


---

# **Effecten en kosten van leefbaarheidsmaatregelen**

## **Gebruikersdeel**

definitief

1. Rapportnummer DWW-2002-114	2. Serienummer	3. Ontvanger catalogus nummer	
4. Titel en subtitel Effecten en kosten van leefbaarheidsmaatregelen		5. Datum rapport 29 oktober 2002	6. Code uitvoerende organisatie
		8. Nummer rapport uitvoerende organisatie	
7. Schrijver(s) mw. G.G. van Eck M.Sc., dhr. ir. M.H. Nijboer, mw. ir. M.J. Plantinga		10. Projectnaam Effecten en Kosten van Leefbaarheidsmaatregelen op het Hoofdwegennet (EKoL)	
9. Naam en adres opdrachtnemer Tauw bv Afdeling Stedelijk Gebied & Infrastructuur Postbus 133 7400 AC Deventer  Projectleider opdrachtnemer dhr. ing. J.Th.E. Westerhof		11. Contractnummer DWW133	
		13. Type rapport	
12. Naam en adres opdrachtgever Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde Postbus 5044 2600 GA DELFT		14. Code andere opdrachtgever	
15. Opmerkingen Verspreiding 0 Ministerie V&W ja – nee 0 Derden ja – nee			
16. Referaat  In het rapport 'Effecten en kosten van leefbaarheidsmaatregelen' worden effecten en kosten beschreven van maatregelen ter verbetering van de kwaliteit van de leefomgeving op het hoofdwegennet. Het rapport beperkt zich tot beheersmaatregelen gericht op verbetering van de leefbaarheid op het hoofdwegennet (inclusief niet-autosnelwegen in beheer bij het rijk), die ingrijpen op de inrichting. Het gaat dus om leefbaarheidsmaatregelen die een verandering in de fysieke leefomgeving teweegbrengen. Beleidsvoornemens en ruimtelijke plannen, zoals het terugdringen van het autogebruik of bestemming van een gebied tot natuur, worden niet beschouwd. Binnen leefbaarheid worden de volgende thema's onderscheiden: natuur en landschap, bodemverontreiniging, geluidsoverlast, luchtkwaliteit, oppervlaktewaterkwaliteit, lichthinder, externe veiligheid, energie en verdroging. De rapportage bestaat uit twee delen: een achtergrondnotitie met de gevolgde werkwijze en aanbevelingen en een gebruikersdeel dat de effecten en kosten van leefbaarheidsmaatregelen bevat. Het gebruikersdeel geeft per leefbaarheidsthema een overzicht van beleid en wetgeving op het gebied van leefbaarheid en van de leefbaarheidsmaatregelen die voor dat thema zijn opgenomen. Ook zijn voor alle leefbaarheidsmaatregelen maatregelbladen opgenomen, geordend op leefbaarheidsthema. De maatregelbladen bevatten de volgende informatie: naam, omschrijving, realiseerbaarheid, kosten, effecten op leefbaarheid, effecten op bereikbaarheid, effecten op verkeersveiligheid, opmerkingen effecten, aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit, bronnen voor verdere informatie.			
17. Trefwoorden: Rijkswegen, maatregelen, wegbeheer, milieu, leefbaarheid		18. Distributie systeem Verkrijgbaar bij de Dienst Weg- en Waterbouwkunde T.a.v. Mw. M.A. Schomaker Tel: 015-2518 308	
19. Classificatie	20. Classificatie deze pagina	21. Aantal blz.	22. Prijs: €
23. Acceptatie Projectleider dhr. ing. J.G. de Vries  	24. Acceptatie productgroepleider dhr. drs. R. Cuperus	25. Acceptatie afdelingshoofd dhr. ir. P. Aanen	

---

## **Verantwoording**

Titel	Effecten en kosten van leefbaarheidsmaatregelen, gebruikersdeel
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Projectbegeleider DWW	dhr. ing. J.G. de Vries
Projectleider Tauw bv	dhr. ing. J.Th.E. Westerhof
Auteur(s)	mw. G.G. van Eck M.Sc., dhr. ir. M.H. Nijboer, mw. ir. M.J. Plantinga
Projectnummer	3957292
Aantal pagina's	282 (exclusief bijlagen)
Handtekening	

Datum 30 oktober 2002

## **Colofon**

Tauw bv  
afdeling Stedelijk Gebied & Infrastructuur  
Handelskade 11  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
Telefoon (0570) 69 99 11  
Fax (0570) 69 96 66



## Inhoud

1	Voorwoord .....	7
2	Inleiding .....	9
3	Overzicht maatregelen leefbaarheid.....	11
4	Format maatregelblad .....	19
5	Selecteren van maatregelen.....	22
6	Beleid en maatregelen.....	28
6.1	Natuur en landschap.....	28
6.1.1	Wettelijk kader .....	28
6.1.2	Landelijk beleid.....	29
6.1.3	Beleid RWS.....	31
6.1.4	Maatregelen in het kader van natuur en landschap .....	31
6.2	Bodemverontreiniging.....	32
6.2.1	Wettelijk kader .....	33
6.2.2	Landelijk beleid.....	35
6.2.3	Beleid RWS.....	36
6.2.4	Maatregelen in het kader van bodemverontreiniging .....	37
6.3	Geluidsoverlast .....	37
6.3.1	Wettelijk kader .....	37
6.3.2	Landelijk beleid.....	39
6.3.3	Beleid RWS.....	40
6.3.4	Maatregelen tegen geluidsoverlast .....	40
6.4	Luchtverontreiniging .....	41
6.4.1	Wet- en regelgeving .....	42
6.4.2	Landelijk beleid.....	42
6.4.3	Taken RWS.....	44
6.4.4	Maatregelen in het kader van luchtkwaliteit .....	44
6.5	Verontreiniging oppervlaktewater .....	45
6.5.1	Wettelijk kader .....	45
6.5.2	Landelijk beleid.....	46
6.5.3	Beleid RWS.....	47
6.5.4	Maatregelen in relatie tot verontreiniging oppervlaktewater .....	47
6.6	Lichthinder .....	47
6.6.1	Wettelijk kader .....	47
6.6.2	Landelijk beleid.....	48
6.6.3	Beleid RWS.....	48
6.6.4	Maatregelen tegen lichthinder .....	48
6.7	Externe veiligheid .....	49
6.7.1	Wettelijk kader .....	49
6.7.2	Landelijk beleid.....	49
6.7.3	Beleid RWS.....	51
6.7.4	Maatregelen externe veiligheid .....	51
6.8	Energie .....	52
6.8.1	Wettelijk kader .....	52
6.8.2	Landelijk beleid.....	52
6.8.3	Beleid RWS.....	53

6.8.4	Maatregelen in het kader van energie.....	54
6.9	Verdroging .....	54
6.9.1	Wettelijk kader .....	55
6.9.2	Landelijk beleid.....	55
6.9.3	Beleid RWS.....	56
7	Maatregelbladen.....	58
7.1	Natuur en landschap.....	60
7.2	Bodemverontreiniging.....	169
7.3	Geluidsoverlast .....	193
7.4	Luchtkwaliteit .....	231
7.5	Oppervlaktewaterkwaliteit.....	235
7.6	Lichthinder .....	257
7.7	Externe veiligheid .....	265
7.8	Energie .....	275
7.9	Verdroging .....	292

## Bijlagen

Fout! Geen inhoudsopgavegegevens gevonden.

## 1 Voorwoord

Dit overzicht van maatregelen op het gebied van leefbaarheid bij rijkswegen mag een prestatie van formaat genoemd worden. Niet alleen wat omvang betreft, maar vooral wat betreft de veelheid en gevarieerdheid aan informatie. Een zeer groot aantal collega's van binnen en buiten Rijkswaterstaat heeft dan ook aan dit product bijgedragen waarvoor ik hen zeer erkentelijk ben.

Het nu voorliggende product is bedoeld als een van de bouwstenen van een catalogus met maatregelen op het gebied van bereikbaarheid, leefbaarheid en veiligheid. Deze, door AVV en DWW nog te ontwikkelen catalogus, zal een rol gaan spelen in het proces van wegbeheer, met name bij het opstellen van regionale beheerplannen. Zowel opdrachtgever Hoofdkantoor als klant Wegbeheer hebben aangegeven veel belang aan een dergelijk product te hechten.

Aan een product waaraan door zo veel mensen is bijgedragen en waar zoveel informatie vanuit vaak zeer verschillende bronnen bijeen is gebracht, kleven onvermijdelijk onvolkomenheden. Nadrukkelijk wordt daarom opgemerkt dat dit overzicht voor verdere optimalisering vatbaar is. Informatie over kosten van diverse maatregelen bijvoorbeeld bleek zeer moeizaam te vinden of voor dit doel niet beschikbaar. Met name op milieugebied verlopen veel ontwikkelingen in een hoog tempo en veel informatiebronnen bleken verouderde informatie te bevatten. Alle maatregelen zijn weliswaar voorgelegd aan specialisten en alle commentaren op conceptversies zijn zo goed mogelijk verwerkt, maar niettemin blijven wij benieuwd naar gebruikservaringen vanuit de praktijk, om hier ons voordeel mee te kunnen doen.

