



**Aan**

Rijkswaterstaat – Dienst Weg- en Waterbouwkunde  
Initiatiefgroep "Effectiviteit Schermtoppen"

**Van**

ir. F. de Roo

Afdeling Buitenluchtakoestiek  
Stieltjesweg 1  
Postbus 155  
2600 AD DELFT

www.tno.nl

T 015 269 2000

F 015 269 2111

**Onderwerp**

PvA Schermtoppen  
(projectnr. 008.03318/01.01)

**Datum**

28 november 2001

**Onze referentie**

HAG-MEM-010132c

**E-mail**

deroo@tpd.tno.nl

**Doorkiesnummer**

015 269 2467

**Doorkiesfax**

015 269 2111

## **PLAN VAN AANPAK ONDERZOEK SCHERMTOPPEN**

### **1. Inleiding**

Met het toenemen van de geluidbelasting van wegverkeer is de diversiteit van maatregelen om de geluidbelasting te verminderen toegenomen. Zo zijn een aantal jaren geleden producten op de markt verschenen, die pretenderen de afschermdende werking van geluidschermen te kunnen verhogen zonder dat een zodanige toename van de schermhoogte wordt gerealiseerd, als volgens de theorie over afscherming benodigd zou zijn. Dergelijke producten worden aangeduid met een veelheid van namen, zoals:

- schermopzetstuk;
- toegevoegde voorziening ('added device');
- schermtop ('barrier crowning')
- akoestische paddestoel ('acoustic mushroom')

Vanaf het moment van introductie bestaat er twijfel over de effectiviteit van dergelijke voorzieningen en over het realiteitsgehalte van de geclaimde prestaties. Sommige buitenlandse onderzoeken en tests van de werking van de producten gingen mank aan onzorgvuldige uitvoering, onjuiste vergelijkingsmethoden en onrealistische toepassingsomstandigheden. In veel gevallen wordt gebruik gemaakt van een absorberend element in de bovenrand. Niet duidelijk is of door optimalisatie van deze absorber een verbetering van het effect kan worden bereikt.

Van de zijde van Rijkswaterstaat en andere wegbeheerders bestaat een duidelijke belangstelling voor deze producten wegens de mogelijkerwijs optredende extra schermwerking. Op vele plaatsen langs autosnelwegen waar in het verleden schermen zijn geplaatst, is de geluidbelasting in de periode na plaatsing gegroeid tot een waarde die boven de wettelijke grenswaarden ligt. Reductie van de geluidbelasting met enige dB(A)'s door verhoging van de bestaande schermen is gewenst, maar kan veelal slechts tegen onevenredig hoge kosten worden gerealiseerd, omdat verhoging zonder aanpassing van de fundatie meestal niet toelaatbaar is. Producten die de mogelijkheid zouden bieden om de schermwerking met een aantal dB(A)'s te verhogen zonder een navenante verhoging van de schermhoogte zouden voor deze situaties een oplossing kunnen bieden.



**Datum**

28 november 2001

**Onze referentie**

HAG-MEM-010132c

**Blad**

2/8

Het is dus gewenst de feitelijke werking van dergelijke producten objectief vast te stellen en tevens een testmethode te ontwikkelen die een juist beeld geeft van de werking van de producten.

Binnen de Europese normalisatie werkgroep voor geluidschermen (CEN TC 226/WG 6) is door Frankrijk en Italië een testmethode voorgesteld, maar het is niet bekend hoe de uitkomsten van deze methode kunnen worden vertaald naar een extra schermwerking in de praktijk.

Naar aanleiding van een oriënterend overleg over bovengenoemde problematiek heeft Rijkswaterstaat - DWW aan TNO TPD opdracht gegeven een Plan van Aanpak voor een onderzoek uit te werken.

Dit memorandum beschrijft het Plan van Aanpak en geeft aan hoe de vragen rondom effectiviteit en testmethode kunnen worden beantwoord door middel van een gecombineerde aanpak van diffractiemetingen, modelsimulaties en praktijkmetingen.

