

## **Toepassingsadvies Schermen**

Het advies t.a.v. de toepassing van (geluids)schermen ter verbetering van de luchtkwaliteit langs snelwegen

Rapportnummer      IPL-1b

## Colofon

Titel	Toepassingsadvies schermen
Ondertitel	Het advies t.a.v. de toepassing van (geluids)schermen ter verbetering van de luchtkwaliteit langs snelwegen
Rapportnummer	IPL-1b
Status	Definitief
Datum van publicatie	December 2009
Opdrachtgevers	Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W) Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM)
Uitgevoerd door	Rijkswaterstaat - Dienst Verkeer en Scheepvaart Afdeling Innovatie & Implementatie (MII) Innovatieprogramma Luchtkwaliteit (IPL)
Informatie	DVS-loket Tel. (088) 798 25 55 E-mail: dvsloket@rws.nl
Dit advies is opgesteld door	Jan Hooghwerff (M+P) Niels Lanser (DVS) Lotje van Ooststroom (DVS) Christiaan Tollenaar (M+P)
Medewerking van	Aad Bezemer (VROM) Riekele de Boer (DVS) Evert Hageman (DVS) Marcel de Hoop (HDJZ) Henk van Hoorn (DGMo) Christa Kempenaar (DVS) Lysander Lantain (DGMo) Carla Mors (DNH) Marij Philippens (VROM) Stanley Rigters (DVS) Jos Sprangers (DVS) Willem Jan van Vliet (DVS) Robert van Winden (SDG)
Rapport downloaden	<a href="http://www.verkeerenwaterstaat.nl">www.verkeerenwaterstaat.nl</a> (actueel/publicaties)
Trefwoorden	Luchtkwaliteit, geluidsschermen
Copyright	Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart, Delft 2009

**Disclaimer**

Dit rapport is opgesteld in het kader van het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit (2005 – 2009) dat in opdracht van de ministeries van Verkeer en Waterstaat en VROM werkt aan innovatieve oplossingen die bijdragen aan verbetering van de luchtkwaliteit op en rond snelwegen. Rijkswaterstaat voert het programma uit.

Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS), en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben de in deze publicatie opgenomen gegevens zorgvuldig verzameld naar de laatste stand van wetenschap en techniek. Desondanks kunnen er onjuistheden in deze publicatie voorkomen.

Rijkswaterstaat sluit, mede ten behoeve van degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die uit het gebruik van de hierin opgenomen gegevens mocht voortvloeien.

## Inhoud

1	De maatregelen van het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit	5
2	Beschrijving maatregel	6
3	Werking	6
4	Resultaten uit het onderzoek	6
5	Conclusies uit het onderzoek	8
6	Effecten geluidsschermen op geluid	10
7	Kosten	10
8	Toepassingsadvies	11
9	Toepassingscriteria	11

## 1

### **De maatregelen van het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit**

Het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit (IPL) heeft van 2005-2009 in opdracht van de ministeries van Verkeer en Waterstaat en VROM onderzoek uitgevoerd naar lokale maatregelen die bijdragen aan verbetering van de luchtkwaliteit, oftewel het verlagen van de concentraties NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub>, op en rond snelwegen.

In de vijf jaar van het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit zijn internationale onderzoeken op het gebied van luchtkwaliteit geïnventariseerd en naast elkaar gelegd. Doel was om te zoeken naar kansrijke, nieuwe ideeën om luchtkwaliteit te verbeteren. Vervolgens zijn er verdere onderzoeken uitgevoerd zoals bureaustudies, modelberekeningen, laboratoriumonderzoek én unieke, grootschalige praktijkproeven. Hierbij is samengewerkt met kennis- en onderzoeksinstituten, andere overheden en marktpartijen. Andere onderzoeken die zijn en worden uitgevoerd in binnen- en buitenland zijn zoveel mogelijk beschouwd en meegenomen in de onderzoeken die door het IPL zijn uitgevoerd. Bij de uitvoering van de grootschalige praktijkproeven zijn erkende (internationale) wetenschappers betrokken.