Het overzicht is primair bedoeld als eerste ingang voor het naslaan van informatie over problemen en mogelijke oplossingen op het gebied van leefbaarheid, natuur en landschap bij rijkswegen. Het is zeker (nog) niet te gebruiken als handleiding voor het gedetailleerd uitwerken van maatregelen, bijvoorbeeld in bestekken – daar zijn andere handleidingen voor en naar deze handleidingen wordt waar nodig ook verwezen. Nieuw in dit overzicht is het zichtbaar maken van de effecten van leefbaarheidsmaatregelen op bereikbaarheid en verkeersveiligheid. De informatie in dit rapport kan dan ook zeker nuttig zijn voor deskundigen op andere vakgebieden dan alleen leefbaarheid.

Het lijkt misschien een open deur, maar een waarschuwing vooraf is nodig: “lees vóór gebruik eerst de bijsluiter”. De inleidende en toelichtende tekstgedeelten in dit rapport bevatten informatie waarmee misverstanden over opzet, doel en gebruik van het overzicht voorkomen kunnen worden.

Ik hoop dat het gebruik van dit overzicht er mede toe zal leiden dat we over enige tijd een maatregelencatalogus kunnen ontwikkelen die zijn weg zal vinden onder vele enthousiaste en trouwe gebruikers.

Hans de Vries,  
projectleider leefbaarheid, DWW





## 2 Inleiding

Voor u ligt het gebruikersdeel van het rapport 'Effecten en kosten van leefbaarheidsmaatregelen'. Een leidraad waarin maatregelen ter bevordering van de kwaliteit van de leefomgeving worden beschreven, en waarbij wordt aangegeven wat de effecten van de maatregelen op de leefomgeving, de bereikbaarheid en de verkeersveiligheid zijn.

De rapportage is opgesteld in het kader van het project Effecten en Kosten van Leefbaarheidsmaatregelen op het Hoofdwegennet (EKoL). Dit project is uitgevoerd in opdracht van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van de Rijkswaterstaat (RWS) door Tauw in samenwerking met Goudappel Coffeng. Samen met vergelijkbare projecten op het gebied van bereikbaarheid (uitgevoerd door Arcadis in samenwerking met Goudappel Coffeng in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) van RWS) en verkeersveiligheid (uitgevoerd door Grontmij in opdracht van de AVV) is een compleet overzicht beschikbaar van de verschillende maatregelen.

Deze studie beperkt zich tot een bundeling van bestaande kennis. Voor het samenstellen van de leidraad is dus geen nieuw onderzoek uitgevoerd. De gegevens uit dit rapport vragen dan ook altijd om een situatiespecifieke interpretatie. Het is onmogelijk een uitputtend overzicht te geven van alle studies en rapporten op het gebied van leefbaarheidsmaatregelen in Nederland en buiten Nederland (denk bijvoorbeeld aan kennisnetwerken zoals IENE en ICOET), maar we verwachten met deze rapportage een praktische toepassing te geven van leefbaarheidsmaatregelen binnen wegbeheer.

Tot slot wordt opgemerkt dat dit rapport zich beperkt tot beheersmaatregelen gericht op de verbetering van de leefbaarheid op het hoofdwegennet (inclusief niet-autosnelwegen in beheer bij het rijk), die ingrijpen op de inrichting. Het gaat dus om leefbaarheidsmaatregelen die een verandering in de fysieke leefomgeving teweegbrengen. Beleidsvoornemens en ruimelijke plannen zoals het terugdringen van het autogebruik en bestemmingswijzigingen worden niet beschouwd.

### Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd:

Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de leefbaarheidsmaatregelen die zijn opgenomen in dit rapport. Dit overzicht geeft tevens aan op waar in het rapport (op welke pagina) het bijbehorende maatregelblad te vinden is.

In hoofdstuk 4 wordt het format van de maatregelbladen toegelicht.

Hoofdstuk 5 bevat een beknopte handleiding voor het selecteren van maatregelen.

Hoofdstuk 6 geeft, per leefbaarheidsthema, een overzicht van beleid en wetgeving op het gebied van leefbaarheid en een overzicht van de leefbaarheidsmaatregelen die behandeld worden in de rapportage. Hierbij wordt tevens aangegeven op waar (op welke bladzijden) de maatregelbladen te vinden zijn. In de overzichten van beleid en wetgeving wordt algemene informatie behandeld die niet in de maatregelbladen terugkomt. Wanneer voor een bepaalde maatregel specifieke zaken op het gebied van beleid en wetgeving van belang zijn, komt dat wel terug op het maatregelblad.

Hoofdstuk 7 bevat tenslotte alle maatregelbladen. De maatregelbladen zijn geordend op thema en genummerd. De volgorde van de thema's is:

1. Natuur en landschap.
2. Bodemverontreiniging.
3. Geluidsoverlast.
4. Luchtverontreiniging.
5. Verontreiniging oppervlaktewater.
6. Lichthinder.
7. Externe veiligheid.
8. Energie.
9. Verdroging.

Voor de volgorde van de maatregelbladen wordt verwezen naar het overzicht in hoofdstuk 3.

### **Achtergrondnotitie**

Bij dit rapport hoort nog een achtergrondnotitie. De achtergrondnotitie geeft algemene informatie over de rapportage en over het project Effecten en Kosten van Leefbaarheidsmaatregelen op het hoofdwegennet. Dit deel is bedoeld voor lezers die meer willen weten over de achtergronden van de rapportage, de werkwijze die gevolgd is bij de ontwikkeling van de rapportage en de gebruikte systematiek voor het opzetten van de maatregelbladen.

### **3 Overzicht maatregelen leefbaarheid**

## Maatregelenlijst

Thema	Maatregelcategorie	Maatregelsoort	Maatregel	blz.	Maatregelvarianten
Natuur en Landschap	Faunavoorzieningen (bronmaatregelen)	Grofwildpassage	1. Ecoduct	59	
			2. Grofwildtunnel	66	
		Kleinwildpassage	3. Kleine faunatunnel	71	
			4. Dassentunnel	75	
			5. Amfibieëntunnel	80	
		Faunastroken viaduct	6. Stobbenwal op/onder viaduct	85	
			7. Doorgetrokken berm op/onder viaduct	89	
		Faunastroken langs water	8. Loopplanken in duiker	92	
			9. Ecoduiker	96	
			10. Natuurvriendelijke oever	100	Doorgetrokken oever Floatland Oeveraanpassing
	Afschermdende maatregelen (effectmaatregelen)	Hydrologisch	11. Folie	105	
			12. Scherm	108	
			13. Zaksloot in plaats van bermsloot	111	
			14. Gescheiden riolering	114	
		Geluid, zicht en licht	15. Stiller wegdek	193	
			16. Schermen	196	
			17. Afscherming door middel van groen	119	Inclusief begroeiing
			18. Aanpassingen aan installaties	255	
		Barrière voor fauna	19. Grofwild- en reeraster	123	Inclusief aanvullende faunavoorzieningen
			20. Kleinwild- en dassenraster	126	Inclusief aanvullende faunavoorzieningen
			21. Amfibieënraster en –geleidewand	129	
			22. Wildrooster	133	Inclusief aanvullende faunavoorzieningen

Thema	Maatregelcategorie	Maatregelsoort	Maatregel	blz.	Maatregelvarianten
			23. Wildafschrikkende maatregelen	136	Wildspiegels Wildreflectoren Geur Geluid
		Verkeersmaatregelen	24. verlagen maximumsnelheid	139	

Thema	Maatregelcategorie	Maatregelsoort	Maatregel	blz.	Maatregelvarianten
<b>Natuur en landschap</b>	Afschermende maatregelen (effectmaatregelen)	Verkeersmaatregelen	1. Verkeersborden (waarschuwborden)	142	
			2. Verkeersborden (signaleringsborden)	145	
			3. Inhaalverbod voor vrachtwagens	148	
	Milieubouwmaatregelen (ontwikkeling-maatregelen)	Herprofilering watergangen en aanpassen begroeiing	4. Watergangen en –partijen	151	Aanleg en herinrichting natuurlijke bermsloten Ecologisch bermbeheer van sloten Aanleg en herinrichting poelen en drassen Aanleg en herinrichting plas-dras
			5. Kruidachtige vegetatie	154	Beplanting aanbrengen en verwijderen Ecologisch bermbeheer van graslanden
			6. Houtachtige vegetatie	157	Beplanting aanbrengen en verwijderen Ecologisch bermbeheer van boomweiden
		Bijzondere biotopen	7. Oeverwaluwand	160	
			8. Vleermuiswinterverblijven	162	
<b>Bodem-verontreiniging</b>	Voorkomen bodemverontreiniging (bronmaatregelen)	Verkeersmaatregelen	9. Signalering bij grondwaterbeschermingsgebieden	145	
		Diffuse verontreiniging	10. Zoab	193	
			11. Bovengrondse infiltratievoorzieningen	236	
			12. Ondergrondse infiltratievoorzieningen	240	
			13. Zaksloot in plaats van bermsloot	111	
			14. Aanpassen berminrichting	244	
			15. Aanpassen bermgrond	248	