## 2. Probleemstelling

De bovengenoemde vragen met betrekking tot de beheersing van geluidbelasting door de wegbeheerder vertalen zich naar de volgende onderzoeksvragen:

- a) Hoe groot is de extra schermwerking die met schermtoppen in de praktijk kan worden verkregen in vergelijking met een dun geluidscherm van gelijke hoogte en met een gelijke positie van de schermrand?
- b) Wat is de invloed van de constructievariabelen (zoals vorm en dikte absorptielaag) van schermtoppen op de extra schermwerking?
- c) Hoe kan deze extra schermwerking worden gemodelleerd en voorspeld?
- d) Hoe kunnen de akoestische eigenschappen van schermtoppen worden bepaald in een laboratorium- of veldtest op zodanige wijze dat de testresultaten kunnen worden gebruikt om de extra schermwerking in de praktijk te voorspellen?

## 3. Voorstel voor een genormaliseerde testmethode

Door Frankrijk en Italië is in CEN TC 226 Werkgroep 6 voor de normalisatie van geluidschermen een voorstel gedaan voor een methode voor een diffractietest aan schermtoppen [1]. Deze methode dient in situ te worden uitgevoerd aan een schermobject met een lengte van ten minste 12 m en een hoogte van ten minste 3,5 m. Als bron wordt gebruik gemaakt van een luidspreker die wordt gevoed met een speciaal signaal (pseudo-ruis, gegenereerd als Maximum Lengte Reeks), waaruit d.m.v. signaalverwerkingstechnieken een pulsresponsie kan worden herleid. Op een 12-tal meetpunten achter het scherm wordt het geluidveld gemeten.

Door toepassing van een tijdvenster en vergelijking van de pulsresponsies op deze meetposities achter de schermtop met de pulsresponsies die zouden optreden op dezelfde posities in een vrije-veld-situatie wordt de diffractiecomponent van het geluidveld bepaald. Door middeling over de 12 meetposities volgt hieruit de diffractie-index  $DI_{ad}$  van de schermtop, te bepalen in 1/3 octaafbanden en in dB(A). Vervolgens wordt het diffractie-index-verschil  $\Delta DI$  bepaald door de gemeten diffractie-index  $DI_{ad}$  te verminderen met de theoretisch bepaalde referentiewaarde van



**Datum**  
28 november 2001

**Onze referentie**  
HAG-MEM-010132c

**Blad**  
3/8

de diffractie-index  $DI_0$  van een dun geluidsscherm zonder de geteste voorziening, maar met een gelijke positie van de schermrand.

## 4. Onderzoekmethodiek

De in 2. genoemde onderzoeksvragen kunnen in onderlinge samenhang worden onderzocht in een combinatie-experiment met de volgende opzet:

### 4.1 Ontwerp en productie van nieuwe schermtopvarianten

In samenwerking met schermfabrikanten en op basis van gegevens uit de literatuur wordt een aantal schermtopvarianten (en sub-varianten) ontworpen, waarvan verwacht wordt dat ze beter presteren dan reeds geteste varianten. Voor het bepalen van interessante varianten kan gebruik worden gemaakt van eenvoudige modelberekeningen.

### 4.2 Diffractietest aan varianten

Op een geschikte locatie (op een proefterrein, langs een bestaande weg of eventueel in een bedrijfshal van voldoende grote afmetingen) worden de geselecteerde varianten op een "dun" basisscherm geplaatst. Er worden aan deze varianten diffractietesten uitgevoerd conform het Frans-Italiaanse voorstel (in CEN TC 226 / WG 6).

De proefstukken van de schermtopvarianten worden geplaatst op twee versies van het basisscherm:

1. een reflecterend scherm van ten minste 12 m lang en 4 m hoog, vervaardigd uit ca. 0,100 m beton of eventueel 0,043 m kiervrij geplaatste hardhouten delen. Uitgangspunt vormt een geluidisolatie van het referentiescherm van ten minste 30 dB(A); indien de houten uitvoering van het basisscherm deze isolatiewaarde niet bereikt zal door middel van een voorzetwand de isolatie worden verbeterd.
2. een enkelzijdig absorberend scherm van ten minste 12 m lang en 4 m hoog, bestaande uit het reflecterend scherm als beschreven onder 1, aan de bronzijde voorzien van platen minerale wol met een dikte van ten minste 50 mm, in een geschikte persing, bijvoorbeeld Rockwool Autowegplaat 234.