Er is gewerkt vanuit 6 zoekrichtingen. Voor elke zoekrichting is uiteindelijk een toepassingsadvies geschreven:

- Toepassingsadvies Schermen (rapport IPL-1b)
- Toepassingsadvies Vegetatie (rapport IPL-2b)
- Toepassingsadvies Wegdekken (rapport IPL-3b)
- Toepassingsadvies TiO<sub>2</sub> coating (rapport IPL-4b)
- Toepassingsadvies Overkappen & Luchtreiniging (rapport IPL-5b)
- Toepassingsadvies Dynamisch Verkeersmanagement (rapport IPL-6b)

De toepassingsadviezen zijn bedoeld om hulp te bieden bij de aanpak van te hoge NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> concentraties langs snelwegen. Welke maatregel gebruikt kan worden voor een bepaalde situatie is van dermate veel factoren afhankelijk dat er voor gekozen is om hier geen afwegingskader voor te ontwikkelen. In veel situaties zal het nuttig zijn meerdere toepassingsadviezen te beschouwen.

De adviezen bieden geen voorschriften maar geven richting aan de afweging om maatregelen in te zetten voor een bepaalde situatie. Dit rapport beschrijft de stand van zaken eind 2009. Toekomstige onderzoeken en nieuwe methoden kunnen nieuwe inzichten opleveren.

Voorliggend rapport: Toepassingsadvies Schermen, IPL-1b beschrijft het toepassen van (geluids)schermen ter verbetering van de luchtkwaliteit langs snelwegen.

Dit toepassingsadvies geeft advies omtrent de toepassing van deze maatregel op basis van het onderzoek dat in het kader van het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit is uitgevoerd. Het gehele onderzoek is samengevat in de publicatie IPL-1a: Invloed schermen op de luchtkwaliteit.

## 2 **Beschrijving maatregel**

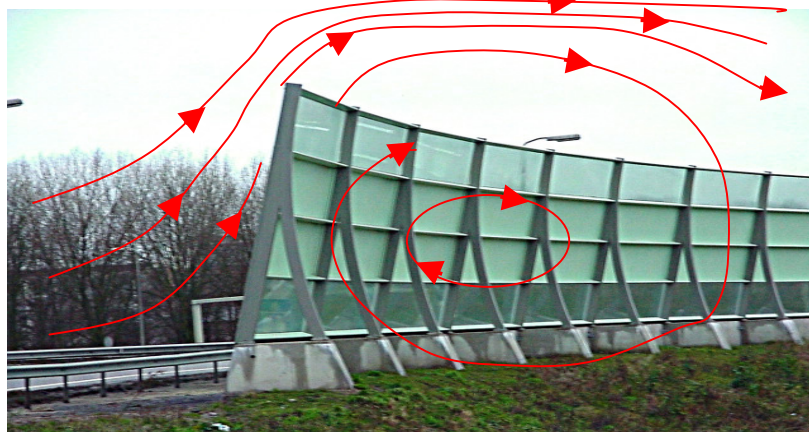
De maatregel betreft het plaatsen van (geluids)schermen langs snelwegen om de luchtkwaliteit op de in het kader van wet- en regelgeving te toetsen gebieden langs de weg te verbeteren en daarmee binnen de door de EU gestelde grenswaarden te blijven. De stoffen waarvoor grenswaarden gelden zijn onder andere NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub><sup>1</sup>.

Een neveneffect is de positieve invloed op de geluidsniveaus ten gevolge van de weg.

## 3 **Werking**

Het effect van schermen op de concentraties NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> achter het scherm is terug te voeren op de invloed die het scherm heeft op de stroming van de lucht nabij het scherm. Het effect berust op verdunning en daarbij is een combinatie van twee mechanismen werkzaam:

- "turbulentie" met als gevolg extra inmenging van verontreinigde lucht met schonere achtergrondlucht waardoor de concentraties afnemen;
- "opstuwing" van verontreinigde lucht naar hogere luchtlagen waardoor de concentraties op leefniveau worden verlaagd.



In de Regeling beoordeling luchtkwaliteit<sup>2</sup> (Rbl) worden rekenregels gegeven hoe deze effecten te berekenen zijn in luchtkwaliteitonderzoek. In de Rbl worden geen functionele specificaties gegeven waar een scherm aan zou moeten voldoen met betrekking tot de verbetering van de luchtkwaliteit achter dat scherm.

