

Diffractor, geluidafbuiger, geluidgoot: wat is het en ... is het wat?

Jan Hooghwerff
M+P - Raadgevende ingenieurs bv

Berry Bobbink
Provincie Gelderland

Ysbrand Wijnant
Universiteit Twente / 4Silence

Eric de Vries
4Silence

Samenvatting

Stille wegdekken om het geluid van verkeer te reduceren kennen we inmiddels. Zijn er nog nieuwe innovaties tegen verkeersgeluid? Ja! De laatste tijd is de diffractor als geluidmaatregel in het nieuws. Een diffractor is een betonnen constructie met holtes die parallel aan het wegdek lopen (resonatoren). De holtes zorgen er niet voor dat geluid wordt geabsorbeerd maar de geluidsgolven worden naar boven gericht. Het concept wordt ook wel aangeduid als geluidsgoot of geluidafbuiger. De diffractor werkt aanvullend op andere maatregelen en kan 'getuned' worden voor specifieke geluidbronnen en situaties. In 2013 is er een omvangrijke meetcampagne geweest op de provinciale rondweg bij Hummelo. M+P heeft een onderzoeksopzet bedacht om de werking van de diffractor nauwkeurig te kunnen bepalen. Het belangrijkste resultaat is de bevinding dat de diffractoren effectief zijn: geluidreductie in een relevant frequentiegebied, ook op grotere ontvangerafstand en voor bronnen op grotere afstand van de diffractor. De geluidreductie van de diffractor werkt aanvullend op andere geluidmaatregelen, zoals een geluidreducerend wegdek. Vanuit de gevonden spectrale reducties lijkt het goed mogelijk om de werking van de diffractor te optimaliseren en daarmee tot grotere absolute effecten te komen.

1. Inleiding

Stille wegdekken om het geluid van verkeer te reduceren kennen we inmiddels. Zijn er nog nieuwe innovaties tegen verkeersgeluid? Ja! De laatste tijd is de diffractor als geluidmaatregel in het nieuws.

Een diffractor, ook wel aangeduid als geluidsgoot of geluidafbuiger, is een betonnen constructie met holtes die parallel aan het wegdek lopen (resonatoren) en die naast de weg wordt gelegd. Deze holtes zorgen er niet voor dat het geluid wordt geabsorbeerd, maar dat het geluid wordt afgebogen naar boven. Dit gebeurt door middel van resonanties die ontstaan in de holtes. In figuur 1 is een foto weergegeven van een diffractor.



figuur 1 *Diffractoren naast de N413 bij Soesterberg*

De diffractor is een innovatie uit de koker van Ysbrand Wijnant van de Universiteit Twente, die vanuit 4Silence wordt doorontwikkeld en toegepast. De diffractor kan toegepast worden als aanvulling op andere maatregelen en kan 'getuned' worden voor specifieke geluidbronnen en situaties, zoals bijvoorbeeld voor stille wegdekken. De behaalde geluidreductie van de diffractor die voor een bepaald wegdektype is getuned kan één op één worden opgeteld bij de geluidreductie van het geluidreducerend wegdek.

In 2013 is er een omvangrijke meetcampagne geweest op de provinciale rondweg bij Hummelo in Gelderland. Er zijn hier twee verschillende typen diffractoren getest. M+P heeft aan de hand van metingen de werking van de verschillende typen diffractoren onderzocht.

2. Meetopzet

Voor het vaststellen van het effect van de diffractoren is op drie meetdoorsneden het geluid van passerende voertuigen gemeten. De drie meetdoorsneden bestaan uit een locatie zonder diffractor (referentiedoorsnede) en twee doorsneden met diffractoren (diffractor concept 1 en 2). Op iedere meetdoorsnede is op zes microfoonposities het maximale A-gewogen geluidniveau en de voertuigsnelheid van passerende voertuigen geregistreerd.

De resultaten worden verwerkt in een spreidingsdiagram, waarin het maximale geluidniveau van een passage als functie van de logaritme van de snelheid staat weergegeven. Uit dit spreidingsdiagram wordt de best passende lineaire functie bepaald.

