

# Geluid van voegovergangen, hoe krijg je er grip op ?

Jan (J.) Hooghwerff  
*M+P - raadgevende ingenieurs*

Nico (J.N.) Booij  
*Rijkswaterstaat Bouwdienst*

Willem-Jan (W.J.A.) van Vliet  
*Rijkswaterstaat DWW*

## **Samenvatting**

Deze bijdrage geeft inzicht in de akoestische kant van voegovergangen (tussen het wegdek en kunstwerken). De resultaten van recente metingen worden gepresenteerd. Inzicht wordt gegeven in geluideffecten van geluidarme voegovergangen.

De bijdrage beschrijft verder een protocol hoe bij de uitvoering van projecten omgegaan kan worden met het geluid van voegovergangen. Doel is om de hinder rond voegovergangen zo klein mogelijk te houden. Op welke manier kan de wegbeheerder in de contractvorming grip houden op de geluideigenschappen van voegovergangen? Er wordt een methode voorgesteld om (zonder metingen) eenvoudige geluideisen te bepalen voor de boven- en onderzijde van een kunstwerk. Daarnaast wordt beschreven hoe aan deze eisen getoetst kan worden. Een voorbeeld verduidelijkt de werking van het protocol.

## **Trefwoorden**

geluid, geluidhinder, voegovergang, functionele eisen

## **1. Inleiding**

Wanneer een voertuig over een voegovergang van een kunstwerk rijdt, geeft dat in de meeste situaties een impulsachtig geluid. Dit impulsachtige geluid van de voegovergang kan een bron van (extra) hinder zijn voor directe omwonenden en kan daarnaast ook duidelijk hoorbaar zijn op grotere afstand.

In de Nederlandse geluidwetgeving voor wegverkeer wordt aan deze hinder geen specifieke aandacht gegeven. De normstelling is gebaseerd op jaargemiddelde equivalente geluidniveaus. De piekgeluiden van een voegovergang zullen voor de meeste geluidgevoelige bestemmingen in de omgeving van een kunstwerk een verwaarloosbaar effect hebben op dit equivalente geluidniveau.

Vanuit de wegbeheerder wordt vaak wel aandacht gegeven aan deze specifieke geluidbronnen. Deze aandacht voor het geluideffect van voegovergangen is ingegeven door de wens om hinder en daarmee ook klachten van omwonenden te beperken. De manier om aan dit aspect handen en voeten te geven is nogal divers. Tot op heden was er voor de Nederlandse situatie weinig feitenmateriaal en nog minder een uniforme manier om het geluid van voegovergangen te beperken.

Over het effect van diverse typen voegovergangen is vanuit Europese onderzoeken inmiddels het één en ander bekend, en ook in Nederland zijn recent enkele onderzoeken uitgevoerd. Zie bijvoorbeeld [1], [2] en [3].

Vanuit de Bouwdienst van Rijkswaterstaat is er behoefte om te komen tot een eenduidige manier van omgaan met het geluid van voegovergangen, waarbij zowel aandacht is voor de hinder van omwonenden als de (civieltechnische) eisen die een wegbeheerder aan dergelijke producten wil stellen. De aanpak moet passen binnen de ontwikkelingen naar innovatieve contractvormen, waarbij de eisen aan de eigenschappen van een weg functioneel beschreven worden.

Dit artikel geeft inzicht in de geluideigenschappen van voegovergangen en geeft een aanzet om tot een functionele benadering van voegovergangen te komen.