Thema	Maatregelcategorie	Maatregelsoort	Maatregel	blz.	Maatregelvarianten
	Aanpakken reeds ontstane bodemverontreiniging	Onderzoek en sanering	16. Bodemonderzoek	175	
			17. Waterbodemonderzoek, -onderhoud en –sanering	179	
			18. Bodemsanering	184	

Thema	Maatregelcategorie	Maatregelsoort	Maatregel	blz.	Maatregelvarianten
Geluidsoverlast	Bronmaatregelen	Verkeersmaatregelen	1. Verlagen maximum snelheid	139	
			2. Signalering bij stiltegebieden	145	
			3. Stiller wegdek	193	Zoab Dubbellaagszoab
	Overdrachtsmaatregelen	Overdrachtsbeperkende maatregelen	4. Geluidsscherm verticale constructie	196	
			5. Geluidsscherm hellende constructie	200	
			6. Luifelconstructie	205	
			7. Tentvormige constructie	209	
			8. Stapelconstructie	212	
			9. Aardewal	216	Aardewal zand Aardewal grond Aardewal steenachtige materialen Terramedwand
			10. Kunstmatig groeiend scherm (kooiconstructie opgevuld met een humeus grondmengsel)	220	
			11. Afscherming door middel van groen	119	
			12. Isoleren van woningen	224	
Luchtkwaliteit	Bronmaatregelen	Verkeersmaatregelen	13. Verlagen maximum snelheid	139	
	Overdrachtsmaatregelen	Afschermende voorzieningen	14. Schermen	196	

Thema	Maatregelcategorie	Maatregelsoort	Maatregel	blz.	Maatregelvarianten
<b>Oppervlakte-waterkwaliteit</b>	Bronmaatregelen	Verkeersmaatregelen	1. Verlagen maximum snelheid	139	
			2. Signalering bij ecologisch kwetsbare gebieden	145	
			3. Zoab	193	
	Overdrachtsmaatregelen	Gecontroleerde afvoer afval/run-off water	4. Bovengrondse infiltratievoorzieningen	236	
			5. Ondergrondse infiltratievoorzieningen	240	
			6. Zaksloot in plaats van bermsloot	111	
			7. Aanpassen berminrichting	244	
			8. Aanpassen bermgrond	248	
<b>Lichthinder</b>	Bronmaatregelen	Beperking verwaaiing	9. Schermen	196	
		Beperken hoeveelheid licht	10. Aanpassingen aan installaties	255	Inclusief dynamische wegverlichting
	Overdrachtsmaatregelen	Afschermen licht	11. Schermen	196	
<b>Externe veiligheid</b>		Verkeersmaatregelen	12. Routing vervoer gevaarlijke stoffen	263	
			13. Vluchthavens/vluchtstroken	267	
<b>Energie</b>		Opwekken van duurzame energie	14. Zonnecollectoren (PV)	273	
			15. Warmteterugwinning uit asfalt	277	
		Bezuinigen op energie	16. Dynamische wegverlichting	282	
<b>Verdroging</b>		Terugdringen verdroging	17. Zaksloot in plaats van bermsloot	111	
			18. Bovengrondse infiltratievoorzieningen	236	
			19. Ondergrondse infiltratievoorzieningen	240	
			20. Aanpassen berminrichting	244	
			21. Aanpassen bermgrond	248	







## **4   Format maatregelblad**





## 5 Selecteren van maatregelen

In dit rapport zijn een groot aantal maatregelenbladen opgenomen. Het rapport kan gebruikt worden om meer informatie over een specifieke maatregel op te zoeken, maar ook om een of meerdere maatregelen te selecteren. In onderstaande tabel wordt een beknopte handleiding gegeven voor het selecteren van maatregelen.

Doel	Actie	Te vinden in
<b>Het oplossen van een bepaald probleem.</b>	1. Bestuderen wettelijk kader, beleid en mogelijke maatregelen van het leefbaarheidsthema waarbinnen het probleem valt.	Hoofdstuk 6, Beleid en overzicht maatregelen
	2. Opzoeken van de maatregelbladen die bij het thema horen aan de hand van de gegeven bladzijdenummers.	Hoofdstuk 7, Maatregelbladen
<b>Een idee hebben van de mogelijk toe te passen maatregelen in een bepaalde situatie.</b>	3. Bekijken welke maatregelen vaak toegepast worden in welke omgeving aan de hand het stuk hieronder over karakteristieke situaties.	Hoofdstuk 6, Beleid en overzicht maatregelen
	4. De maatregelenbladen opzoeken aan de hand van de gegeven bladzijdenummers.	Hoofdstuk 7, Maatregelbladen
<b>Informatie hebben over een bepaalde maatregel.</b>	5. De maatregel opzoeken in de overzichtstabel.	Hoofdstuk 6, Maatregelbladen
	6. Het maatregelblad opzoeken aan de hand van het gegeven bladzijdenummer.	Hoofdstuk 7, Maatregelbladen

### Karakteristieke situaties

Voor het kiezen van de toe te passen maatregel is met name de omgeving van de weg van belang. De centrale vraag hierbij is welke aspecten van belang zijn voor het bereiken van een hogere leefbaarheid gezien de omgeving. Op basis van deze situatie kunnen bepaalde maatregelen zeer goed, of juist niet worden toegepast. Om inzicht te bieden in deze mogelijkheden worden hier een viertal karakteristieke situaties uitgewerkt. Uitgangspunt is dat:

- de herkenbare situaties een beeld moeten geven van de belangrijkste leefbaarheidsmaatregelen in verschillende situaties;
- herkenbare situaties zijn nooit gelijk aan de werkelijkheid, maar dienen een goede dekking te geven van het totaal aan mogelijke situaties. Het streven is dat ongeveer 80% van de wegvakken hiermee gedekt is;

Op basis hiervan worden de volgende karakteristieke situaties (omgevingstypen) onderscheiden:

1. Open landschap:
  - agrarisch gebied
  - natuurgebied
  - verstedelijkt gebied
2. Halfopen landschap:
  - agrarisch gebied
  - natuurgebied
  - verstedelijkt gebied
3. Besloten landschap:
  - bosrijk gebied
  - sterk verstedelijkt gebied

Voorbeelden hiervan zijn:

- de rijksweg A15 tussen knooppunt Deil en Gorichem (open landschap);
- de rijksweg A58 tussen Tilburg en Eindhoven (halfopen landschap);
- de rijksweg A50 tussen Apeldoorn en Arnhem (besloten landschap, bosrijk gebied);

- de rijksweg A9 tussen de rijksweg A2 en de rijksweg A205 (besloten landschap, sterk verstedelijkt gebied).

In de matrix op de volgende bladzijde wordt een overzicht gegeven van de mogelijk toe te passen maatregelsoorten bij de verschillende omgevingstypen. Tussen haakjes is het bladzijdenummer gegeven waar de maatregelen te vinden zijn. Aanvullend hierop zijn een aantal maatregelen te onderscheiden die altijd overwogen kunnen worden:

- **Natuur en landschap:**
  - herprofilering watergangen en aanpassen begroeiing (151).
- **Bodemverontreiniging:**
  - onderzoek en sanering (175).
- **Geluidsoverlast:**
  - verlagen maximum snelheid (139);
  - signalering bij stiltegebieden (145);
  - stiller wegdek (193).
- **Energie:**
  - opwekken duurzame energie (273);
  - bezuinigen op energie (282).

Tabel 5.1 Mogelijk toe te passen maatregelen per omgevingstype.