De resultaten van de metingen op de meetdoorsneden met diffractoren worden vergeleken met de metingen op de referentiedoorsnede. Op basis van een CPX-meting wordt gecorrigeerd voor eventuele verschillen in het wegdek.

In figuur 2 is een afbeelding weergegeven van de meetopzet voor het bepalen van het effect van de diffractor.



figuur 2 Afbeelding van een meetdoorsnede voor het meten van het effect van de diffractor

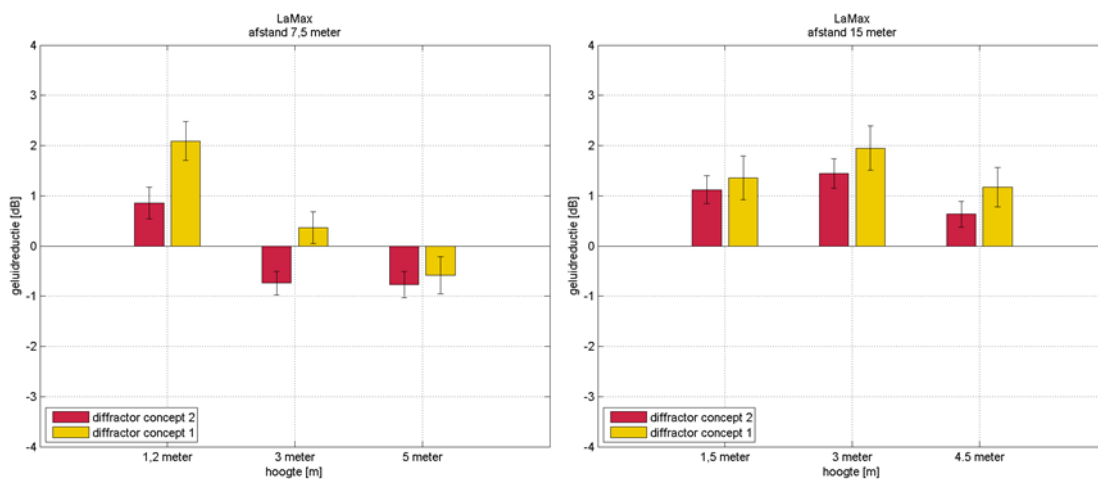
3. Effect van de diffractor voor lichte motorvoertuigen

Op de Rondweg bij Hummelo zijn twee proefvakken met diffractoren aangelegd. Het betreft twee verschillende concepten. In figuur 3 zijn afbeeldingen weergegeven van de verschillende concepten diffractoren.



figuur 3 Afbeelding van de twee concepten diffractoren. De linker afbeelding toont concept 1 en de rechter afbeelding concept 2

Het gemeten geluidniveau op de meetdoersneden met diffractoren wordt vergeleken met de geluidniveaus die zijn gemeten op de referentielocatie. Op deze manier wordt het geluidreducerende effect van de diffractoren vastgesteld. In figuur 4 is per meetposititie de gemiddelde geluidreductie weergegeven voor lichte motorvoertuigen voor de twee diffractorconcepten.



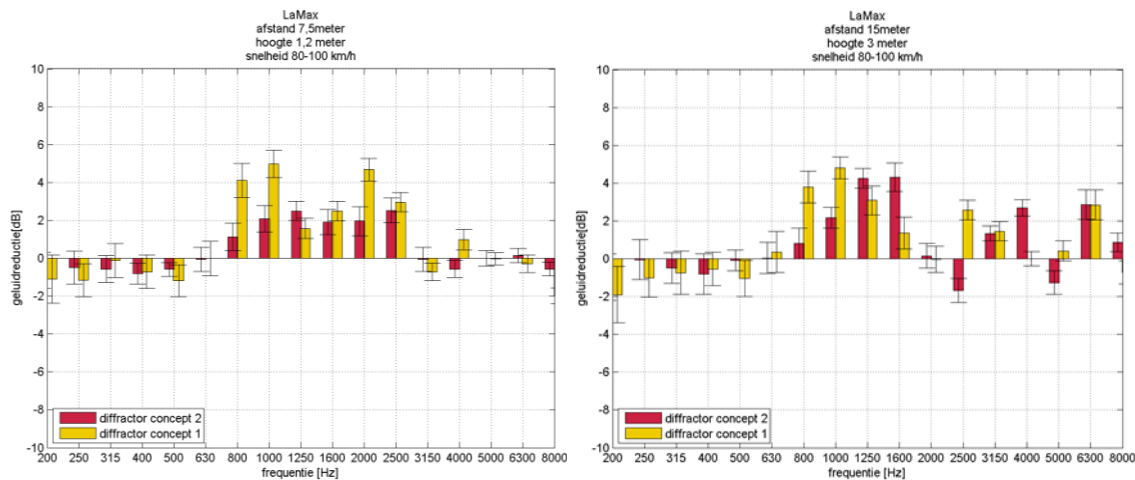
figuur 4 Gemiddelde geluidreductie voor lichte motorvoertuigen voor beide diffractoren. De foutenbalken geven de waarde weer van het 95%-betrouwbaarheidsinterval rondom het gemiddelde

