

# Hoe ontwerp je een concertzaal en popzaal ineen?

Onderwerp: Geluid, Ontwerpen

Begrippen: Frequentie

**In een concertzaal is het erg belangrijk dat het geluid van het orkest overal in de zaal goed klinkt. Wat moet je allemaal doen om zo'n mooi klinkende concertzaal te ontwerpen en hoe gebruik je dezelfde zaal voor popconcerten?**

Het ontwerpen van een ruimte met een akoestiek die is afgestemd op de functie van de ruimte vergt veel kennis over akoestiek. Zeker als je een ruimte ontwerpt die je voor verschillende activiteiten wilt gebruiken met elk andere akoestische eisen. Voor deze uitdaging stond Margriet Lautenbach, projectadviseur bij adviesbureau Peutz en gespecialiseerd in akoestiek, bij het ontwerp van een nieuwe, multifunctionele concertzaal voor Muis in Arnhem.

## Akoestiek beleven

Margriet Lautenbach vertelt graag over het ontwerptraject van de nieuwe zaal voor Muis, de Parkzaal genoemd. Het liefst doet ze dat door je de akoestiek ook echt te laten beleven in de Parkzaal. Zo kom ik op een woensdagochtend samen met haar de zaal binnen om een stukje van de repetitie van Het Gelders Orkest bij te wonen. Al bij binnenkomst is de zaal overweldigend. De houten wandpanelen met verticale profielen in verschillende formaten geven een warme, maar ook moderne uitstraling en het uitzicht door de glazen achterwand op het achtergelegen park is werkelijk schitterend. En dan hebben we het nog niet eens over de akoestiek...



*Figuur 1: Parkzaal bij openingsconcert op 6 mei 2017. Foto: Peutz.*

## Balans in samenklank

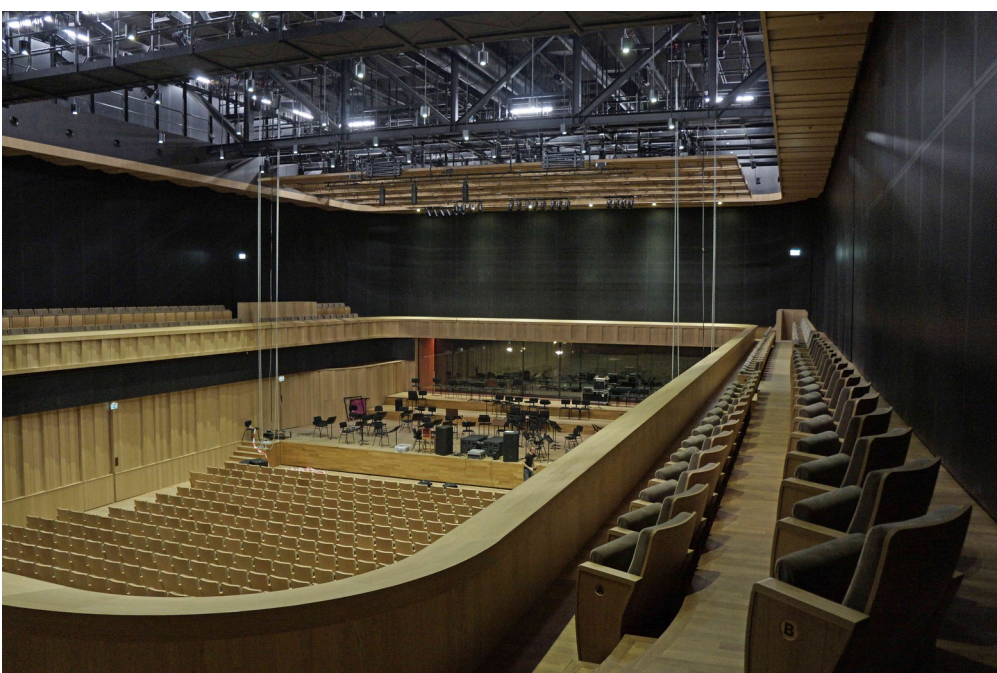
Zittend in een stoel ergens midden in de zaal hoor ik de klanken van het orkest van alle kanten op me af komen. Opvallend is ook dat je in de zaal elk geluid afkomstig van het podium heel goed hoort. Wanneer een orkestlid een aantekening maakt en zijn pen neerlegt op de muziekstandaard hoor ik het direct. In de zaal is een mooie balans in de samenklank van de geluiden van alle instrumenten in het orkest. En dat is ook hoe het hoort te zijn, want zoals Margriet Lautenbach het omschrijft: "Je hebt de zaal als klankkast nodig om het orkest tot klinken te laten komen."