## 4 **Resultaten uit het onderzoek**

De rekenregels waar volgens de Rbl mee wordt gerekend zijn gebaseerd op windtunnelonderzoek.

<sup>1</sup> zie [www.vrom.nl](http://www.vrom.nl) voor de meest recente normen

<sup>2</sup> Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007, ([www.vrom.nl](http://www.vrom.nl))

Om de werking van schermen ook met praktijkmetingen aan te tonen, zijn in het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit naast literatuur- en windtunnelonderzoek grootschalige praktijkproeven in de Proeftuin Schermen langs de A28 uitgevoerd.

Deze praktijkmetingen hadden een tweeledig doel:

1. Het effect van schermen in een praktijksituatie aantonen.
2. Onderzoeken of het mogelijk is het effect van een geluidsscherm te optimaliseren ten behoeve van de verbetering van de luchtkwaliteit langs snelwegen. Hiertoe zijn marktpartijen gestimuleerd innovatieve schermen te ontwikkelen.

De stoffen waarvoor grenswaarden gelden zijn onder andere  $\text{NO}_2$  en  $\text{PM}_{10}$ <sup>3</sup>. In de Proeftuin Schermen is het effect van schermen op de concentraties  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{NO}_2$  en  $\text{NO}_x$  onderzocht.

De invloed op deze concentraties is onderzocht voor de volgende schermen:

- 4 meter hoog scherm (in het onderzoek aangeduid als het referentiescherm)
- 7 meter hoog scherm
- Zeven innovatieve schermen met steeds een hoogte van 4 meter met extra voorzieningen ten behoeve van de verbetering van luchtkwaliteit, onder andere:
  - Scherm van vegetatie
  - Scherm met titaandioxide coating
  - (Gedeeltelijk) poreus scherm
  - Scherm met actief filter
  - Scherm met T-top
  - Scherm met gecombineerde werking

Alle negen schermen:

- Waren 100 meter lang
- Waren verticaal geïmponeerd
- Stonden op dezelfde afstand tot de weg, circa 8 meter uit de rechter kantstreep van de rechterrijstrook.



De Proeftuin was ingericht langs de A28 in de gemeente Putten. Achter elk scherm en voor een situatie zonder scherm (de nullijn) waren 3 meetposities opgesteld (op 5, 10 en 28,5 meter achter het scherm). Tevens was een meetopstelling aan de

<sup>3</sup> zie [www.vrom.nl](http://www.vrom.nl) voor de meest recente normen

overzijde van de weg opgesteld om de achtergrondconcentratie te kunnen vaststellen. Op al deze meetopstellingen werden de concentraties PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> gemeten.

Het effect van de verschillende schermen op de wegbijdrage werd steeds vastgesteld door de concentraties op de nullijn te vergelijken met de achtergrondconcentratie (bepalen wegbijdrage) en deze vervolgens weer te vergelijken met de concentraties achter de verschillende schermen (bepalen schermeffect).

Er zijn 5 meetsessies uitgevoerd van steeds minimaal 3 maanden. Deze en andere onderzoeken met betrekking tot (geluids)schermen zijn meer uitgebreid beschreven in de publicatie: IPL-1a: Invloed schermen op de luchtkwaliteit.

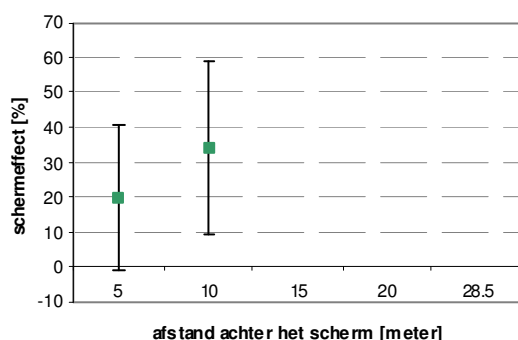
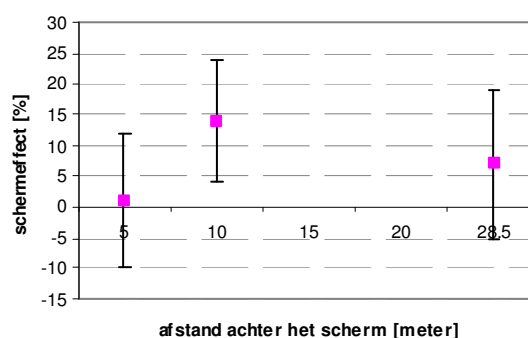
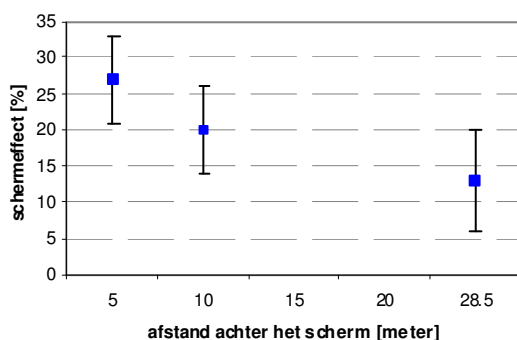
## 5 Conclusies uit het onderzoek