Op 7,5 meter afstand op 1,2 meter hoogte en op alle meethoogten op 15 meter afstand is er een geluidreductie gemeten voor beide diffractoren. De geluidreductie varieert tussen de 0,7 en 2,0 dB.

Op de hogere meethoogte op 7,5 meter afstand is er een verhoging van het geluidniveau. Dit is in lijn met de verwachting ten aanzien van de werking van de diffractor. Het geluid wordt door de diffractor omhoog gebogen, waardoor op grotere meethoogte een verhoging van het geluid ontstaat en op lagere meethoogte (en verder van de bron) een schaduwwerking. Diffractor concept 1 geeft gemiddeld meer geluidreductie dan diffractor concept 2.

Spectraal Effect

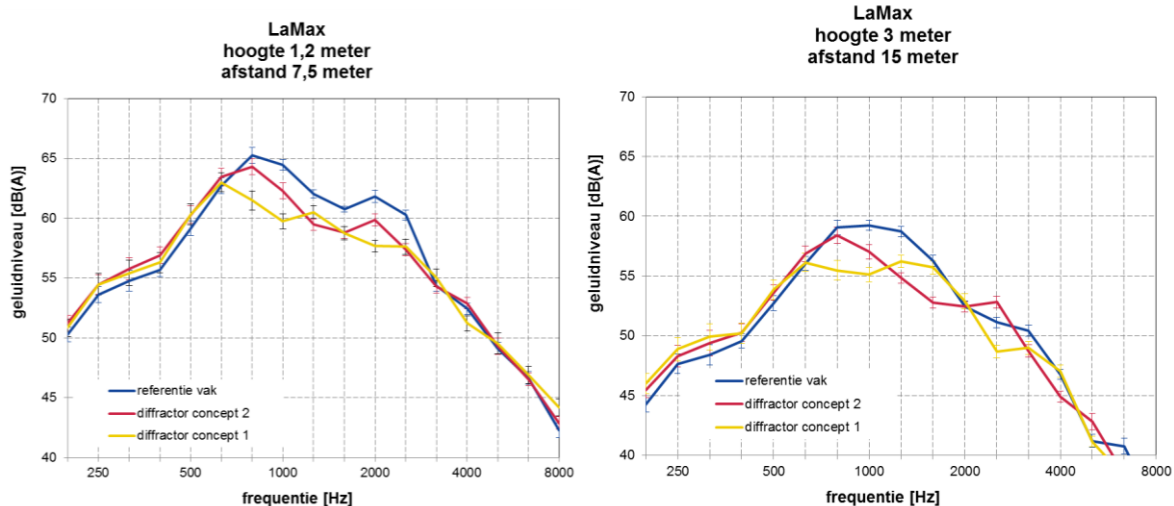
Het effect van de diffractoren is verschillend voor verschillende frequenties (toonhoogten in het geluid). Door optimalisatie van de diffractor kan het effect afgesteld worden voor een specifiek frequentiegebied, passend bij het emissie spectrum van de weg. In figuur 5 is voor twee meetposities (1,2m hoogte en 7,5 m afstand, en 3m hoogte en 15 meter afstand) het gemiddelde effect per tertsband weergegeven.