Volgens het Frans-Italiaanse voorstel wordt van de geluidsignalen die door de schermtop worden afgebogen alleen het vermogensspectrum (d.w.z. de frequentieafhankelijke amplitude) van de overdrachtsfunctie bepaald. Voor een goede koppeling van de testuitkomsten met de modelsimulaties in deel 4.3 is het echter van belang ook de faserelatie tussen het uitgezonden en het afgebogen signaal te kennen. Alleen met die informatie kan een simulatie van de interferentiepatronen correct worden vergeleken met de meetgegevens.

Het verdient daarom aanbeveling om in aanvulling op de metingen volgens het Frans-Italiaanse voorstel ook de complexe overdrachtsfuncties (amplitude én fase) tussen de diverse bronposities en meetpunten te bepalen.

Indien de metingen in de buitenlucht worden uitgevoerd zullen de metingen met zowel mee- als tegenwind worden uitgevoerd. In dat geval dienen de meteorische condities (wind, temperatuur, vochtigheid) met voldoende nauwkeurigheid te worden gemeten en geregistreerd.



**Datum**

28 november 2001

**Onze referentie**

HAG-MEM-010132c

**Blad**

4/8

#### **4.3 Modelsimulaties en beslissing over toepassing in een praktijksituatie**

Met behulp van een theoretisch overdrachtsmodel worden de diffractietest-situatie gemodelleerd en wordt bepaald wat het effect van de verschillende scherm-topvarianten op relevante punten op grotere afstand is. Als theoretisch overdrachtsmodel komen TOMAS, BEM en PE-model in aanmerking.

Op basis van de resultaten wordt beslist of met een schermtop een reductie van circa 3 dB(A) in de praktijk haalbaar lijkt. Als dat het geval is worden de twee meest belovende schermtopvarianten geselecteerd.

#### **4.4 Productie en plaatsing van twee geoptimaliseerde schermtoppen**

Op een geschikte locatie langs een autosnelweg worden de twee beste schermtopvarianten geplaatst op een bestaand of nieuw te bouwen scherm over een lengte van ten minste 100 m. De lengte van het totale scherm dient ten minste 500 m te bedragen en de totale hoogte bij voorkeur 4 m. De weg en het scherm mogen op deze locatie geen bochten vertonen. (Zie ook de figuur in Bijlage 1)

#### **4.5 Praktijkmetingen geoptimaliseerde schermtop**

De geluidniveaus achter het scherm ten gevolge van het wegverkeer worden op diverse afstanden en hoogten gemeten. Een mogelijk schema hiervoor is:

- afstanden: 15, 25 en 50 m;
- hoogten: 1,5, 4 en 10 m.

De metingen op een bepaalde afstand en hoogte dienen simultaan te worden uitgevoerd midden achter het schermdeel met de schermtop en 100 m voor en 100 m na dit schermdeel. (Zie ook figuur Bijlage 1)

Het gebied achter het scherm dient zodanig te zijn ingericht dat de geluidoverdracht ter hoogte van het schermtopdeel en ter hoogte van de beide andere meetlocaties gelijk is, d.w.z. gelijke bodemgesteldheid en, indien aanwezig, gelijke bebouwingsvormen. De weg- en verkeerssituatie dient zodanig te zijn dat op de drie meetlocaties hetzelfde verkeer met gelijke snelheid passeert.

De metingen moeten worden uitgevoerd bij stabiele weersgesteldheid met matige windsterkte en een windrichting die zoveel mogelijk loodrecht op het scherm staat, van de weg naar de meetpunten toe gericht.

De effectiviteit van de schermtoppen in de praktijk als functie van meetafstand en -hoogte kan nu worden bepaald door vergelijking van de equivalente geluidniveaus en de tijdafhankelijke signalen op de 3 simultane meetlocaties. Daarbij moeten de metingen op het meetpunt achter het schermtopdeel worden gecorrigeerd voor de eindige lengte van dit deel op basis van zichthoekberekeningen.