Kenmerk Omgevingstype->	Open landschap	Halfopen landschap	Besloten landschap	
			Bosrijk gebied	Sterk verstedelijkt gebied
<b>Kruising met de Ecologische Hoofdstructuur</b>	<b>Lichthinder:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beperken hoeveelheid licht (255)</li> </ul>	<b>Natuur en landschap:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grofwildpassage (59)</li> <li>- kleinwildpassage (71)</li> <li>- faunastroken viaduct (85)</li> <li>- faunastroken langs water (92)</li> <li>- hydrologische afschermbende maatregelen (105)</li> <li>- afscherming van geluid, zicht en licht (193)</li> <li>- barrière voor fauna (123)</li> <li>- verlagen maximum snelheid (139)</li> <li>- verkeersborden (142)</li> </ul> <b>Lichthinder:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beperken hoeveelheid licht (255)</li> </ul>	<b>Natuur en landschap:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grofwildpassage (59)</li> <li>- kleinwildpassage (71)</li> <li>- faunastroken viaduct (85)</li> <li>- faunastroken langs water (92)</li> <li>- hydrologische afschermbende maatregelen (105)</li> <li>- afscherming van geluid, zicht en licht (193)</li> <li>- barrière voor fauna (123)</li> <li>- verlagen maximum snelheid (139)</li> <li>- verkeersborden (142)</li> </ul> <b>Lichthinder:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beperken hoeveelheid licht (255)</li> </ul>	
<b>In leefgebied oeverwaluw of vleermuizen</b>	<b>Natuur en landschap:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bijzondere biotopen (160)</li> </ul>	<b>Natuur en landschap:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bijzondere biotopen (160)</li> </ul>		
<b>In kwetsbaar gebied (Bijvoorbeeld natuurgebied, grondwaterbeschermingsgebied of bodem-beschermingsgebied)</b>	<b>Bodem:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- signaleringsborden (145)</li> <li>- voorkomen diffuse verontreiniging (193)</li> </ul> <b>Oppervlaktewater</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gecontroleerde afvoer afval/run-off water (236)</li> </ul> <b>Verdroging:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- terugdringen verdroging (289)</li> </ul>	<b>Bodem:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- signaleringsborden (145)</li> <li>- voorkomen diffuse verontreiniging (193)</li> </ul> <b>Oppervlaktewater</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gecontroleerde afvoer afval/run-off water (236)</li> </ul> <b>Verdroging:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- terugdringen verdroging (289)</li> </ul>	<b>Bodem:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- signaleringsborden (145)</li> <li>- voorkomen diffuse verontreiniging (193)</li> </ul> <b>Oppervlaktewater</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gecontroleerde afvoer afval/run-off water (236)</li> </ul> <b>Verdroging:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- terugdringen verdroging (289)</li> </ul>	<b>Bodem:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- signaleringsborden (145)</li> </ul>
<b>In verstedelijkt gebied</b>	<b>Geluidsoverlast:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- overdrachtsbeperkende maatregelen (196)</li> <li>- isoleren van woningen (224)</li> </ul> <b>Luchtkwaliteit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verlagen maximum snelheid (139)</li> </ul> <b>Externe veiligheid:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- routing vervoer gevaarlijke stoffen (263)</li> <li>- vluchthavens/vluchtstroken(267)</li> </ul>	<b>Geluidsoverlast:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- overdrachtsbeperkende maatregelen (196)</li> <li>- isoleren van woningen (224)</li> </ul> <b>Luchtkwaliteit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verlagen maximum snelheid (139)</li> </ul> <b>Externe veiligheid:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- routing vervoer gevaarlijke stoffen (263)</li> <li>- vluchthavens/vluchtstroken (267)</li> </ul>		<b>Geluidsoverlast:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- overdrachtsbeperkende maatregelen (196)</li> <li>- isoleren van woningen (224)</li> </ul> <b>Luchtkwaliteit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verlagen maximum snelheid (139)</li> </ul> <b>Externe veiligheid:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- routing vervoer gevaarlijke stoffen (263)</li> <li>- vluchthavens/vluchtstroken (267)</li> </ul>







## 6 Beleid en maatregelen

Dit hoofdstuk geeft per leefbaarheidsthema een overzicht van beleid en wetgeving op het gebied van leefbaarheid en een overzicht van de leefbaarheidsmaatregelen die behandeld worden in de rapportage. In deze overzichten wordt algemene informatie behandeld die niet in de maatregelbladen terugkomt. Wanneer voor een bepaalde maatregel specifieke zaken op het gebied van beleid en wetgeving van belang zijn, komt dat wel terug op het maatregelblad. Bij het overzicht van de maatregelen wordt inzicht gegeven in de systematiek voor het opnemen van de maatregelen.

Aandachtspunt bij het lezen van de diverse overzichten van beleid en wetgeving is de status van het Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (NVVP) waarnaar regelmatig verwezen wordt. In het Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (NVVP) is onder meer beleid gericht op leefbaarheid voorgesteld. Dit plan is echter verworpen door de Tweede Kamer. Het herziene NVVP zal naar verwachting in 2003 worden vastgesteld. Het overkoepelende milieubeleid is reeds vastgesteld in het Nationaal Milieubeleidsplan 4. De vertaling van deze milieudoelstellingen wordt door het ministerie van Verkeer en Waterstaat verder uitgewerkt in de herziene versie van het NVVP.

### 6.1 Natuur en landschap

Het thema natuur en landschap is een breed thema, waarbinnen verschillende deelaspecten zijn verzameld. Hierbij moet gedacht worden aan:

- behoud en bescherming van het landschap;
- behoud en bescherming van flora en fauna;
- beperken van hinder als gevolg van geluid, licht, barrières voor fauna.

In dit hoofdstuk worden de wetgeving en het beleid met betrekking tot natuur en landschap op hoofdlijnen geschetst. Daarna wordt een overzicht gegeven van de maatregelen ter bescherming van natuur en landschap langs het hoofdwegennet die in hoofdstuk 7 van deze rapportage zijn opgenomen.

#### 6.1.1 Wettelijk kader

##### Veranderingen in de Nederlandse wetgeving

Een verandering van de Nederlandse wet- en regelgeving met betrekking tot vooral natuur is deels recent afgerond en deels nog in procedure. De Natuurbeschermingswet en de Vogelwet worden vervangen door de Natuurbeschermingswet 1998 en de Flora en Faunawet. Beide wetten zijn inmiddels van kracht; de eerste is op dit moment echter nog niet volledig in werking getreden. Tot die tijd geldt nog de (oude) Natuurbeschermingswet voor wat betreft de bescherming van bijvoorbeeld Staats- en Beschermd Natuurmonumenten. De Vogelwet is per 1 april 2002 ingetrokken en vervangen door de Flora- en Faunawet. Tevens zijn enkele andere wetten, zoals de Wet Bedreigde Uitheemse Diersoorten en de Jachtwet in de Flora- en Faunawet opgenomen. De strekking en inhoud van deze wetten (Natuurbeschermingswet 1998 en Flora- en Faunawet) is hierna beknopt weergegeven.

### **Natuurbeschermingswet 1998**

De Natuurbeschermingswet behelst de bescherming van voor natuur waardevolle gebieden. Het kan gaan om uiteenlopende gebieden en waarden. Ook de schaal van de gebieden kan sterk verschillen. Op basis van deze wet kunnen de volgende typen gebieden als beschermd gebied worden aangewezen:

- Speciale beschermingszones Vogelrichtlijn.
- Speciale beschermingszones Habitatrichtlijn.
- Ramsar-Wetlands.
- Staatsnatuurmonumenten.
- Beschermd natuurgebieden.

De wet beoogt stapeling van beschermingsformules zoveel mogelijk te voorkomen, gebieden worden bijvoorbeeld niet langer èn staatsnatuurmonument èn als speciale beschermingszone Vogelrichtlijn aangewezen. In feite is de Natuurbeschermingswet 1998 de implementatie van de Europese Vogel- en de Habitatrichtlijn en de conventie met betrekking tot Ramsar-wetlands voor het Nederlandse grondgebied. De wet is daarmee een combinatie van de tot dan bestaande Natuurbeschermingswet (waarvan de soortenbescherming is 'overgeheveld' naar de nieuwe Flora- en Faunawet) met die Europese wet- en regelgeving. De procedure van deze wet is overigens nog niet afgerond.

### **Flora- en Faunawet**

Deze wet is sinds 1 april 2002 van kracht geworden. De wet regelt de bescherming van in Nederland in het wild voorkomende en bijzonder geachte planten- en diersoorten en (voor zover het kleine gebieden betreft) ook hun habitats.

De nieuwe wet komt in plaats van een aantal bestaande wetten:

1. Vogelwet 1936.
2. Jachtwet.
3. Wet uitheemse bedreigde dier en plantensoorten.
4. Natuurbeschermingswet (onderdeel soortbescherming).

Het doel van de wet is de instandhouding van alle in het wild levende planten en diersoorten, zowel op niveau van individuen als voor populaties. Tweede doel is "het met rust laten" van alle in het wild levende plant- en diersoorten. Bescherming heeft plaats op de volgende wijze:

1. Verboden op handelingen die de instandhouding aantasten.
2. Bescherming van leefgebieden.
3. Plaatsing op rode lijst voor soorten die bescherming behoeven.

De wet gaat uit van het "nee-tenzij" principe, waarbij de mogelijkheid wordt geboden bepaalde ingrepen toe te staan middels ontheffing of vrijstelling.

### **6.1.2 Landelijk beleid**

#### **Natuur, bos en landschap in de 21<sup>ste</sup> eeuw**

In de nota Natuur, bos en landschap in de 21<sup>ste</sup> eeuw is het landelijke beleidskader voor natuur, bos, landschap en biodiversiteit tot 2010, met een doorkijk naar 2020, opgenomen. Het vervangt de 4 groene nota's (Natuurbeleidsplan, Nota Landschap, Bosbeleidsplan, en het strategische PvA Biodiversiteit). In deze nota wordt de realisatie van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) voortgezet en op onderdelen versterkt, bv door het versterken van de ruimtelijke samenhang door middel van robuuste verbindingen tussen grote natuureenheden.

### **Natuur voor mensen, mensen voor natuur (2000)**

In deze nota van het ministerie van LNV wordt de aanpak van het natuurbeleid voor de komende tien jaar geschetst. Het kabinet doet dit vanuit het besef dat natuur en landschap een essentiële bijdrage leveren aan een leefbare en duurzame samenleving.