figuur 5 *Geluidreductie per tertsband voor beiden diffractoren Weergegeven zijn de resultaten voor de microfoonpositie op 1,2m hoogte op een afstand van 7,5m en op 3m hoogte en een afstand van 15m uit het hart van de rijbaan*

Uit de figuur wordt duidelijk dat het meeste effect in het gebied tussen 800 en 2500Hz zit, het gebied dat voor wegverkeer domineert. De diffractoren leveren in het gemiddelde van een tertsband tot circa 5 dB geluidreductie. Duidelijk is ook (bijvoorbeeld op 15 m afstand) dat de piek van de het spectrale effect voor concept 1 en concept 2 op een verschillende plaats ligt. Het maximale effect voor concept 2 ligt bij hogere frequenties (>1000 Hz). Dat is ook de verklaring voor het feit dat op 'overall niveau' concept 2 minder reductie geeft.

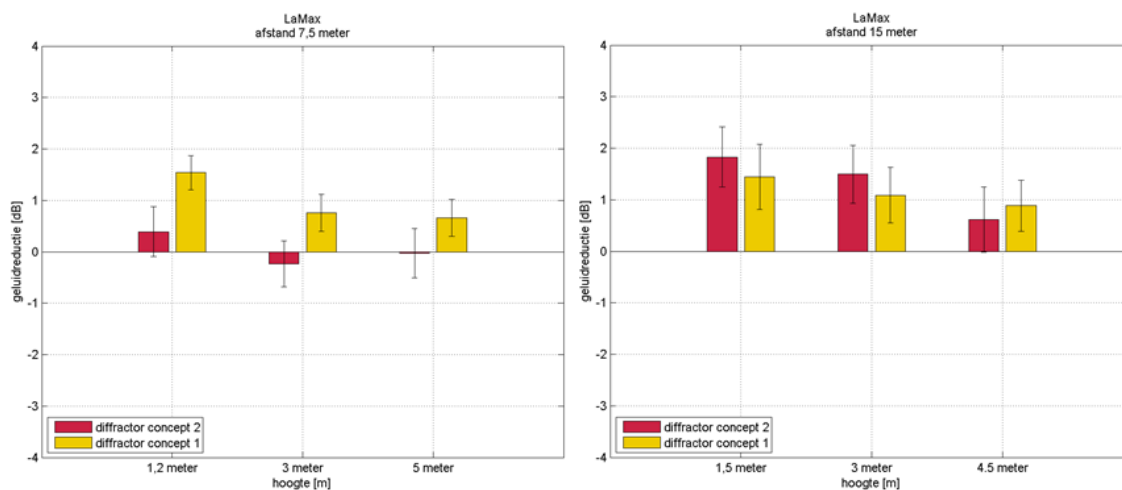
Dezelfde informatie is in figuur 6 opgenomen maar dan als spectrum van het geluidniveau. Deze figuur ondersteunt het gegeven dat concept 1 een hoger totaaleffect geeft, doordat concept 1 meer effect heeft in de frequentiebanden van 800 en 1000 Hz. Het emissie spectrum is, voor dit type wegdek, bij deze tertsbanden dominant. Aan de andere kant, zie het spectrum voor 15 m afstand, zijn de mogelijkheden om concept 1 verder te optimaliseren beperkter. Voor concept 2 lijkt een significante verbetering mogelijk door in de tertsbanden 800 en 1000 Hz meer reductie te realiseren.