## Invloed ruimte op geluid

"De gemeente wilde een concertzaal voor niet-versterkte concerten, maar waar ook popconcerten gehouden kunnen worden," vertelt Margriet Lautenbach. "Je kunt je voorstellen dat de eisen aan een ruimte waar mensen luisteren naar niet-versterkte muziek heel anders zijn dan een ruimte voor popconcerten. Bij niet-versterkte muziek dient de ruimte als klankkast. Door reflectie van geluiden in de ruimte voegt de zaal energie toe en krijg je een ruimtelijk effect. Bij popconcerten wil je dat juist niet. Daarbij willen de geluidstechnici het geluid zelf kunnen regelen via hun luidsprekers, zonder dat de zaal hierop invloed heeft."

## Geluidsabsorberende panelen

Het gebruik van de zaal als popzaal betekent dus dat er zo min mogelijk reflecties van de wanden moeten zijn. Dat doe je door het geluid daar zo veel mogelijk te absorberen. Om de Parkzaal te kunnen gebruiken voor popconcerten zijn daarom geluidsabsorberende panelen ontworpen die je voor de houten wanden kunt plaatsen. Deze panelen zitten verborgen achter de houten wanden en kunnen via rails voor de reflecterende wanden geschoven worden. Zo is de ruimte op een relatief eenvoudige manier aan te passen aan het gebruik.



*Figuur 2: Parkzaal met geluidsabsorberende panelen voor popconcerten. Foto: Peutz.*

## Ontwerp concertzaal

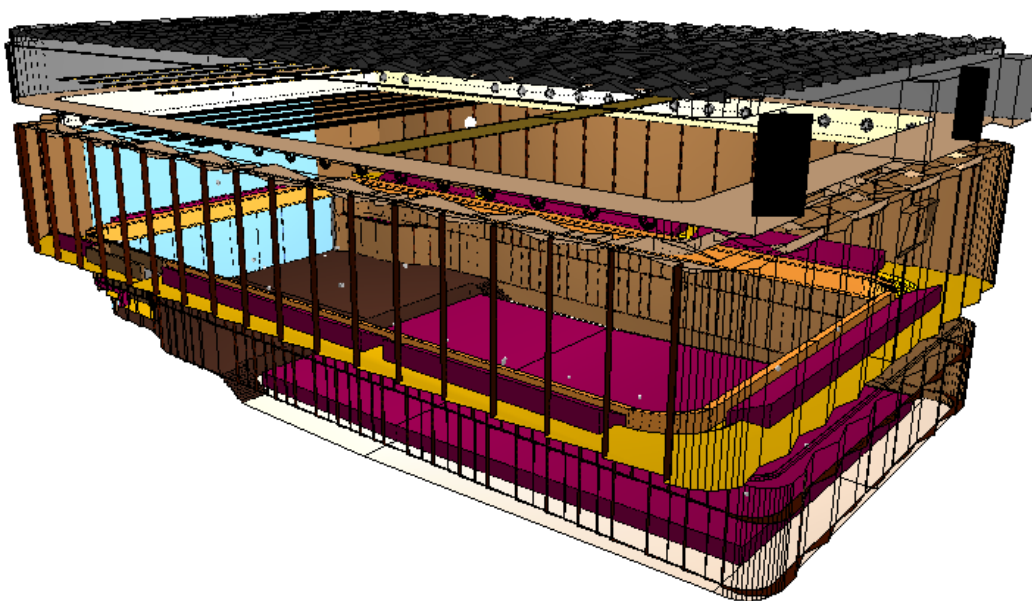
Bij het ontwerp van de concertzaal voor niet-versterkte muziek waren er verschillende akoestische uitgangspunten. Het geluid moest een nagalmtijd van 2 seconde hebben, de zaal moest luid genoeg klinken en het geluid moest goed verspreid worden in de ruimte. Met deze akoestische wensen in het achterhoofd, begon het ontwerp van de concertzaal.