Als hoofddoelstelling is dan ook geformuleerd:

*Behoud, herstel, ontwikkeling en duurzaam gebruik van natuur en landschap, als essentiële bijdrage aan een leefbare en duurzame samenleving.*

De nota biedt tevens het kader voor behoud en duurzaam gebruik van biodiversiteit in tal van sectoren. Deze integratie draagt bij aan een meer samenhangend natuurbeleid.

Een belangrijk streven is het realiseren en versterken van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Concreet betekent dit dat barrières die zijn ontstaan door verkeerswegen, rails of waterwegen en leiden tot versnippering van leefgebieden zoveel mogelijk worden weggenomen. Daarbij is het zaak dat ontsnipperende maatregelen aan infrastructuur genomen worden op die locaties die het grootste rendement opleveren. Dit betekent ontsnipperende maatregelen op plekken waar de ruimtelijke samenhang in de Ecologische Hoofdstructuur al relatief groot is en op plekken waar het opheffen van de barrièrewerking direct effect heeft.

### **Meerjarenprogramma Ontsnippering**

De ministeries van V&W, LNV en VROM hebben met ingang van 2001 een voortschrijdend meerjarenprogramma Ontsnippering uitgewerkt. In dit meerjarenprogramma zijn de locaties waar de investeringen in grijze en groene verbindingen elkaar kunnen versterken aangegeven. De geïnventariseerde versnipperingsknelpunten behelst momenteel de TNO-lijst uit 1992. Met het MJPO zijn er nieuwe mogelijkheden om deze lijst te actualiseren. Streven is dan ook een overzicht op te nemen van de knelpunten met betrekking tot versnippering van natuur door infrastructuur en ook een geactualiseerde doelstelling van het aantal op te lossen knelpunten. In het MJPO wordt op basis van de financiële ruimte een met andere partijen afgestemde programmering opgenomen van de aan te pakken knelpunten. Prioriteit wordt gegeven aan ontsnippering binnen de grote eenheden natuur en aan knelpunten bij de robuuste verbindingen.

### **Structuurschema Groene Ruimte-2 (Verwachte vaststelling 2003)**

In de ontwerp-planologische kernbeslissing van het Structuurschema Groene Ruimte-2 wordt verder ingezet op het behoud en de ontwikkeling van identiteit, verscheidenheid en beleving van het landschap. Ook hier speelt de realisatie van de EHS een grote rol. Waarin het verleden de nadruk lag op de verwerving en inrichting van de EHS (de kwantiteit), legt het SGR2 de nadruk op het verbeteren van de kwaliteit. Het gaat om het verbeteren van de samenhang en de bescherming van de natuurgebieden en het verbeteren van de milieुरandvoorwaarden. Uiteraard is hierbij het opheffen van bestaande infrastructurele barrières van groot belang.

### **Nationaal Verkeers- en VervoersPlan (Verwachte vaststelling 2003)**

In het Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (NVVP) wordt de doelstelling geformuleerd om naast het zorgvuldig inpassen van nieuwe infrastructuur in het landschap, ook de reeds bestaande versnippering moet worden tegengegaan. Het streven is in 2020 de belangrijkste barrières ten aanzien van de EHS (spoorwegen, (snel)wegen, kanalen) opgeheven te hebben. In 2010 is 90% van de geïnventariseerde knelpunten aan het hoofdwegennet, waar alleen met een maatregel aan de infrastructuur de doorsnijding kan worden opgeheven, opgelost. In 2020 zijn door het opheffen van fysieke barrières de migratiemogelijkheden binnen of tussen eenheden veiliggesteld.

### 6.1.3 Beleid RWS

Het NVVP vormt het beleidskader van Rijkswaterstaat:

- in 2010 is 90% van de geïnventariseerde knelpunten (TNO-lijst), waar alleen met een infrastructurele maatregel de doorsnijding kan worden opgeheven, opgelost. Alle wegbeheerders stellen programma's op om de versnippering door infrastructuur tegen te gaan.

Algemeen van toepassing op de rijkswegen is het ecologisch beheren van de bermen (inclusief bermsloten), waar dit natuur-technisch zinvol is. Het beheer en onderhoud van groenbeheervoorzieningen wordt gestreefd naar behoud en versterking van rationeel en ecologisch ontwikkelde groenvoorzieningen die optimaal zijn ingepast in het landschap.

In aanvulling hierop is vastgesteld dat voor 2010 voor elke wegverbinding een landschapsplan is opgesteld. Het landschapsplan is een integraal plan dat aangeeft hoe de weg ingepast gaat worden in het landschap. Het landschapsplan is leidend voor het groenbeheer; het zet de kaders neer waarbinnen in het groenbeheerplan de maatregelen nader worden uitgewerkt. Groenbestekken moeten zijn opgesteld op basis van het landschapsplan en het groenbeheerplan.

### 6.1.4 Maatregelen in het kader van natuur en landschap

Voor de bescherming van natuur en landschap en de inpassing van infrastructuur en ecologisch waardevolle gebieden zijn verschillende soorten maatregelen te onderscheiden. Er wordt onderscheid gemaakt in faunavoorzieningen, afschermende maatregelen en milieubouwmaatregelen.

In deze rapportage zijn voor het thema natuur en landschap de volgende maatregelen opgenomen. Opgemerkt wordt de verschillende maatregelen elkaar vaak aanvullen. Ook kunnen maatregelen bij snelwegen meer dienen naar het onderliggende wegennet leiden. Oplossingen worden dan ook pas echt effectief als zowel aan de snelweg, als aan de provinciale weg, als aan het kanaal, enzovoort maatregelen worden getroffen. Met andere woorden het is belangrijk dat naar een totaaloplossing wordt gezocht.

<b>Faunavoorzieningen (bronmaatregelen)</b>	<b>Maatregelnummer</b>	<b>blz.</b>
- Ecoduct	1	59
- Grofwildtunnel	2	66
- Kleine faunatunnel	3	71
- Dassentunnel	4	75
- Amfibieëntunnel	5	80
- Stobbenwal op/onder viaduct	6	85
- Doorgetrokken berm op/onder viaduct	7	89
- Loopplanken in duiker	8	92
- Ecoduiker	9	96
- Natuurvriendelijke oever	10	100

<b>Afscherpende maatregelen (effectmaatregelen)</b>	<b>Maatregelnummer</b>	<b>blz.</b>
- Folie	11	105
- Scherm	12	108
- Zaksloot in plaats van bermsloot	13	111
- Gescheiden riolering	14	114
- Stiller wegdek	45	193
- verschillende typen geluidsschermen	46 tot en met 52	196
- Afscherming door middel van groen	17	119
- Aanpassingen aan installaties	66	255
- Grofwild- en reeraster, schrikdraad	19	123
- Kleinwild- en dassenraster	20	126
- Amfibieënraster en geleidewand	21	129
- Wildrooster	22	133
- Wildafschrikkende maatregelen	23	136
- Verlagen maximum snelheid	24	139
- Verkeersborden (waarschuwborden)	25	142
- Verkeersborden (signaleringsborden)	26	145
- Inhaalverbod vrachtwagens	27	148
 <b>Milieubouwmaatregelen (ontwikkelingsmaatregelen)</b>		
- Watergangen en partijen	28	151
- Kruidachtige vegetatie	29	154
- Houtachtige vegetatie	30	157
- Oeverwaluwand	31	160
- Vleermuiswinterverblijven	32	162

## 6.2 Bodemverontreiniging

Langs rijkswegen kan sprake zijn van bodemverontreiniging die in het verleden is ontstaan, bijvoorbeeld in oudstedelijke gebieden of bij (voormalige) benzinestations. Ook kunnen nieuwe verontreinigingen ontstaan, bijvoorbeeld door calamiteiten waarbij verontreinigende stoffen in de bodem terechtkomen. Daarnaast hebben stoffen die met het regenwater van de weg afspoelen (run-off) of eraf waaien (verwaaiing) invloed op de bodemkwaliteit. In deze paragraaf worden de wetgeving en het beleid met betrekking tot bodemverontreiniging op hoofdlijnen geschetst.

Daarna wordt een overzicht gegeven van de maatregelen op het gebied van bodemverontreiniging die in hoofdstuk 7 van deze rapportage zijn opgenomen.

## 6.2.1 Wettelijk kader

### Wet bodembescherming

Het doel van de Wet bodembescherming (Wbb) is het voorkomen, beperken of ongedaan maken van bodemverontreiniging. In de Wbb staat een tweeledige benadering van bodemverontreiniging centraal:

- verontreinigingen ontstaan voor 1 januari 1987 worden beschouwd als een negatieve erfenis. Het doel was om ernstige bodemverontreinigingen ontstaan voor 1987 binnen één generatie te saneren. Voor de aanpak van deze gevallen is met name de saneringsparagraaf van de Wbb van belang. Belangrijke fasen hierbij zijn de melding van een geval van bodemverontreiniging aan het bevoegd gezag Wbb (GS van de provincies en B&W van grote steden), de bepaling van de ernst en urgentie van een geval van bodemverontreiniging en de goedkeuring van het ingediende saneringsplan door het bevoegd gezag;
- voor alle bodemverontreinigingen (ernstige én niet-ernstige verontreinigingen) ontstaan op of na 1 januari 1987 geldt de zorgplicht. De zorgplicht houdt in dat een ieder die bodembedreigende activiteiten (heeft) verricht, verplicht is datgene te doen dat redelijkerwijs kan worden verwacht om bodemverontreiniging te voorkomen of ongedaan te maken. Dit houdt in dat voor alle verontreinigingen ontstaan op of na 1 januari 1987 altijd (zo snel mogelijk) saneringsmaatregelen moeten worden getroffen.