#### **4.6 Modelsimulaties en evaluatie voor toepassing in RMV**

Met behulp van het eerder toegepaste theoretisch overdrachtsmodel worden zowel de praktijktest-situatie als de diffractietest-situatie gemodelleerd en wordt nagegaan of er een equivalente schermhoogte kan worden gevonden die dezelfde testresultaten voor zowel de praktijktest als de diffractietest zou geven.

- Indien het mogelijk blijkt een equivalente schermhoogte te vinden voor de onderzochte typen schermtoppen wordt nagegaan of een algemeen geldig algoritme kan worden bepaald om uit de diffractietestresultaten een equivalente verhoging van een scherm te herleiden zodanig dat deze verhoging de werking van de schermtop in de praktijk juist voorspelt, onafhankelijk van de feitelijke



**Datum**

28 november 2001

**Onze referentie**

HAG-MEM-010132c

**Blad**

5/8

hoogte van het scherm. Dit levert dan de onderbouwing voor de relevantie van de voorgestelde diffractietestmethode voor de praktijk.

- Tevens wordt onderzocht of deze schijnbare verhoging van de effectieve schermhoogte ook met Standaard Rekenmethode II een zelfde toename van de berekende schermwerking oplevert. Dit levert een voorstel op voor het omgaan met schermtoppen in het Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawai (RMV).
- Met behulp van het model wordt, gebruikmakend van bestaande kennis van de bronnen van weg- en railverkeer een voorspelling gedaan over het effect van de schermtop voor railverkeer.

#### **4.7 (Zo nodig) opstellen alternatieve testmethode**

Indien er geen modelleerbaar verband tussen de resultaten van de praktijktest en de diffractietest kan worden gevonden, zal de conclusie vermoedelijk luiden dat de diffractietest onvoldoende relevantie heeft als indicator voor de effectiviteit van schermtoppen in de praktijk. In dat geval worden zo mogelijk voorstellen gedaan voor een aangepaste of alternatieve testmethode, die wel als indicator zou kunnen worden gebruikt.

## **5. Voorstel voor te onderzoeken schermtopvarianten**

Op basis van voorlopige overwegingen ten aanzien van werking en effectiviteit van schermtoppen wordt voorgesteld onderstaande varianten in het onderzoek te betrekken. Alle diffractiemetingen zullen daarbij worden uitgevoerd met zowel het reflecterende als het absorberende basisscherm.

### **5.1 L-top 1m**

Op het dunne, reflecterende basisscherm wordt een framework geplaatst van 1 m breed aan de bronzijde van het scherm. Op dit frame worden achtereenvolgens de volgende absorberende elementen gelegd:

- a. vlakke plaat poreus beton (Durisol), breedte 1 m, dikte 0,070 m;
- b. vlakke plaat poreus beton (Durisol), breedte 1 m, dikte 0,160 m;
- c. geprofileerde plaat poreus beton (Durisol), breedte 1 m, dikte 0,080 / 0,180 m; de profilering zal evenwijdig aan de lengterichting van het scherm worden geplaatst.

Bij variant b. wordt tevens het effect van afdekken van de opstaande randen van het element met een reflecterende zijpaneel onderzocht. Afhankelijk van de uitkomsten zullen de randen van de andere elementen al dan niet worden afgedekt tijdens de test.

De onderzijde van de schermtop zal zowel in open absorberende uitvoering als met een reflecterende onderplaat (metaal of multiplex) worden gemeten.

### **5.2 T-top 2m**

Op het dunne, reflecterende basisscherm wordt een framework geplaatst van 2 m breed gecentreerd boven het scherm. Op dit frame worden achtereenvolgens de volgende absorberende elementen gelegd:

- d. vlakke plaat poreus beton (Durisol), breedte 2 m, dikte 0,070 m;
- e. vlakke plaat poreus beton (Durisol), breedte 2 m, dikte 0,160 m;