## **2. Geluideigenschappen voegovergangen**

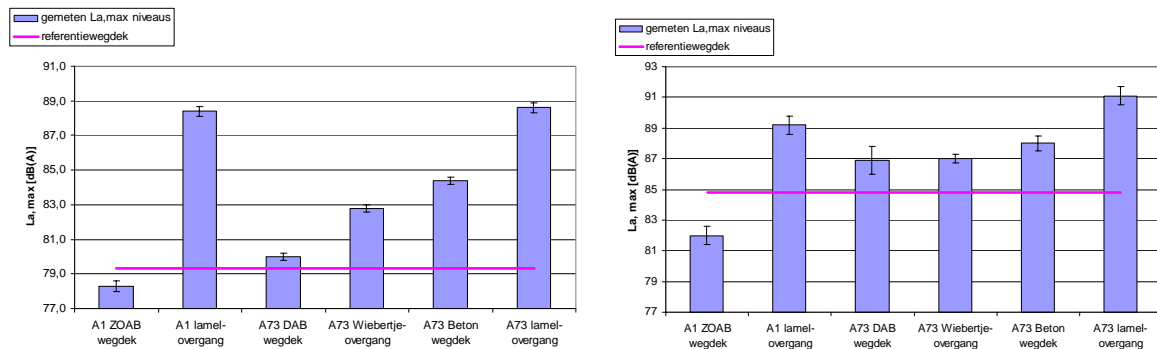
Voor de hinder van voegovergangen valt het volgende op:

- de hinder wordt vooral veroorzaakt door het type geluid: de korte impulsachtige geluiden van passerende voertuigen, die duidelijk herkenbaar zijn boven het ruisachtige achtergrondgeluid van een verkeersweg;
- het feit dat door het laagfrequente karakter dit impulsgeluid extra ver hoorbaar is;
- doordat een kunstwerk meestal op een forse hoogte boven het maaiveld ligt, is de uitstraling naar de omgeving (ook via de onderzijde van het kunstwerk) erg effectief.

Er zijn allerlei typen voegovergangen, waarbij grote verschillen voor de geluidsniveaus op kunnen treden. Voor meer informatie over de civieltechnische kant van voegovergangen wordt naar een andere paper voor deze Wegbouwkundige Werkdagen verwezen [4].

Om een indicatie te geven van het effect van een voegovergang op het maximale geluiddrukkniveau van een voorbijgang van een voertuig, is in figuur 1 een aantal resultaten weergegeven van enkele recente metingen van voegovergangen [3].

In de figuren zijn zowel de passageniveaus aangegeven van de voegovergangen als de passageniveaus op het wegdektype dat er direct naast ligt. De metingen zijn uitgevoerd volgens de Statistical Pass-By methoden (SPB-methode), zie [5].



*Figuur 1: SPB-waarden op 5,0 meter hoogte voor lichte motorvoertuigen bij 110 km/h (links) en zware motorvoertuigen (rechts) voor de verschillende voegovergangen en wegdekken*

De metingen zijn uitgevoerd op drie typen voegovergangen: een Maurer balkroostervoeg (A1, aangeduid als lamellenvoeg), een Maurer XL (A73, wiebertjesvoeg) en een Maurer Schwencktraversevoeg (A73, lamellenvoeg). De twee eerstgenoemde voegen zijn weergegeven in figuur 2.



*Figuur 2: Twee typen voegovergangen: links een Maurer balkroostervoeg, (lamellenvoeg) en rechts een Maurer XL (wiebertjesvoeg)*

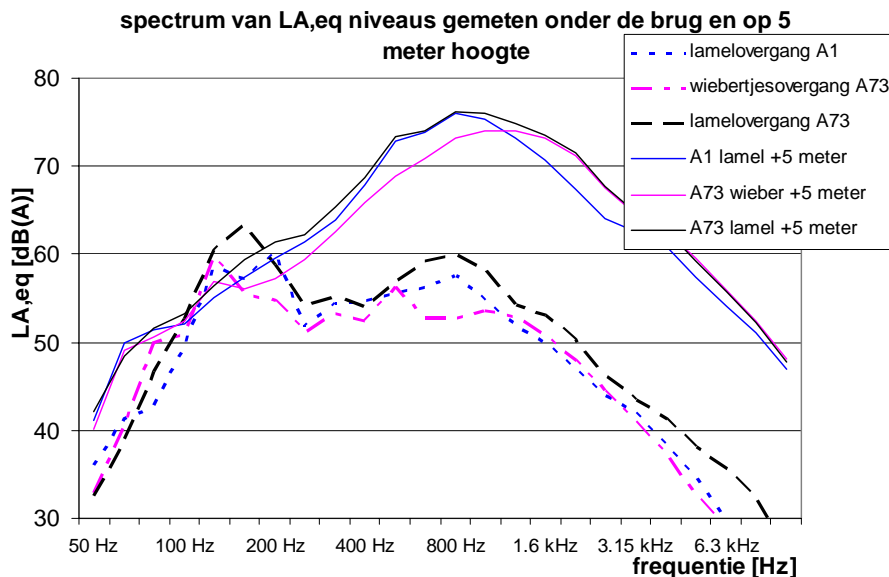
Van belang bij het karakteriseren van de geluideffecten van voegovergangen is om onderscheid te maken tussen het effect op de maximale geluidrukniveaus (als een voertuig voorbij rijdt) en het effect op het equivalente geluidrukniveau (een gemiddelde waarde voor een verkeersstroom).