## Ruimtelijke geluidservaring

“Uitgaand van zaal voor een volledig symfonieorkest hebben we geadviseerd uit te gaan van een volume van 15.000 m<sup>3</sup>. Samen met de architect hebben we de lengte, breedte en hoogte van de zaal bepaald,” vertelt Margriet Lautenbach. “We hielden hierbij rekening met voldoende ruimte voor het orkest en met het feit dat de hoogte van de zaal zo moet zijn, dat de reflecties van de wanden je oren eerder bereiken dan die van het plafond. Dit zorgt er namelijk voor dat je een ruimtelijke geluidservaring hebt, omdat er dan een tijdsverschil is tussen het bereiken van het geluid van je linker- en je rechteroor.”

## Stralenmodel

“Bij het maken van een akoestisch ontwerp ben ik begonnen met het uitvoeren van 3D-simulaties van de geluidsverdeling in de ruimte,” legt Margriet Lautenbach uit. “Hiervoor heb ik een stralenmodel (ray-tracing) gebruikt, een simulatieprogramma dat oorspronkelijk is bedacht voor lichtsimulaties. Hierin modelleer je het geluid alsof het energiepakketjes zijn. Met het model volg je lichtstralen in de tijd en bereken je de intensiteit, die beïnvloed wordt door absorptie en verstrooiing (reflecties naar alle kanten). Dit model houdt echter geen rekening met het golfkarakter van geluid, waardoor geluidsgolven elkaar kunnen uitdoven. Toch geeft zo’n simulatie wel een goede eerste indruk van de situatie en de geometrische invloeden.”



*Figuur 3: 3D-simulatiemodel van de concertzaal. Model: Peutz.*

Margriet Lautenbach: "In het simulatieprogramma maak je een 3D-stralenmodel van de binnenkant van de zaal, met hierin de elementen die aanwezig zijn. In het model geef je voor elk vlak aan hoeveel dit vlak absorbeert en verstrooit. Vervolgens stuur je energiepakketjes de ruimte in, die de snelheid van het geluid hebben en volg je deze in de tijd. Aan de wanden zullen deze energiepakketjes gedeeltelijk geabsorbeerd en gereflecteerd worden afhankelijk van de gekozen parameters. Uit de berekeningen kun je dan zien of het geluid zich goed verdeelt over de ruimte. Is dat niet zo, dan pas je de elementen en parameters aan en zo werk je naar een betere verdeling toe."

## Schaalmodel

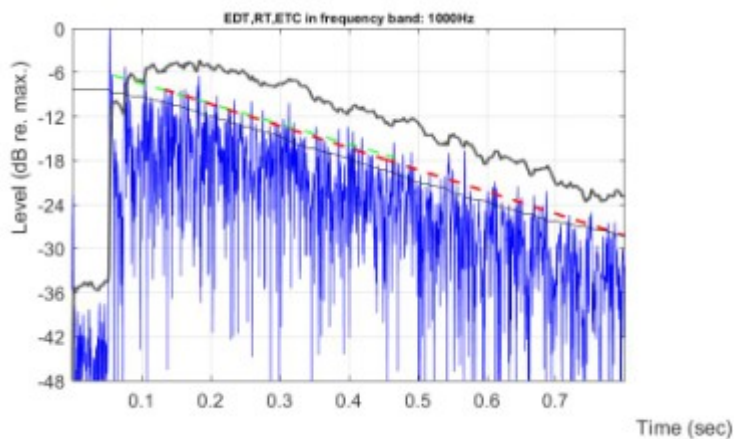
Naast het maken van een simulatiemodel is er een schaalmodel gemaakt. De binnenkant van de zaal is nagebouwd in een verhouding 1:10. Voor de stoelen met publiek zijn schuimrubberen elementen gebruikt en op de wanden zijn daar waar het volgens de simulaties nodig was verstrooiende en absorberende elementen aangebracht. In dit schaalmodel zijn op de plaatsen die het midden vormen van de instrumentgroepen kleine luidsprekers (bronnen) neergezet. In de zaal waar het publiek zit, zijn op verschillende posities kleine microfoons (ontvangers) geplaatst.



