziet hier dat het belangrijkste gebied vlak **voor de 2.000 Herz** (oftewel 2 kilohertz) zit. Grappig is dat dit voor mannen en vrouwen niet zo heel veel verschilt. Om goed verstaanbaar geluid te produceren moeten we dus zorgen dat dit gebied in ieder geval goed, zo **natuurgetrouw** mogelijk, weergegeven wordt door onze geluidsinstallatie.



In de volgende afbeelding zien we een andere weergave van het frequentiespectrum. Hierin kun je zien dat de meeste onderdelen van de spraak zich in het stuk **boven de 1000 hertz** bevinden. Interessant is dat uit onderzoek blijkt dat als je **hoge tonen** weg filtert, dit een grote negatieve invloed heeft op de **verstaanbaarheid** van gesproken tekst. Als je **lage tonen** weg filtert, heeft dat nauwelijks invloed op de verstaanbaarheid. Lage tonen hebben dan weer meer invloed op het overbrengen van **emotie, volume en gevoel** in een gesprek.



En hier lopen we meteen bij een probleem aan bij veel zalen waar een installatie zit van 25 jaar, of soms ouder. Vaak zijn hier luidsprekers gebruikt die in het plafond gemonteerd zijn, en die aan de **achterkant open** zijn. Jaar na jaar valt er **stof** op het membraan van de luidspreker. De stof hecht zich aan het oppervlakte en de speaker wordt steeds minder flexibel. Ook komt stof terecht tussen de magneet en spoel. Dit remt de bewegingsvrijheid van de conus en hoe sneller de beweging (hogere tonen), hoe meer weerstand dit gaat opleveren. Dus hoe meer stof erin zit, hoe minder hoge tonen er geproduceerd worden. Voor lage tonen hoeft een speaker membraan namelijk maar langzaam te trillen, maar met veel energie. Dat lukt nog wel. Maar voor hoge tonen moet een membraan een heleboel hele kleine trillingen voortbrengen, en dat wordt voor een verstofte speaker steeds

moeilijker. Bij oudere speakers gaan de hoge tonen dus vaak verloren. En zoals we net gelezen hebben: juist de hoge tonen dragen veel bij aan de verstaanbaarheid van geluid.

Daarnaast is het heel belangrijk dat de temperatuur en luchtvochtigheid in een zaal goed gereguleerd worden. Omdat onze zalen niet heel constant gebruikt worden gebeurt het wel dat een zaal in een uurtje opgewarmd wordt, vervolgens twee uur gebruikt wordt, en dan weer afkoelt. Dit gecombineerd met een slechte luchtverversing zorgt er ook vaak voor dat luidsprekermembranen slijten.

Nog een probleem bij oude luidsprekers is dat het vaak 1-weg luidsprekers of breedbandluidsprekers zijn. Er is één membraan dat alle verschillende tonen moet voortbrengen. Tegenwoordig gebruiken we 2-weg luidsprekers. Er zijn gescheiden membranen voor het produceren van de hoge tonen (die belangrijk zijn voor de verstaanbaarheid) en lage tonen. Daardoor worden de frequenties over de hele bandbreedte nauwkeuriger weergegeven en wordt de verstaanbaarheid aanzienlijk verbeterd.

Als we al deze dingen samenvatten, wat is dan “goed” geluid in ons geval – we concentreren ons vooral op goed verstaanbare spraak? Er zijn een aantal dingen van belang:

- De **belangrijke frequenties** voor spraak moeten goed (natuurlijk) weergegeven worden: 1k en hoger. Er moeten vooral genoeg hoge frequenties aanwezig zijn, en niet te veel lage frequenties. Het geluid mag niet “bassig” klinken.
- Het **volume** moet in de zaal goed **verdeeld** zijn. Op elke zitplaats moet het ongeveer even hard klinken.
- Er moeten niet te veel **resonanties** zijn – geluid dat teruggekaatst wordt door harde vloeren, harde wanden, een hard plafond, je wordt moe van het filteren.
- We moeten **voldoende GBF** hebben

3. Goed geluid produceren

Maar hoe kunnen we nu met deze uitdagingen (akoestiek, omgevingsgeluiden, specifieke gevoelige frequenties) omgaan en toch zo goed mogelijk geluid produceren?

Er zijn een aantal dingen die we kunnen doen. Als we last hebben van resonanties in het gebouw (veel galm, feedback), is het wellicht verstandig om te kijken of er **geluidsabsorberende materialen** ingezet kunnen worden. Dit hoeft niet per sé duur te zijn, en kan al veel problemen oplossen.

Ook het gebruik van goede microfoons is van belang. We gebruiken zogenoemde **super-cardoïde microfoons**. Dat zijn microfoons die geluid dat recht van voren komt goed versterken, maar geluid dat van de zijkant en vanachter komt, zoveel mogelijk negeren. Daardoor voorkom je dat er veel van de reflecties van de zaal opgepikt worden, en wordt de kant op feedback dus verkleind.