Op basis van meetresultaten kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Voegovergangen kunnen afhankelijk van het type voeg en van het aangrenzende wegdektype tot fors hogere maximale geluidrukniveaus leiden (circa 3 tot 10 dB(A) ten opzichte van de plaatselijke referentie).

- Het effect van een voegovergang op de equivalente geluidsdrukkniveaus blijft veelal beperkt tot een maximale toename van circa 2 dB(A) zeer dichtbij de weg.
- Op grotere afstand van de weg zullen de voegovergangen nauwelijks invloed hebben op het equivalente geluidsdrukkniveau.
- De toename van het maximale geluidsdrukkniveau is voor lichte motorvoertuigen groter dan voor zware motorvoertuigen.
- Het geluidsdrukkniveau onder en naast het kunstwerk is sterk afhankelijk van de meetpositie.
- Het geluid onder het kunstwerk kan een belangrijke bron zijn voor de afstraling naar de omgeving.

Om inzicht te krijgen in het spectrum van het geluid van voegovergangen zijn in figuur 3 de geluidspectra (gebaseerd op equivalente geluidsdrukkniveaus) weergegeven van zowel het geluid boven als onder het kunstwerk. Duidelijk is te zien dat bij het geluid onder het kunstwerk de lagere frequenties ( 100 - 200 Hz) erg belangrijk zijn.



*Figuur 3: Gemiddelde geluidspectra, gebaseerd op  $L_{A,eq}$ -metingen, gemeten boven (getrokken lijnen) en onder (gestreepte lijnen) de voegovergang*

### 3. Waarom geluideisen stellen ?

Vanuit de behoefte om geluideisen te kunnen stellen aan producten wordt onderscheid gemaakt tussen drie (verschillende) wensen: classificatie, functionele contracteisen en controle van eigenschappen.

#### 1. Classificatie

Om op een eenduidige manier over de geluideigenschappen van een bestaande voegovergang (of een product) te kunnen spreken is het nodig om een uniforme beoordelingsmethode te gebruiken, waaruit een classificatie volgt. Op basis van zo'n classificatiemethode kunnen fabrikanten hun producten "labelen".

Een vergelijking kan getrokken worden met de manier waarop wegdekken geïnclassificeerd worden voor hun geluideigenschappen. Dat gebeurt met de  $C_{\text{wegdek}}$ -methode [6].

Voor een wegbeheerder wordt het mogelijk om producten met elkaar te vergelijken en om na te gaan of er producten bestaan die aan hun functionele eisen kunnen voldoen.

## 2. Functionele contracteisen

Voor contractvorming is het noodzakelijk dat er eenduidige geluideisen geformuleerd worden op basis waarvan een aannemer een aanbieding kan maken. Deze eisen moeten ingegeven zijn door de wens om in een concrete situatie de geluidhinder ten gevolge van een voegovergang zo veel mogelijk te beperken. Dit maakt dat het met deze contracteisen mogelijk moet zijn om locatieafhankelijke eisen te stellen.

Onderdeel van de contracteisen is de omschrijving van de manier waarop het resultaat beoordeeld wordt. Daarbij zal rekening gehouden moeten worden met bijvoorbeeld meetonauwkeurigheden.

## 3. Controle van geluideigenschappen

Vanuit de wens om bij klachten op een eenduidige manier te kunnen controleren of de eigenschappen van een voegovergang aan gestelde eisen voldoet, is een controlemethode nodig. Deze controlemethodiek moet ook bruikbaar zijn voor (eventuele) opleveringscontrole van contracteisen.

Bovengenoemde wensen worden in de volgende paragrafen vertaald in een “protocol” voor het omgaan met de geluideigenschappen van voegovergangen [7].