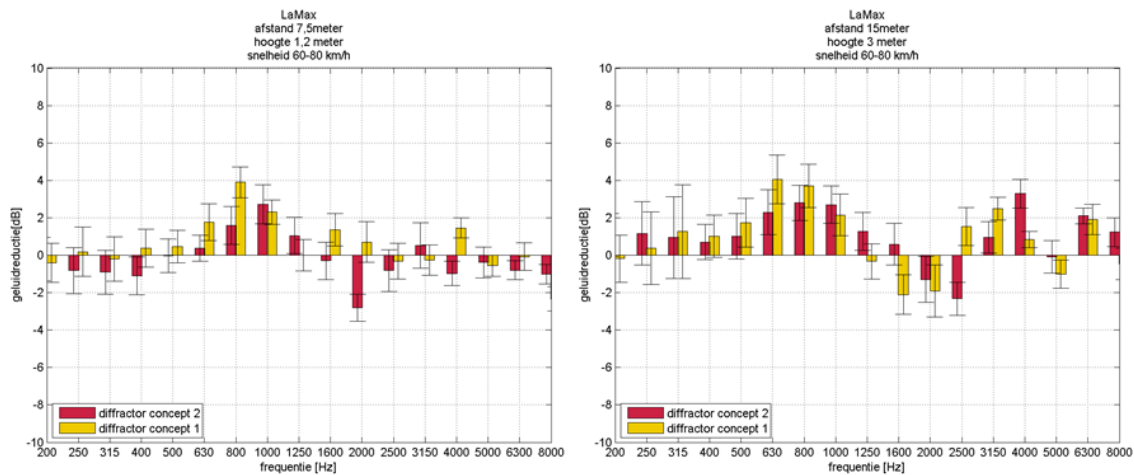
figuur 6 Gemiddelde geluidspectra voor lichte motorvoertuigen bij 80 km/h op elke microfoonpositie. De spectra zijn berekend op basis van lineaire regressie per tertsuband

Effect op grotere afstand

Om ook inzicht te krijgen in het effect van de diffractor voor bronnen op grotere afstand, is ook een aantal (circa 25) personenauto's gemeten die op de andere rijstrook (tegengestelde rijrichting) reden. Dat betekent dat de afstand tussen het rijspoor en de diffractor groter dan 4 meter is. De resultaten zijn opgenomen in figuur 7 (gemiddelde reductie voor alle meetposities) en figuur 8 (spectraal effect op twee meetposities).



figuur 7 Gemiddelde geluidreductie per microfoonpositie voor personenauto's op de andere rijstrook (tegenliggend verkeer). De foutenbalken geven het 95%-betrouwbaarheidsinterval weer

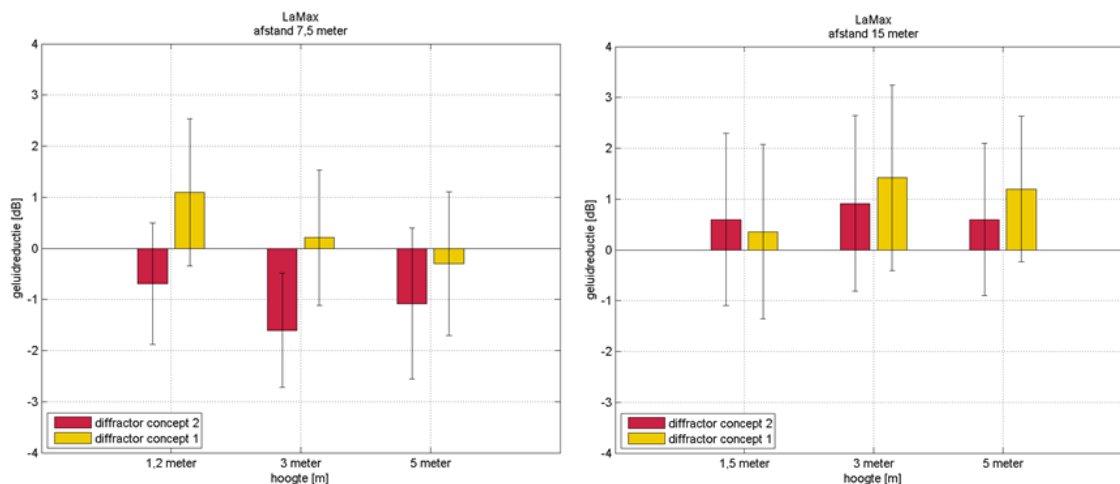


figuur 8 *Geluidreductie per tertsband voor personenauto's op de andere rijstrook (tegenliggend verkeer). Weergegeven zijn de resultaten voor de microfoonpositie op 1,2meter hoogte op een afstand van 7,5meter en op 3m hoogte en een afstand van 15m uit het hart van de rijbaan voor het snelheidsgebied 60-80 km/h*

Het blijkt dat de diffractoren ook voor deze situatie nog een significant effect hebben op de geluidsniveaus van circa 1 tot 2 dB. Het spectrale effect lijkt opgeschoven naar lagere tertsbanden, waardoor de 'fit' van concept 2 op grotere afstand beter wordt.