Schermen hebben een positief effect op de luchtkwaliteit. De concentraties NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> zijn op 10 meter achter het scherm significant lager dan op een meetlocatie zonder scherm. In de onderstaande tabel en grafieken zijn de in de Proeftuin Schermen gevonden effecten van schermen op de wegbijdrage weergegeven. De metingen aan het 7 meter hoge scherm hebben slechts enkele maanden geduurd.

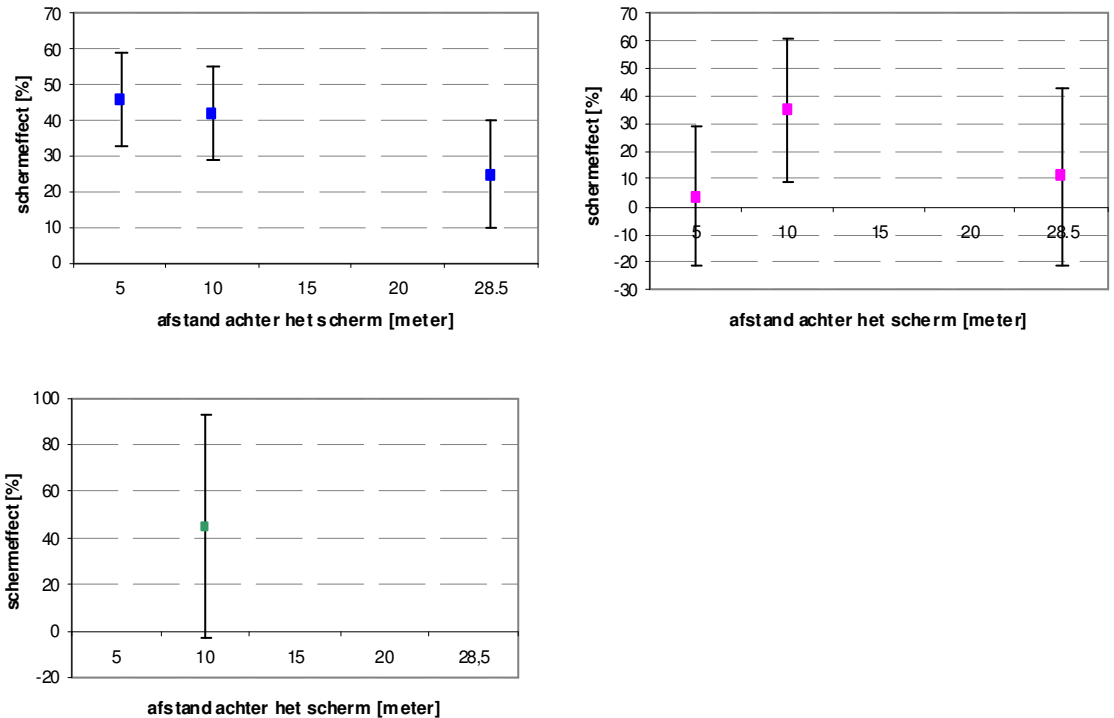
hoogte scherm	4 meter	7 meter
NO <sub>2</sub>	14% (± 10%)	35% (± 26%)
NO <sub>x</sub>	20% (± 6%)	42% (± 13%)
PM <sub>10</sub>	34% (± 25%)	45% (± 48%)