## **4. Protocol geluideisen aan voegovergangen**

### **Uitgangspunten**

Voor het opstellen van het protocol is een aantal uitgangspunten gehanteerd:

- het effect van de geluideisen moeten een goede relatie hebben met de hinder in de omgeving;
- de eisen moeten op een eenduidige manier te controleren zijn;
- de eisen moeten zo eenvoudig mogelijk zijn.

Vanuit deze uitgangspunten zijn de volgende keuzes gemaakt:

- er moet zowel een eis opgesteld worden voor het geluid boven als onder het kunstwerk;
- alle eisen worden gebaseerd op maximale geluiddruk niveaus ( $L_{A,\text{max}}$ ), omdat een eis aan het equivalente geluiddruk niveau ( $L_{A,\text{eq}}$ ) te sterk afhankelijk is van de plaatselijke situatie (voertuigintensiteit, tijdstip van de dag, etc.);
- de eis boven het wegdek wordt gebaseerd op de toename van het  $L_{A,\text{max}}$  van lichte motorvoertuigen ten opzichte van de plaatselijke referentie, het (stilste) aangrenzende wegdek. De eis wordt gebaseerd op de toename ten gevolge van lichte motorvoertuigen, omdat deze toename over het algemeen hoger is dan die van zware motorvoertuigen;
- de eis onder het kunstwerk wordt gebaseerd op de  $L_{A,\text{max}}$  ten gevolge van de passages van zware motorvoertuigen, omdat deze voor het geluid van onder het kunstwerk de belangrijkste bron vormen.

## Eis boven het kunstwerk

Voor het geluid boven het kunstwerk wordt de volgende eis geformuleerd: de  $L_{A,max}$  van het geluid van de voertuigpassages boven het kunstwerk als gevolg van de voegovergang mag ten opzichte van het stilste wegdektype naast de voeg maximaal 5 dB(A) hoger zijn.

De formulering kan voor een bepaalde situatie vertaald worden in een concrete eis van bijvoorbeeld X dB(A). De formule waarmee deze eis bepaald kan worden is weergegeven in tabel 1. De basis van deze formule is het geluidniveau van het referentiewegdek, zoals dat geformuleerd is in CROW-publicatie 200 [6]. Vanwege de uniformiteit wordt in de formule gebruikt gemaakt van het initiële effect van het wegdek, waarna een kleine correctie toegepast wordt voor verouderingseffecten. Er is dus geen noodzaak om voor de bepaling van de eis eerst een meting uit te voeren om de geluideigenschappen van het wegdek ter plaatse te bepalen.

**Tabel 1: Geluideisen aan  $L_{A,max}$  voor lichte motorvoertuigen op 5 m hoogte boven het wegdek (voor de verklaring van de symbolen, zie onderstaande paragraaf)**

type wegdek	geluideis
DAB	$L_{lv} + W + 5 \text{ dB(A)}$
van DAB afwijkend wegdektype	$L_{lv} + W + C_{lv} + 5 \text{ dB(A)}$

Aan de symbolen in tabel 1 wordt op de volgende manier invulling gegeven:

- $L_{lv}$  = de SPB-waarde van het referentiewegdek (zoals beschreven in [6]) voor lichte motorvoertuigen voor een voor die weg relevante voertuigsnelheid.
- $W$  = een correctie voor het feit dat de referentiewaarde en de wegdekcorrectie gebaseerd zijn op initiële eigenschappen; door veroudering van het wegdek zal gemiddeld een hoger geluidniveau gemeten worden, deze correctie wordt voor dichte wegdektypen (met  $C_{wegdek} \geq 0$ ) gesteld op 1 dB(A) en voor de overige wegdektypen op 2 dB(A).
- $C_{lv}$  = wegdekcorrectie voor lichte motorvoertuigen bij dezelfde voertuigsnelheid als genomen bij  $L_{lv}$ .

De waarden van  $L_{lv}$  en  $C_{lv}$  zijn te vinden in CROW-publicatie 200 [6], of in het geval er sprake is van een producentgebonden wegdekproduct, via de CROW-website [www.stillerverkeer.nl](http://www.stillerverkeer.nl).