We gebruiken tegenwoordig tussen de mixer en de versterker vaak een apparaat dat we een **DSP (Digital Signal Processor)** noemen. Dit apparaat gebruik je om het signaal dat uit de mixer komt te bewerken. Je kunt dan bijvoorbeeld een frequentie die in deze specifieke ruimte voor feedback zorgt, heel specifiek minder versterken dan de andere frequenties.

Omdat deze frequentie door de omgeving extra hard gereflecteerd wordt, is hij voor ons gehoor toch even hard als de bedoeling is, zonder dat hij rond gaat zingen. Zo bewerken we met deze DSP het signaal zodat het eindresultaat dat onze oren bereikt zo veel mogelijk overeenkomt met het signaal dat de mond van de spreker verlaat. **Het is zo natuurlijk mogelijk.**

Daarbij kunnen we met de moderne DSP ook nog allerlei andere dingen doen om het geluid aangenaam te maken. We kunnen ervoor zorgen dat het volume zo gelijkmatig mogelijk verdeeld wordt. We kunnen als er toch nog een feedback ontstaat deze automatisch onderdrukken voordat we hem actief waarnemen.

Het goed instellen van een DSP is echter wel een werk waar specifieke meetapparatuur voor nodig is, en waar je best wel de nodige ervaring voor nodig hebt. Dit kan het beste gedaan worden door iemand die hier ervaring mee heeft. Daarbij gebruiken we apparatuur met zo weinig mogelijk knoppen. Dus niet een uitgebreide equalizer met 31 banden en even zoveel knopjes waar iedereen graag aan wil gaan schuiven. Een groot misverstand is dat je aan het aantal knopjes de mogelijkheden van een apparaat kan aflezen. Voor onze koninkrijkszalen geldt: zo weinig mogelijk knoppen zodat er zo weinig mogelijk ontregeld kan worden. (Een DSP is trouwens veel meer dan alleen een equalizer. Dat is slechts één klein onderdeel in de DSP.)

4. Waarop letten bij een inspectie?

Tsja, veel dingen zijn al genoemd in voorgaande. Maar even wat belangrijke punten op een rijtje:

- Hoe zien de **microfoons** eruit? Zijn ze nog helemaal netjes of zijn ze “gebutst”? Een microfoon is een precisie-instrument. Als hij gebutst is, is de kans groot dat het membraan niet meer heel goed functioneert.
- Is de installatie te bedienen zonder dat je **krakende bijgeluiden** hoort. Kan je de knoppen draaien of schuiven zonder dat de installatie begint te kraken? Draaien of schuiven ze **soepel**?
- Zijn er niet meerdere microfoons op hetzelfde kanaal aangesloten?
- Hoe klinkt het geluid? Klinkt het bassig? Klinkt het **fris**? **Gedetailleerd genoeg**? Of klinkt het heel gecompriemd, lopen klanken in elkaar over?
- Wat is de staat van de **luidsprekers** aan de achterkant? Zit er veel stof op? Of zijn ze afgedekt?
- Is de **bekabeling** netjes weggewerkt en van goede kwaliteit? Of is de kabel **stug** geworden en **breekt de mantel** wellicht zelfs? Bedenkt: het signaal naar de luidsprekers is meestal een 100 volt signaal. Daar moeten we eigenlijk met dezelfde zorg mee omgaan als de stroom uit het stopcontact.
- Zijn de luidsprekers aangesloten met tweelingsnoer (vaak rood-zwarte draad)? Volgens de voorschriften **moet** kabel **dubbel geïsoleerd** zijn, dus deze bekabeling moet vervangen worden!



Tweelingsnoer



Dubbel geïsoleerde luidsprekerkabel

- Is de versterker nog voorzien van “DIN”-pluggen? Dan is het zeker zaak deze te gaan vervangen.
- Is het **volume in de zaal gelijkmatig**? Of is het geluid op de ene zitplaats veel harder dan de andere?
- Werkt de **ringleiding** nog? Voor ongeveer 10 euro kunnen apparaatjes gekocht worden waarmee je met een koptelefoon de ringleiding kunt beluisteren. Is hij vrij van bromtonen? Zitten er genoeg hoge tonen in? Is het volume voldoende? Eigenlijk zou een ringleiding met een gekalibreerde veldsterkte meter gemeten moeten worden omdat die aan bepaalde normen moet voldoen, maar omdat zo’n apparaat behoorlijk duur is, zullen we dit niet altijd kunnen meten. Maar controleer in ieder geval of het werkt. Ga hierbij ook niet af op het oordeel van één persoon die met een gehoorapparaat naar de ringleiding luistert. Je weet niet wat de status van zijn of haar gehoor is, en hoe betrouwbaar de conclusie is.
- Wordt er gebruik gemaakt van **draadloze microfoons** die niet meer voldoen aan de moderne maatstaven, en bijvoorbeeld in een **verboden frequentiegebied** uitzenden? (Zie: [https://www.agentschaptelecom.nl/onderwerpen/zakelijk-gebruik/programme-making-and-special-events-pmse/draadloze-microfoons.](https://www.agentschaptelecom.nl/onderwerpen/zakelijk-gebruik/programme-making-and-special-events-pmse/draadloze-microfoons))
- Maak foto’s van de voor- en achterzijde van de apparatuur en de aansluitingen. Schrijf ook merk en type van de apparatuur op. Vaak is het dan mogelijk ondersteuning te verlenen zonder dat er iemand naar de koninkrijkszaal toe hoeft te gaan.