*Gemiddeld effect op de wegbijdrage en onzekerheid (95% betrouwbaarheidsinterval) van het vier meter hoge referentiescherm en het zeven meter hoge scherm op 10 meter achter het scherm in de Proeftuin Schermen*

*Effect vier meter scherm (referentiescherm) op NO<sub>x</sub> (links) en NO<sub>2</sub> (rechts) en PM<sub>10</sub> (onder).*



Effect zeven meter scherm op NO<sub>x</sub> (links) en NO<sub>2</sub> (rechts) en PM<sub>10</sub> (onder)



#### Overige conclusies:

- Het uitvoeren van verschildmetingen van PM<sub>2,5</sub> en PM<sub>10</sub> is in de praktijk zeer moeilijk gebleken. Daarom zijn er geen betrouwbare meetresultaten van de geluidsschermen op de concentraties PM<sub>2,5</sub> en alleen betrouwbare meetresultaten van de geluidsschermen op de concentraties PM<sub>10</sub> uit de laatste 2 meetsessies.
- Omdat de bijdrage van het verkeer voor PM<sub>10</sub> relatief beperkt is, zijn de betrouwbaarheidsintervallen voor PM<sub>10</sub> groter dan bij de effecten van schermen op NO<sub>x</sub> en NO<sub>2</sub>.
- De vier meter hoge, innovatieve schermen die in het kader van het Innovatieprogramma Luchtkwaliteit zijn beproefd, hebben in de praktijkproeven geen significant groter effect laten zien ten opzichte van het vier meter referentiescherm. Er zijn zelfs indicaties van een kleiner effect. Op basis van dit onderzoek kan niet vastgesteld worden waarom deze vier meter hoge innovatieve schermen geen groter effect laten zien.
- Het referentiescherm, een dun glazen scherm, bleek in de praktijk de grootste werking te hebben van alle 4 meter hoge schermen die beproefd zijn.  
Eigenschappen van het glazen scherm:
  - o Niet poreus (= akoestisch dicht)
  - o Harde randen
  - o Een glad oppervlak
- De meetresultaten uit het onderzoek "Proeftuin Schermen" zijn vooralsnog niet gegeneraliseerd en zijn derhalve alleen geldig voor de locatie en de periode waarin ze bepaald zijn.

- Op dit moment geven de resultaten uit de proeftuin geen directe aanleiding de rekenregels in de Rbl aan te passen.
- De resultaten van deze proef zullen in 2010 middels windtunnelonderzoek worden gegeneraliseerd, mits windtunnelonderzoek daartoe een valide methode is gebleken. Na deze generalisatieslag zal door het ministerie van VROM worden beoordeeld of er voldoende reden is om de Rbl aan te passen.

## **6 Effecten geluidsschermen op geluid**

Geluidsschermen worden primair neergezet om geluid afkomstig van de snelweg te weren. Indien een scherm dus ter verbetering van de luchtkwaliteit wordt toegepast, is het effect op het geluidsniveau afkomstig van de weg een positief neveneffect.

Het effect van een geluidsscherm op het geluidsniveau kan berekend worden middels de rekenregels die hiervoor gelden en welke beschreven zijn in het Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006.

In de GCW<sup>4</sup> zijn de akoestische eisen beschreven waaraan een geluidsscherm moet voldoen ten aanzien van isolatie, absorptie en diffractie. Ten tijde van de totstandkoming van dit advies is nog niet duidelijk of het akoestische effect van schermen die neergezet worden ter verbetering van de luchtkwaliteit, ook in juridische zin ingeboekt kunnen gaan worden.

Op basis van het Proeftuinonderzoek kan geconcludeerd worden dat eisen ten aanzien van geluid niet tegenstrijdig zijn met de eigenschappen die er voor zorgen dat een scherm effectief is voor luchtkwaliteit.

## **7 Kosten**

De kosten van een scherm voor luchtkwaliteit zijn, zoals dat voor elk ander (geluids)scherm geldt, afhankelijk van factoren als ontwerp, materialen en locatieafhankelijke funderingseisen. Omdat een standaard geluidsscherm ten behoeve van luchtkwaliteit geen extra functionaliteiten hoeft te bezitten, mag verwacht worden dat de kosten hiervoor niet hoger zijn dan van een geluidsscherm in de betreffende situatie.