## Eis onder het kunstwerk

Analoog aan de eis voor boven de voegovergang kan ook een eis gesteld worden voor het geluid onder het kunstwerk. Dit is uiteraard slechts van belang als er ook daadwerkelijk geluid van onder het kunstwerk afgestraald kan worden naar de omgeving, zoals bij een brug. In overige gevallen, zoals bij een tunnelbak kan deze eis vervallen.

De bepaling van de eis is opgenomen in tabel 2. Er zijn twee verschillen ten opzichte van de eis voor boven de voegovergangen:

1. de eis die geformuleerd wordt geldt voor de zware motorvoertuigen, omdat deze onder een kunstwerk de grootste geluidsniveaus veroorzaken;
2. het is van belang om rekening te houden met het feit of al dan niet een geluidscherm langs de weg aanwezig is; bij de aanwezigheid van een geluidscherm zal het geluid van onder het kunstwerk voor de omwonenden een belangrijker bron zijn dan bij afwezigheid van een geluidscherm.

**Tabel 2: Geluideisen aan  $L_{A,max}$  voor zware motorvoertuigen op 3 m onder het brugdek aan de rand van de brug op maximaal 20 m afstand van de voegovergang**

type wegdek	geluideis
DAB	$L_{zv} + W - Y \text{ dB(A)}$
van DAB afwijkend wegdektype	$L_{zv} + W + C_{zv} - Y \text{ dB(A)}$

Aan de symbolen in tabel 2 wordt op de volgende manier invulling gegeven:

- $L_{zv}$  = de SPB-waarde van het referentiewegdek voor zware motorvoertuigen voor een voor die weg relevante voertuigsnelheid.
- $W$  = een correctie voor het feit dat de referentiewaarde en de wegdekcorrectie gebaseerd zijn op initiële eigenschappen; door veroudering van het wegdek zal gemiddeld een hoger geluidniveau gemeten worden, deze correctie wordt voor dichte wegdektypen (met  $C_{wegdek} \geq 0$ ) gesteld op 1 dB(A) en voor de overige wegdektypen op 2 dB(A).
- $C_{zv}$  = wegdekcorrectie voor zware motorvoertuigen bij een voor de situatie relevante voertuigsnelheid van zware motorvoertuigen.
- $Y = 10 \text{ dB(A)}$  als geen geluidscherm aanwezig is en  $Y = 20 \text{ dB(A)}$  als er een geluidscherm aanwezig is.

Bedacht moet worden dat er nog weinig ervaring is met het beschreven protocol, zodat concrete getallen die in deze paragraaf gegeven zijn (bijvoorbeeld voor  $Y$ ) mogelijk op basis van praktijkervaring nog bijgesteld moeten worden.

### **Aanvullende eis voor vlakheid**

Voor de geluideigenschappen van een voegovergang is ook de manier waarop de voegovergang aangelegd is van belang. Als de vlakheid ten opzichte van het wegdek voor en na de voeg niet goed is, dan kan de voegovergang zelf een goed ontworpen “stille voeg” zijn, terwijl de randjes voor en na de voeg toch voor typische geluidhinder van een voeg zorgen. Daarom is het aan te raden om voor situaties waarbij niet daadwerkelijk achteraf het geluid gemeten wordt, eisen te stellen aan de vlakheid. Waarschijnlijk is de “standaard” eis, die gesteld wordt vanwege duurzaamheid, aan het langspanprofiel ter plaatse van een voeg al voldoende om te zorgen dat er geluidtechnisch geen vreemde resultaten te verwachten zijn.

## **5. Toetsing aan de eis**

### **Toetsing en meetmethode**

Afhankelijk van de ervaring van een producent met een bepaald product kan op twee manieren door de producent aangetoond worden dat aan de geluideisen voldaan wordt:

- vooraf door (meerdere) meetresultaten te overleggen van het voorgestelde product, waaruit blijkt dat in vergelijkbare situaties aan de gestelde eisen voldaan wordt;
- na toepassing van het product door meettechnisch vast te stellen of aan de gestelde eisen voldaan is.