### Toetsingskader landbodem

In de Circulaire "Interventie- en streefwaarden bodemsanering" is het toetsingskader voor verontreinigingen vastgelegd. Dit toetsingskader bestaat uit de volgende waarden:

- $\leq$  S-waarde (of  $<$  detectielimiet): niet verontreinigd
- $>$  S-waarde  $\leq$  T-waarde: licht verontreinigd (geen duurzame bodemkwaliteit voor de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier en plant)
- $>$  T-waarde  $\leq$  I-waarde: nader bodemonderzoek noodzakelijk
- $>$  I-waarde: ernstig verontreinigd

Indien de interventiewaarden in grond of grondwater voor een bepaalde stof en een minimaal volume bodem worden overschreden ( $25 \text{ m}^3$  bij grond of  $100 \text{ m}^3$  bij grondwater), is sprake van **een geval van ernstige bodemverontreiniging**. Wanneer sprake is van een geval van ernstige bodemverontreiniging, zal het bevoegd gezag in een beschikking aangeven of sprake is van urgentie om het geval te saneren. In de Circulaire inwerkingtreding saneringsregeling Wbb is aangegeven hoe deze urgentie moet worden bepaald. De kern van de urgentiesystematiek is dat een ernstig verontreinigingsgeval urgent is tenzij geen sprake is van actuele humane en/of ecologische en/of verspreidingsrisico's.

### Asbest

Asbest neemt een bijzondere plaats in. Asbest is wijd verspreid in de bodem en zorgt bij de uitvoering van projecten voor veel problemen. Landelijk zijn nog geen normen vastgesteld om te beoordelen wanneer asbestverontreiniging in de bodem gesaneerd moet worden. Een landelijke werkgroep is hier wel mee bezig. Tot nu toe moet per geval moet beoordeeld worden of er sprake is van ontoelaatbaar risico voor de volksgezondheid. In afwachting van de resultaten van de landelijke studie hanteren de meeste provincies en grote steden (bevoegd gezag Wbb) een interventiewaarde van  $100 \text{ mg/kg}$ .



### **Bouwstoffenbesluit**

Het Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterbescherming regelt de verantwoorde toepassing van bouwstoffen in de grond-, weg- en waterbouw. Het Bouwstoffenbesluit is gericht op het voorkomen van bodem- en oppervlaktewaterverontreiniging als gevolg van verontreinigingen die uit steenachtige bouwstoffen vrij kunnen komen. Het besluit maakt het onder meer mogelijk dat (licht) verontreinigde grond kan worden toegepast in bijvoorbeeld een geluidswal.

De Ministeriële Vrijstellingsregeling Grondverzet (MVG) maakt het mogelijk om licht verontreinigde grond her te gebruiken als bodem. Als randvoorwaarde geldt dat de grond van vergelijkbare of betere kwaliteit moet zijn als de ontvangende bodem. Om dit aan te tonen moet voor het ontvangende gebied een bodemkwaliteitskaart (inclusief bodembeheersplan) zijn opgesteld.

### **Waterbodem**

In artikel 63 van de Wbb zijn enkele bijzondere regels inzake sanering van de waterbodem gegeven. Met betrekking tot bevoegd gezag wordt onderscheid gemaakt tussen rijkswateren en regionale wateren. Voor rijkswateren is de Minister van V&W bevoegd gezag, voor regionale wateren is dit de provincie. Voor regionale wateren draagt de waterkwaliteitsbeheerder (waterschappen) de zorg voor onderzoek en sanering van de waterbodem. De provincie is bevoegd te bepalen of sprake is van een geval van ernstige verontreiniging, de urgentie en het opnemen van locaties in het provinciale milieuprogramma. Het bevoegd gezag (Minister/GS) kan ontheffing verlenen van de verplichting tot het opstellen van een saneringsplan indien sprake is van onderhoudsbaggerwerk. In dit geval dient een melding plaats te vinden. Voor overheden (of bedrijven of particulieren) die verontreinigde waterbodems willen verwijderen, zoals bij het uitdiepen van sloten geldt meestal: melden, onderzoek doen en een saneringsplan opstellen en laten goedkeuren en uitvoeren.

In het Besluit vrijstellingen stortverbod buiten inrichtingen dat gebaseerd is op de Wet milieubeheer (Wm) zijn regels vastgesteld voor het verspreiden van onderhoudsspecie (om onderhoudsredenen gebaggerde waterbodems). In het besluit wordt vrijstelling gegeven van het stortverbod voor onderhoudsspecie klasse 0, 1 of 2. Deze specie mag onder voorwaarden worden verspreid.

### **Toetsingskader waterbodem**

Het toetsingskader is voor verontreinigingen is vastgelegd in de Vierde nota Waterhuishouding. In de nota worden vijf kwaliteitsniveaus onderscheiden:

- streefwaarde geeft het niveau aan waaronder risico's voor het milieu bij de huidige kennis verwaarloosbaar worden geacht
- grenswaarde is het maximaal toelaatbaar niveau waarboven de risico's voor het milieu onaanvaardbaar zijn
- toetsingswaarde geeft de grens aan of baggerspecie onder bepaalde voorwaarden in aanmerking komt voor verspreiding in oppervlaktewater
- interventiewaarde indicatieve waarde die aangeeft dat eventuele sanering urgent kan zijn in verband met mogelijk verhoogde risico's voor de volksgezondheid en milieu. Geeft aan welke waterbodems met voorrang nader onderzocht moeten worden
- signaleringswaarde (alleen voor zware metalen) indien in waterbodems sprake is van overschrijding van de interventiewaarde voor uitsluitend zware metalen maar de gemeten concentraties onder de signaleringswaarden liggen, wordt aangenomen dat de actuele risico's laag zijn. Verder onderzoek is niet urgent

De bestemming van de baggerspecie is afhankelijk van de klasse:

- klasse 0: voldoet aan de streefwaarde en kan zonder beperkingen op het land worden verspreid
- klasse 1: voldoet niet aan de streefwaarde, maar wel aan de grenswaarde, kan onder bepaalde voorwaarden worden verspreid in oppervlaktewater of op het land, mits geen significante verslechtering van de bodemkwaliteit plaatsvindt
- klasse 2: voldoet niet aan de grenswaarde maar wel aan de toetsingswaarde, kan onder bepaalde voorwaarden worden verspreid in oppervlaktewater of op het land, mits geen significante verslechtering van de bodemkwaliteit plaatsvindt
- klasse 3: voldoet niet aan de toetsingswaarde maar wel aan de interventiewaarde, dient (indien mogelijk en geschikt) te worden hergebruikt of gereinigd. Indien hergebruik of reiniging niet mogelijk en/of rendabel is dient klasse 3 specie gecontroleerd te worden geborgen. Per bergingslocatie kunnen daarvoor specifieke eisen zijn gesteld
- klasse 4: voldoet niet aan de interventiewaarde, dient (indien mogelijk en geschikt) te worden gereinigd. Indien reiniging niet mogelijk en/of rendabel is dient klasse 4 specie gecontroleerd te worden geborgen of gesoleerd gestort in diepe putten of op het land. Dit houdt in dat de invloed op de omgeving wordt geminimaliseerd

### **Diffuse verontreiniging**

Bij lozing van afstromend wegwater op de bodem kan het Lozingenbesluit bodembescherming van de Wbb van toepassing zijn. Dit is het geval wanneer er sprake is van een bewerking of toevoeging van verontreinigende stoffen door het wegverkeer. In de praktijk blijkt dat verschillend met de toepassing van het Lozingenbesluit bodembescherming wordt omgegaan. Daarnaast kunnen in de provinciale milieuverordening (PMV) verdere regels ter bescherming van het milieu gesteld worden. Hierbij moet gedacht worden aan regels voor grondwaterbeschermings- en bodembeschermingsgebieden. Eén van de eisen zou kunnen zijn het treffen van maatregelen die voorkomen dat de run-off de bodem en het grondwater verontreinigt. Een aantal provincies maakt hierbij onderscheid in kwetsbaarheid van gebieden. Voor het wettelijk kader ten aanzien van lozing op of in het oppervlaktewater wordt verwezen naar paragraaf 3.5 Verontreiniging oppervlaktewater.

## **6.2.2 Landelijk beleid**

### **Nationaal Milieuplan 3**

In het derde Nationaal Milieuplan (NMP-3) zijn de volgende doelstellingen voor de bodem opgenomen:

- uiterlijk in 2004 is een totaalbeeld van de omvang van de bodemproblematiek beschikbaar;
- uiterlijk in 2023 is de bodemproblematiek beheersbaar.