**Datum**

28 november 2001

**Onze referentie**

HAG-MEM-010132c

**Blad**

6/8

- f. geprofileerde plaat poreus beton (Durisol), breedte 2 m, dikte 0,080 / 0,180 m; de profilering zal evenwijdig aan de lengterichting van het scherm worden geplaatst.
- g. vlakke plaat mineraal wol, breedte 2 m, dikte 0,050 m;
- h. vlakke plaat mineraal wol, breedte 2 m, dikte 0,100 m;
- i. vlakke plaat mineraal wol, breedte 2 m, dikte 0,200 m;
- j. Geperforeerde geluidschermcassette van aluminium of kunststof, breedte 2 m. totale dikte 0,120 m, waarin plaat mineraal wol, dikte 0,050 m (bijv. Rockwool Autowegplaat 234) op een luchtsponw van ca. 0,040 m vanaf de onderzijde van de cassette;
- k. vlakke plaat Porocom (poreus korrelmateriaal) breedte 2 m, dikte 0,120 m;
- l. geprofileerde plaat Porocom Tremolo; de profilering zal in de lengterichting van het scherm worden geplaatst.

Bij variant h. wordt tevens het effect van afdekken van de opstaande randen van het element met een reflecterende zijpaneel onderzocht. Afhankelijk van de uitkomsten van de testen aan b. en h. zullen de randen van de andere elementen al dan niet worden afgedekt tijdens de test.

Het effect van vocht in het materiaal zal worden onderzocht door de varianten e, h en j zowel in droge als natte toestand te meten.

De onderzijde van de schermtop zal zowel in open absorberende uitvoering als met een reflecterende onderplaat (metaal of multiplex) worden gemeten.

### 5.3 3-voudige schermrand

Aan weerszijden van het dunne reflecterende basisscherm wordt een frame bevestigd waaraan op 1 m afstand aan beide zijden van het scherm een verticaal paneel van 0,5 m hoog wordt gemonteerd. De bovenranden van deze panelen worden gemonteerd op gelijke hoogte als de schermrand. De volgende uitvoeringen van de panelen worden onderzocht:

- m. reflecterend paneel, vervaardigd uit multiplex of MDF met een dikte van 0,018 m;
- n. paneel als beschreven onder m., aan de naar het scherm gerichte zijde absorberend bekleed met een plaat mineraal wol met een dikte van 0,050 m.

### 5.4 Geprefabriceerde schermtopconstructies

Op het dunne reflecterende basisscherm wordt een geluidabsorberende geprefabriceerde schermtopconstructie geplaatst. Een eventuele wijziging van de totale hoogte van het scherm door plaatsing van de constructie kan gecompenseerd door de geluidbron en de microfoons tijdens de test eveneens hoger op te stellen.

De volgende fabrikanten van schermtoppen zullen worden onderzocht:

- o. Mitac POAL Hi-Shut;
- p. Klöckner Bitumen Topcassette;
- q. Klöckner Bitumen Topcassette, voorzien van extra absorptie;
- r. Porocom schermtop met ingewerkte steenwol absorptieschalen;
- s. Durisol cylinder met ingewerkte steenwol absorptieschalen.



**Datum**

28 november 2001

**Onze referentie**

HAG-MEM-010132c

**Blad**

7/8

## 5.5 Referentieconstructies

Als vergelijkingsbasis voor de resultaten van bovengenoemde schermtopvarianten zullen een drietal referentieconstructies worden gemeten:

- t. basisscherm zonder top, zoals beschreven in paragraaf 4.2;
- u. basisscherm met reflecterende T-top, bestaande uit 2 m brede platen multiplex, MDF of metaal, gecentreerd boven het scherm;
- v. basisscherm met reflecterende L-top, bestaande uit 1 m brede platen multiplex, MDF of metaal, gemonteerd aan de bronzijde van het scherm.

Alle referentieconstructies worden met en zonder absorberende bekleding op het basisscherm gemeten (zie ook paragraaf 4.2).

## Literatuur

- [1] PrENV 1793 – 4, Road traffic noise reducing devices – Test method for determining the acoustic performance – Part 4: Intrinsic characteristics – In situ values of sound diffraction, UNI – AFNOR (BNSR) Draft standard, Working Draft - Version 2.3, 18-09-2001.



**Datum**  
28 november 2001

**Onze referentie**  
HAG-MEM-010132c

**Blad**  
8/8

## Bijlage 1