Voor de metingen worden de volgende meetmethoden gehanteerd:

- boven de voegovergang: de  $L_{A,max}$  wordt ter plaatse van de voegovergang bepaald conform de SPB-methode [5], op 7,5 m uit het hart van de gemeten rijstrook en op 5,0 m hoogte van het wegdek. Dit betekent dat bij een meting ten minste 100 lichte motorvoertuigen gemeten moeten worden, waarvoor een regressielijn bepaald wordt;
- onder het kunstwerk: de  $L_{A,max}$  wordt bepaald van zware motorvoertuigen op een meethoogte van 3 m onder het rijdek aan de rand van het kunstwerk op maximaal 20 m afstand van de voegovergang. Dit is een positie die voor de meeste kunstwerken eenduidig te definiëren is en waarbij de geluidniveaus niet sterk afhankelijk zijn van de exacte positie. Er moeten ten minste 50 zware motorvoertuigen gemeten worden.

## Een voorbeeld

Ter verduidelijking van het protocol wordt voor een (fictieve) situatie de uitvoering van het protocol beschreven.

Stel een situatie waarbij nabij een kunstwerk een woning op 100 m afstand ligt van de voegovergang. Het (toekomstige) wegdektype is ZOAB en de maximale snelheid op deze weg is 120 km/h. Wat is de geluideis voor de (nieuwe) voegovergang ?

We gaan uit van 110 km/h als representatieve snelheid van lichte motorvoertuigen en 80 km/h als snelheid van zware motorvoertuigen. De keuze van de representatieve snelheden kunnen bijvoorbeeld gebaseerd worden op de gemiddelde snelheden zoals die gemeten zijn bij een SPB-meting. Ook kan gebruik gemaakt worden van informatie uit beschikbare meetlussen. De eis voor boven de voegovergang wordt als volgt bepaald:

CROW-publicatie 200 levert voor  $L_{lv}$  79,3 dB(A) op, en volgens tabel II van dezelfde publicatie is  $C_{lv}$  -3,7 dB(A).  $W = 2$  dB(A), zodat de geluideis aan de voegovergang wordt  $79,3 - 3,7 + 2 + 5 = 82,6$  dB(A).

Van de drie voegovergangen die in figuur 1 beschreven worden, zou alleen de (stille) “wiebertjesvoeg” op de A73 net aan deze eis voldoen.

Bedenk wel dat in het rekenvoorbeeld het wegdektype ZOAB is, waardoor de eis aan een voegovergang relatief strenger wordt. In een situatie waarbij het wegdektype dicht asfaltbeton is, zou de wiebertjesvoeg ruimschoots aan de eis voldoen.

Wat is de geluideis voor de voegovergang voor het geluid van onder het kunstwerk ?

Voor het bepalen van de eis gaan we uit van het niveau van het referentiewegdek van zware motorvoertuigen bij 80 km/h. De berekening van de eis boven het kunstwerk levert op:  $84,8 - 4,1 + 2 - Y = 82,7 - Y$  dB(A). Als in deze situatie geen scherm aanwezig is dan wordt de eis 72,7 dB(A). Voor een situatie met een geluidscherm is de eis 62,7 dB(A).



## 6. Literatuur

- [1] Messverfahren zur schalltechnischen Bewertung von fahrbahnübergängen auf Brücken, M.T. Kalivoda, psiA-Consult, Wien, december 2004
- [2] Meetbare geluidseisen en geluidsarme oplossingen voor enkelvoudige voegovergangen, R.J.M. Pijpers, TU Delft, 2005
- [3] Geluidmetingen aan voegovergangen, Brug over de IJssel (A1 bij Deventer), Brug over de Maas (A73 bij Heumen), J. Hoogwerff et al, M+P-rapport M+P.RWSBWD.05.1.1, 2005
- [4] Stille en duurzame voegovergangen: noodzaak!, J. Voskuilen et al, Wegbouwkundige Werkdagen 2006
- [5] ISO 11819-1, "Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise - part 1: The Statistical Pass-By Method", 24-05-1996
- [6] CROW-publicatie 200, "De methode Cwegdek 2002 voor wegverkeersgeluid", Ede, april 2004
- [7] Protocol beoordeling geluideigenschappen van voegovergangen, J. Hoogwerff, M+P-rapport M+P.RWSBWD.05.1.2, 2005