Verspreiding van verontreiniging en het ontstaan van nieuwe verontreiniging moet voorkomen worden. De Wbb vormt samen met de reeds van kracht zijnde maatregelen van bestuur, ministeriële regelingen en circulaire's het instrumentarium waarmee bodemverontreiniging wordt onderzocht en zonodig gesaneerd.

Voor waterbodem is de doelstelling opgenomen om de aanpak van de problematiek in de periode tot 2010 gezamenlijk vorm te geven. Dit is verwoord in het Tien-jarensценario waterbodem, dat de totale problematiek van verontreinigde waterbodems in Nederland met het oog op de inzet van financiële middelen meer inzichtelijk heeft gemaakt. Daarnaast wordt in het NMP-3 en in de Vierde Nota Waterhuishouding aangekondigd dat een lange termijn beleid ontwikkeld zal worden voor het verspreiden van onderhoudsbaggerspecie op het land.

### **Beleidsvernieuwing bodemsanering (BEVER)**

Inmiddels is duidelijk geworden dat de bodemsaneringsoperatie te traag verloopt en leidt tot stagnatie van maatschappelijke ontwikkelingen. Dit heeft ertoe geleid dat het rijk medio jaren negentig een proces BEleidsVERnieuwing van bodemsanering (BEVER) heeft ingezet. In hoofdlijnen heeft BEVER betrekking op de saneringsdoelstelling, de markt en de overheid. In het kabinetsstandpunt “Koerswijziging bodemsanering” zijn in 1997 de hoofdlijnen voor de toekomstige aanpak van bodemsanering uiteengezet. Op basis van het kabinetsstandpunt is in 1998 in samenwerking tussen het ministerie, het Interprovinciaal overleg (IPO) en de Vereniging Nederlandse Gemeenten (VNG) een uitvoeringsprogramma opgesteld waarin de actiepunten zijn omgevormd naar drie hoofdprojecten. Het eerste hoofdproject betreft functiegericht en kosteneffectief saneren. De andere twee projecten hebben betrekking op het vergroten van de marktdynamiek en het laten aansluiten van bodemsanering op maatschappelijke activiteiten. BEVER heeft alleen betrekking op historische verontreinigingen (ontstaan voor 1987). Voor nieuwe verontreinigingen blijft de zorgplicht van kracht (multifunctionele sanering).

### **Meerjarenprogramma Bodemsanering Staatseigendommen**

De Ministerraad heeft in 1994 de circulaire “Gedragslijnen bodemverontreiniging in Staatseigendommen” vastgesteld. Begin 2001 zijn herziene gedragslijnen in werking getreden. Op basis van een inventarisatie van verontreinigde objecten in beheer van de staat is medio 2001 het “Meerjaren Programma Bodemsanering Staatseigendommen 2002-2006” vastgesteld. Het meerjarenprogramma moet jaarlijks geactualiseerd worden, waarbij tevens verslag moet worden gedaan van de realisatie van de voor het voorafgaande jaar geplande onderzoeks- en saneringsinspanningen. Het doel van deze aanpak is het behalen van de doelstellingen uit het NMP-3. Het ministerie van V&W heeft als tussendoel geformuleerd dat in 2010 de meest urgente locaties zijn aangepakt.

### **Grond grondig bekeken**

De nota “Grond grondig bekeken, verantwoord omgaan met schone en verontreinigde grond”, geeft het beleidskader voor het omgaan met schone, licht en ernstig verontreinigde grond op het land. Hergebruik van licht verontreinigde grond als bodem wordt mogelijk onder vijf randvoorwaarden:

1. Goed bodembeheer, beschreven in een bodembeheersplan.
2. Inzicht in de kwaliteit van de ontvangende bodem vastgelegd in een bodemkwaliteitskaart.
3. De kwaliteit van de bodem mag niet verslechteren.
4. Hergebruik mag niet leiden tot risico's voor het (toekomstig) gebruik van de bodem waar de verontreinigde grond wordt toegepast.
5. Een systeem van melding en registratie.

De gemeenten zijn bevoegd gezag voor het hergebruik van licht verontreinigde grond als bodem. Naast het hergebruik van licht verontreinigde grond als bodem blijft het hergebruik van grond in werken onder het regime van het Bouwstoffenbesluit mogelijk.

### **Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (Verwachte vaststelling 2003)**

In het Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (NVVP) is aangegeven dat het rijk diffuse bodemverontreiniging als gevolg van infrastructuur zal terugdringen. Met name in ecologisch kwetsbare gebieden en grondwaterbeschermingsgebieden zullen maatregelen worden getroffen om afstromend wegwater gecontroleerd af te voeren. Een werkgroep van de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW) heeft onderzoek uitgevoerd met als doelstelling het verschaffen van duidelijkheid over welke maatregelen in welke situaties nodig en redelijk zijn om verontreiniging van bodem en oppervlaktewater via run-off water te voorkomen. De werkgroep heeft een conceptaanbeveling gedaan die momenteel de vaststellingsprocedure bij de CIW doorloopt.

### **6.2.3 Beleid RWS**

### Meerjarenprogramma Bodemsanering Staatseigendommen

De regionale directies van RWS hebben een inventarisatie van mogelijk verdachte locaties uitgevoerd. Op basis van de resultaten van de inventarisatie zijn oriënterende onderzoeken uitgevoerd. Medio 2001 zijn de laatste onderzoeken afgerond. Hiermee is een compleet beeld gevormd van verontreinigde locaties in beheer van RWS. Voor een deel van deze locaties bestaat de noodzaak deze nader te onderzoeken. Blijkt uit de nadere onderzoeken dat op een locatie sprake is van een geval van ernstige bodemverontreiniging, dan wordt het saneringstraject doorlopen.

### Diffuse verontreiniging

De CIW-aanbeveling "Afstromend wegwater" is vooral gericht op het meenemen van diffuse verontreiniging bij de aanleg en reconstructie van wegen. In het verleden zijn met name in gebieden waar een snelweg een waterwingebied doorsnijdt maatregelen ter bescherming van de bodem genomen. Bij bestaande wegen zal het dan ook, met uitzondering van zwaarwegende situaties, niet noodzakelijk zijn om maatregelen te treffen.

### Grond grondig bekeken

In het project "Geregeld Grondwerk" heeft DWW onderzoek gedaan naar hoe Rijkswaterstaat moet omgaan met verontreinigde grond. In stappenplannen zijn voor de verschillende activiteiten bij aanleg van grote nieuwe werken en voor werkzaamheden in het kader van beheer en onderhoud de procedures vastgelegd.

## 6.2.4 Maatregelen in het kader van bodemverontreiniging

In deze rapportage zijn voor het thema verontreiniging bodemverontreiniging de volgende maatregelen opgenomen (de nummers achter de maatregelen verwijzen naar de nummers van de maatregelbladen).

<b>Voorkomen bodemverontreiniging (bronmaatregelen)</b>	<b>Maatregelnummer</b>	<b>blz.</b>
- Signalering bij grondwaterbeschermingsgebieden	26	145
- Zoab	45	193
- Bovengrondse infiltratievoorzieningen	60	236
- Ondergrondse infiltratievoorzieningen	61	240
- Zaksloot in plaats van berm-sloot	13	111
- Aanpassen berminrichting	63	244
- Aanpassen bermgrond	64	248
<b>Aanpakken reeds ontstane bodemverontreiniging</b>		
- Bodemonderzoek	40	175
- Waterbodemonderzoek en –sanering	41	179
- Bodemsanering	42	184

## 6.3 Geluidsoverlast

Wegverkeer veroorzaakt geluid. Mensen, maar ook dieren, kunnen daar last van hebben. Daarom is wettelijk vastgelegd welk geluidsniveau nog aanvaardbaar is, en wanneer maatregelen moeten worden getroffen om geluidsoverlast tegen te gaan. In dit hoofdstuk worden de wetgeving en het beleid op hoofdlijnen geschetst. Daarna wordt een overzicht gegeven van de maatregelen tegen geluidhinder veroorzaakt door wegverkeer die in hoofdstuk 7 van deze rapportage zijn opgenomen.

### 6.3.1 Wettelijk kader

### **Wet geluidhinder**

In de Wet geluidhinder is de normstelling voor geluid geregeld, zodat duidelijk is hoeveel geluid in bepaalde omstandigheden nog aanvaardbaar is en bij welk geluidsniveau maatregelen moeten worden genomen. De Wet geluidhinder behandelt onder andere verkeerslawaaï. De regelgeving voor verkeerslawaaï wordt verder uitgewerkt in het Besluit grenswaarden binnen zones langs wegen.

De Wet geluidhinder gaat uit van twee kerngedachten:

1. Er mogen geen nieuwe saneringssituaties ontstaan.
2. Bestaande saneringssituaties moeten worden opgelost.

Daarnaast speelt het onderscheid in nieuwe en bestaande situaties een belangrijke rol. Voor nieuwe situaties gelden strengere normen dan voor bestaande situaties. Omdat in deze rapportage alleen beheersmaatregelen worden beschreven, wordt in dit hoofdstuk alleen de wetgeving met betrekking tot bestaande situaties behandeld.