Voor de kosten van geluidsschermen zijn kostenkentalen gedefinieerd. De kostenkentalen<sup>5</sup> voor geluidsschermen zijn gebaseerd op de inzichten vanuit de Dienst Infrastructuur (DI), de Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS) en de kostengegevens van het Bureau Sanering Verkeerslawaaai. Bedacht moet worden dat de schermkosten gemiddelde kosten betreffen. Vanuit de projecten is bekend dat de feitelijke kosten bij geluidsschermen veel spreiding geven. Deze spreiding wordt geschat op circa 40%.

In onderstaande tabel zijn de kosten samengevat, inclusief interne productiekosten (IPK) en BTW (prijspeil 2007). De kosten zijn afhankelijk van de schermhoogte.

<sup>4</sup> GCW = Richtlijnen voor geluidbeperkende constructies langs wegen, CROW publicatie

<sup>5</sup> De kosten zijn overgenomen uit het DVS-rapport: Kostenkentalen 2009, 30 september 2009

Naast deze investeringskosten dient ook rekening gehouden te worden met kosten voor instandhouding (vervangingsinvestering verspreid over 30 jaar) en kosten voor beheer en onderhoud.

hoogte scherm m	investering €/m	instandhouding €/m/jr
1	825	28
2	1.449	48
3	2.066	69
4	2.678	89
5	3.284	109
6	3.884	129
7	4.479	149
8	5.069	169

Voor schermen hoger dan 8 meter gelden andere kostenkentalen.

## 8 Toepassingsadvies

Met de praktijkmetingen in de Proeftuin Schermen is aangetoond dat schermen een positief effect hebben op de concentraties NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub>. Het advies is daarom dat (geluids)schermen toegepast kunnen worden, daar waar noodzakelijk en (kosten)effectief.

Omdat er op dit moment geen directe aanleiding is de rekenregels uit de Rbl aan te passen, moet in luchtkwaliteitonderzoeken gerekend worden met Standaardrekenmethode 2 uit de Regeling beoordeling luchtkwaliteit (Rbl).

De resultaten van de Proeftuin Schermen zullen in 2010 verder gegeneraliseerd worden. Als na deze generalisatieslag blijkt dat de huidige methode aangepast moet worden, zal dat te zijner tijd in een update van de Rbl worden meegenomen.

Uit het Proeftuinonderzoek is gebleken dat (de beproefde) innovatieve schermen geen significante extra werking laten zien op de wegbijdrages NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub>. Het advies is daarom met het ontwerp van het scherm zo dicht mogelijk bij het ontwerp van een geluidsscherm te blijven. Dit omdat een extra werking van verschillende schermoptimalisaties in de Proeftuin Schermen niet aangetoond is en er dus geen aanleiding is hiervoor extra kosten te maken.

## 9 Toepassingscriteria

Geadviseerd wordt dus het ontwerp van een scherm ter verbetering van de luchtkwaliteit zo dicht mogelijk bij het ontwerp van een geluidsscherm te laten aansluiten:

- Gelijkwaardig aan een standaard geluidsscherm (akoestisch dicht, scherpe (diffractie)rand, etc);
- Vlak oppervlakte van het materiaal; het toegepaste materiaal kan wel absorberende eigenschappen hebben, zolang het maar vlak is uitgevoerd;
- Verticaal geplaatst; indien dit vanuit akoestisch oogpunt onwenselijk is doordat er dan hinderlijke reflecties kunnen optreden, kan het scherm onder een flauwe hoek worden geplaatst (ongeveer 10 graden). De verwachting is dat dit

nauwelijks van invloed zal zijn voor de mate waarin het scherm effectief zal zijn voor luchtkwaliteit. Dit is echter niet onderzocht;

- Het scherm zal een minimale lengte moeten hebben. Dit is niet specifiek onderzocht, maar geadviseerd wordt om een scherm een minimale lengte van 100 meter te geven om te voorkomen dat luchtstromen gemakkelijk om de zijkant van het scherm kunnen buigen;
- Daarnaast zal het scherm aan dezelfde constructieve- en veiligheidseisen moeten voldoen als een geluidsscherm. Deze criteria zijn beschreven in de GCW<sup>4</sup>.