5. Hoe kunnen we geluid onderhouden?

Tsja. Eigenlijk valt een geluidsinstallatie niet te onderhouden. Het belangrijkste is dat iedereen zich ervan bewust is dat een geluidsinstallatie een gevoelig deel van de koninkrijkszaal is. Een microfoon is bijvoorbeeld een precisie-instrument. Er mag niet op geklopt worden. Er moet voorzichtig mee omgegaan worden zodat hij niet valt. Het is belangrijk dat luidsprekers aan de achterkant beschermd zijn zodat ze niet gaan verstoffen.

Bekabeling mag niet gaan breken. De kabels moeten soepel zijn, en in het geval van de luidspreker bekabeling, veilig weggewerkt en dubbel geïsoleerd zijn. Als de luidsprekers dus aangesloten zijn met het bekende rood-zwarte tweelingsnoer, moet dat vervangen worden, tenzij het in pvc buis geplaatst is.

Als apparatuur niet aan de bovenstaande normen voldoet kunnen we deze het beste vervangen.



Let ook goed op hoe apparatuur aangesloten is, en welk apparaat op welke ingang aangesloten wordt. We spraken helemaal in het begin al over het signaal dat van de microfoon naar de mixer gaat. Dit is een heel zwak signaal. Behalve microfoons zijn er ook zogeheten lijn-apparaten aangesloten op de mixer, zoals een computer of een mp3-speler. Deze lijn apparaten hebben een veel sterker signaal. In de mixer moeten we voordat we kunnen gaan “mixen” zorgen dat deze signalen allemaal ongeveer van hetzelfde niveau zijn. Dat wordt bereikt door de microfoon ingangen

te voorzien van een “preamp”. Dit is een “versterker” van het zwakke microfoonsignaal. Daarmee wordt het versterkt zodat het in de mixer verwerkt kan worden op gelijk niveau van het lijnsignaal. Maar als er een lijn-apparaat zoals een computer op een microfoon ingang aangesloten wordt, gaat het fout. Er komt een veel te hard signaal binnen op de preamp, die het vervolgens nog eens gaat versterken. Daardoor is het signaal niet meer in verhouding met de andere signalen, en daarbij wordt het vaak vervormd, het wordt “overstuurd”. Vaak gaat er dan ook een rood lampje branden bij het kanaal van de mixer. Als een lijnapparaat op een microfoon ingang aangesloten wordt moet er dus altijd een speciale kabel gebruikt worden die het signaal verzwakt zodat correct verwerkt kan worden, maar doe dit alleen als er geen lijningangen beschikbaar zijn, en in overleg.

Nog iets dat een microfoon ingang speciaal maakt is dat hij voorzien kan zijn van Fantoomvoeding. Dat wil zeggen dat er een spanning van 48 volt op pin 2 en 3 van de xlr connector, terwijl pin 1 de nulreferentie is. Dat is nodig om bepaalde microfoons (condensatormicrofoons) te laten werken. Maar als je een lijnapparaat aansluit op een microfoon ingang waarop fantoomvoeding staat stuur je dus een spanning van 48 volt het apparaat in. Daar is het helemaal niet voor gemaakt. Het kan daardoor ernstig beschadigd raken.

Let ook goed op hoe de bekabeling in elkaar zit. Zie je allemaal plakband en andere verdachte “knutselwerkjes”, laat het dan als je twijfelt in ieder geval controleren door iemand die het beter kan beoordelen.

6. Een paar verwijzingen:

- Hoe werkt een ringleiding
<http://www.audiciensinfo.nl/Lesmateriaal/EdDeGeus/Ringleidingen.pdf>
- Belang van genoeg detaillering in geluid, i.c.m. akoestiek
<http://www.spraakengehoor.nl/verstaanbaarheid/>
- Belang van frequentiebereik
<http://www.audiologieboek.nl/htm/hfd10/10-3-1.htm>
- Meeluisteren via internet
<https://www.vergaderinggemist.org>
- Hoe werkt fantoomvoeding?
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Fantoomvoeding>
-