*Figuur 4: Schaalmodel van de parkzaal in Muis. Foto: Peutz.*

## Overdracht geluid

"In het schaalmodel zijn we gaan meten. Je zendt dan geluid uit vanuit de verschillende bronposities en meet wat er binnenkomt op de ontvangerposities. Eigenlijk net als in een echte zaal, maar dan op schaal," legt Margriet Lautenbach uit. "Zo kun je kijken wat de overdracht is van geluid van de bron- naar de ontvangerposities. Dit noem je de impulsresponsie. Je kunt hiermee letterlijk zien wat de zaal toevoegt aan een puls en dit kun je in een grafiek weergeven met de tijd op de x-as. Uit deze impulsresponsies kun je bijvoorbeeld de verstaanbaarheid, de helderheid of de luidheid afleiden. Je kunt naar de impulsresponsie kijken voor alle octaafbanden tegelijk of er een specifieke octaafband uitlichten."



Figuur 5: Impulsresponsie van de Parkzaal voor een ontvanger in het midden van de zaal. In de grafiek zie je dat na ongeveer 0,05 s het directe geluid aankomt (genormaliseerd niveau 0 dB). Dit is de tijd die nodig is om de afstand van de bron naar de ontvanger af te leggen. Het signaal dat hiervoor gemeten is, is achtergrond geluid (ruis). Na 0,05 s zie je een grote hoeveelheid reflecties binnenkomen. Meting: Peutz.

## Gezamenlijk ontwerp

“In het ontwerptraject schakel je als akoestisch adviseur steeds heen en weer tussen modelleren, meten, en overleg met de architect. Wij geven bijvoorbeeld aan welke dieptesprongen er nodig zijn voor de verstrooiing van het geluid. De architect bedenkt dan hoe zij/hij dat wil gaan vormgeven, zodat het past binnen het architectonisch ontwerp. Dat gaan wij dan weer in ons rekenmodel en schaalmodel zetten, zodat we kunnen beoordelen of het leidt tot het gewenste effect. Zo komen we uiteindelijk gezamenlijk tot een definitief ontwerp.”

## Ontwerp stoelen

Stoelen zijn in een concertzaal heel belangrijk. Zij zorgen voor het grootste deel van de geluidsabsorptie. Hoeveel een stoel absorbeert, hangt af van de vormgeving en het materiaal waarvan de stoel gemaakt is, bijvoorbeeld de soort stof die gebruikt is en het type schuim voor de vulling. Wat je wilt, is dat de stoelen zo goed absorberen dat er nauwelijks verschil is tussen bezette en onbezette stoelen. Net als bij veel andere concertzalen zijn de stoelen speciaal voor Muis ontworpen. Ze zijn zo ontworpen dat een lege stoel bijna net zo veel absorbeert als een stoel waar iemand op zit. De fabrikant heeft eerst 16 proefmodellen van de stoelen gefabriceerd, die bij Peutz in het akoestisch laboratorium zijn getest. Pas nadat de stoelen goed bleken, zijn alle stoelen gemaakt.



*Figuur 6: De Parkzaal als concertzaal. Foto: Peutz.*

## **Geluid reduceren**

“Naast alles wat nodig is om de zaal de juiste akoestiek te geven, moet je bij het ontwerp ook rekening houden met allerlei andere dingen,” benadrukt Margriet Lautenbach. “Bijvoorbeeld met het aanbrengen van installaties voor luchtverversing. Deze moeten zo stil mogelijk zijn en alle onderdelen die geluid maken moeten zo veel mogelijk buiten de ruimte geplaatst worden. Ook wil je dat de zaal geen last heeft van geluid van buiten, zoals de twee drukke wegen waar Muis tussen ligt. Andersom wil je dat de omwonenden bij een popconcert geen geluidsoverlast hebben. Ook dit zijn dingen waar je bij het akoestisch ontwerp rekening mee houdt.”

**Antoinette Brugman - redactie Natuurkunde.nl**