4. Effect voor zware motorvoertuigen

Op basis van een beperkt aantal vrachtwagenpassages is het effect van diffractoren voor vrachtwagens geschat. In figuur 9 is de gemeten geluidreductie voor zware motorvoertuigen op elke microfoonpositie weergegeven. Gezien het geringe aantal zware motorvoertuigen dat gemeten is, moeten deze resultaten als indicatief worden beschouwd.



figuur 9 Gemiddelde geluidreductie per microfoonpositie voor zware motorvoertuigen. De foutenbalken geven het 95%-betrouwbaarheidsinterval weer. Door het geringe aantal vrachtwagens dat is gemeten moeten deze metingen als indicatief worden beschouwd

De trend uit deze indicatieve resultaten is gelijk aan die voor personenauto's.

5. Conclusies

Voor twee concepten diffractoren heeft M+P onderzoek gedaan naar de geluideigenschappen. Langs de nieuwe rondweg bij Hummelo (N314) zijn in september 2013 metingen gedaan aan zowel een referentievak (met een dunne geluidreducerende deklaag) als aan twee vakken met diffractoren. De diffractor als product bevindt zich nog in de ontwikkelingsfase, de experimenten in Hummelo betreffen de eerste praktijkproef.

Op basis van de meetresultaten kunnen de volgende conclusies getrokken worden.

- De onderzochte concepten geven een significante geluidreductie van het geluid van het verkeer, zowel dicht bij de weg als op iets grotere afstand (resp. 7,5 en 15m uit het hart van de rijstrook naast de diffractor).
- De werking van het concept (afbuigen van het geluid naar boven) wordt in de metingen teruggevonden: dichtbij de weg op grotere meethoogte een toename van het geluidniveau, op lage hoogte en verder van de weg af een afname.
- Het spectrale effect zit in het gedeelte dat relevant is voor wegverkeer: tussen 800 en 1600Hz, met reducties tot circa 5 dB voor specifieke tertsbanden. De verschillen tussen de twee concepten worden vooral veroorzaakt door de ligging van het effect in het spectrum. Concept 1 geeft meer geluidreductie omdat het spectrale effect beter 'fit' op de emissie van de weg.

- Het totale effect van een diffractorconcept hangt sterk af van de ‘fit’ tussen het spectrale effect van de diffractor en de typische eigenschappen van de bron. Omdat de (spectrale) emissie van de bron afhankelijk is van voertuigtype, voertuigsnelheid en wegdektype is het totale effect anders voor bijvoorbeeld verschillende snelheden. Bij toename van de snelheid, neemt de geluidreductie toe. De totale geluidreductie van de twee concepten op de onderzochte locatie ligt tussen de circa 1 en 2,5 dB.
- Vergelijking van de spectrale effecten van de diffractoren en het emissiespectrum van het verkeer laat zien dat door optimalisatie (van met name concept 2) een hogere totale geluidreductie mogelijk moet zijn.
- Uit de metingen blijkt dat ook voor vrachtwagens de diffractoren effectief zijn, maar door het geringe aantal voertuigen zijn de resultaten sterk indicatief.
- Hetzelfde geldt voor situaties waarbij de bron op grotere afstand ligt (andere rijstrook): de analyse van een beperkt aantal metingen laat ook dan een reductie tussen 1 en 2 dB zien.

Het belangrijkste resultaat is de bevinding dat de diffractoren effectief zijn: geluidreductie in een relevant frequentiegebied, ook op grotere ontvangerafstand en voor bronnen op grotere afstand van de diffractor. Vanuit de gevonden spectrale reducties lijkt het goed mogelijk om de werking van de diffractor te optimaliseren en daarmee tot grotere absolute effecten te komen.

Aanbevolen wordt om tijdig het proces te starten om met het effect van de diffractor in de geluidregelgeving te kunnen werken. Dit kan door in het Reken- en Meetvoorschrift Geluid 2012 bijvoorbeeld een ‘diffractor-correctie’ op te nemen.