De Wet geluidhinder geeft normen voor de geluidsbelasting aan de gevel van geluidsgevoelige bestemmingen als woningen en scholen, die gelegen zijn in de op grond van de wet geldende zone rond of langs de geluidsbron. De normeringssystematiek is in grote lijnen als volgt. De Wet geluidhinder kent een ondergrens, de zogenaamde voorkeurswaarde, en een bovengrens, de maximale toelaatbare geluidsbelasting. Wanneer de geluidsbelasting in de bestaande situatie te hoog is, is sprake van een saneringssituatie (saneringsregeling wegverkeerslawaaï). Bij saneringssituaties langs snelwegen fungeert RWS als projecttrekker.

### **Normstelling**

Voor verkeerslawaaï gelden de volgende normen:

- voorkeurswaarde voor nieuwe situaties 50 dB(A);
- voorkeurswaarde voor bestaande situaties 55 dB(A);
- maximaal toelaatbare geluidsbelasting 70 dB(A).

De omvang van de geluidszone voor een snelweg is afhankelijk van het aantal rijstroken:

- vier rijstroken 400 meter langs de weg (twee zijden);
- vijf of meer rijstroken 600 meter langs de weg (twee zijden).

De wijze waarop het geluidsniveau aan de gevel moet worden bepaald, is vastgelegd in het Reken- en Meetvoorschrift Verkeerslawaaï. De methodiek is door RWS vastgelegd in de Handleiding akoestisch onderzoek wegverkeer.

### **Reconstructies**

Bij wegbeheer moet er rekening mee gehouden worden dat bij werkzaamheden in de zin van de Wet geluidhinder sprake kan zijn van een reconstructie en dat in geval van een reconstructie het beschouwen van maatregelen verplicht is.

In de zin van de Wet geluidhinder is sprake van een reconstructie wanneer er één of meer fysieke wijzigingen op of aan een aanwezige weg plaatsvinden die tot gevolg hebben dat de geluidsbelasting vanwege de weg met twee dB(A) of meer wordt verhoogd. Het gaat hierbij om fysieke ingrepen, alleen een verhoging van de intensiteit geldt niet als reconstructie. In veel gevallen zal akoestisch onderzoek nodig zijn om de akoestische gevolgen van een ingreep te kunnen aangeven. Aandachtspunt hierbij is de gevolgen van de reconstructie op andere wegen in de omgeving. Wanneer sprake is van een reconstructie moet onderzocht worden of er maatregelen mogelijk zijn waarmee verwachte geluidsbelasting kan worden teruggebracht tot een aanvaardbaar niveau. Wanneer het mogelijk is om dergelijke maatregelen te treffen, kan alleen gemotiveerd worden afgezien van het nemen van die maatregelen. Wanneer het niet mogelijk is om maatregelen te treffen, of de maatregelen niet acceptabel zijn, kan in een aantal gevallen een hogere waarde voor de geluidsbelasting worden vastgesteld. De procedure hiervoor is beschreven in het Besluit grenswaarden binnen zones lang wegen.

### **Trends**

In het bovenstaande is de huidige regelgeving met betrekking tot geluid op hoofdlijnen beschreven. Opgemerkt wordt dat deze regelgeving de afgelopen jaren sterk in beweging is gekomen. In 1995 heeft het toenmalige kabinet in het kader van het project Marktwerving, Deregulering en Wetgevingskwaliteit een werkgroep gevraagd het geluidhinderinstrumentarium te evalueren. In 1996 heeft deze werkgroep het advies "Het geluid geordend" uitgebracht. Het kabinet heeft besloten om dit advies te laten uitwerken in het project Modernisering Instrumentarium Geluidsbeleid (MIG). De resultaten van dit project zijn vastgelegd in de Beleidsnota Vernieuwing Geluidhinderbeleid. In het kader van wegbeheer zijn de volgende uitgangspunten van belang:

- gemeenten krijgen de bevoegdheid om een eigen geluidsbeleid te voeren;
- de wegbeheerder wordt gehouden aan (het handhaven van) emissieplafonds waarbij er de mogelijkheid is om dit plafond te verhogen in geval van een capaciteitsuitbreiding van de weg;
- het rijk blijft verantwoordelijk voor het geluidsbeleid voor het hoofdwegenet.

De komende jaren zal de regelgeving ingrijpend worden gewijzigd. In 1999 is gestart met de uitwerking van de voorstellen uit de nota MIG en moties van de Tweede Kamer tot een wetsvoorstel. In juni 2001 is het wetsvoorstel ter advisering aangeboden aan de Raad van State. De nieuwe geluidsregelgeving zal worden opgenomen in de Wet milieubeheer, de Wet geluidhinder komt dan te vervallen. Het wetsvoorstel regelt met name het juridisch kader van het nieuwe stelsel, details worden uitgewerkt in uitvoeringsregelgeving zoals AMvB's.

Naast de veranderingen in de regelgeving als gevolg van het MIG zijn er ook veranderingen te verwachten vanuit de Europese regelgeving. In Europees verband is een richtlijn in ontwikkeling voor omgevingslawaaï. Belangrijke onderdelen hiervan zijn de invoering van het gebruik van dezelfde dosismaat in alle Europese lidstaten (de Leden, een etmaalwaarde die over een jaar wordt bepaald), het maken van geluidskaarten en het opstellen van actieplannen door agglomeraties.

### **6.3.2 Landelijk beleid**

Volgens het huidige geluidsbeleid heeft VROM voor situaties waar sprake is van een geluidsbelasting van 65 dB(A) of meer het begrip urgente sanering geïntroduceerd. Deze situaties worden aangepakt onder verantwoordelijkheid van VROM, waarbij RWS als projectleider fungeert bij saneringssituaties langs snelwegen. In situaties waarin tevens sprake is van wegreconstructies, wordt de sanering gelijktijdig met de wegwerkzaamheden uitgevoerd.

Momenteel wordt gewerkt aan nieuw landelijk beleid, dat wordt vastgelegd in het Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (NVVP) 2001-2020 en de nota Modernisering Instrumentarium Geluidsbeleid (MIG). Het NVVP heeft (onder andere) als doel om geluidhinder door verkeer en vervoer, ondanks de verwachte groei van verkeer en vervoer, te verminderen. Dit doel is als volgt in het NVVP opgenomen:

*Minder geluidhinder en geluidsbelasting door verkeer en vervoer. In 2010 wordt bij woningen de grenswaarde van 70 dB(A) niet meer overschreden, behoudens zeer incidentele situaties. In 2010 is een forse verbetering van de akoestische kwaliteit in stedelijk gebied gerealiseerd, met prioriteit voor situaties waar eerdere afspraken over de geluidsbelasting door groei van het verkeer in gevaar zijn of komen. Uiterlijk in 2005 wordt vastgesteld welke geluidsniveaus wenselijk zijn in de ecologische hoofdstructuur (EHS) en hoe deze worden gerealiseerd. In 2010 is de geluidsbelasting in de EHS ten opzichte van 2000 niet toegenomen. In 2030 is de akoestische kwaliteit in de EHS gerealiseerd.*

Opgemerkt wordt dat als uitgangspunt geldt dat bronmaatregelen de voorkeur verdienen. Daarnaast is kosteneffectiviteit een belangrijk criterium.

Tenslotte is het landelijk beleid dat rond het jaar 2010 alle rijkswegen voorzien zijn van ZOAB. ZOAB wordt primair als geluid- en veiligheidsmaatregel toegepast. Bovendien word door de filterende werking van ZOAB de verontreiniging door run-off verminderd. De realisatie van de beleidsdoelstellingen wordt gemonitord. Indien nodig zal aanvullend beleid gemonitord worden. In de monitor NVVP zijn voor geluid de volgende inhoudelijke indicatoren voorgesteld:

- knelpunten waar geluidsbelasting meer dan 70 dB(A) is;
- aantal woningen met grenswaarden van meer dan 65 dB(A);
- aantal woningen met grenswaarden van meer dan 60 dB(A);
- geluidsbelasting van de EHS.

### **6.3.3 Beleid RWS**

RWS heeft bij het huidige beleid slechts een signaalfunctie. Wel wordt op dit moment gewerkt aan de RWS-invulling van het NVVP en de MIG. Conform het aankomende nieuwe beleid van NVVP en MIG zal V&W/RSW de knelpunten op het hoofdwegennet moeten aanpakken. Met knelpunten worden de punten bedoeld waar door verkeersgroei de geluidsbelasting groter is dan afgesproken. Het beleid is om in de periode tot 2010 de knelpunten langs het hoofdwegennet waar sprake is van een geluidsbelasting van 70 dB(A) of meer aan te pakken. In incidentele (gecompliceerde) gevallen zal ten minste een plan van aanpak moeten worden opgesteld. Daarnaast moet in 2010 90% van de knelpunten bij woningen met een geluidsbelasting van meer dan 65 dB(A), en circa 50% van de knelpunten bij woningen met een belasting van meer dan 60 dB(A) zijn opgelost.

### **6.3.4 Maatregelen tegen geluidsoverlast**

Uit voorgaande paragrafen blijkt dat het in bepaalde situaties maatregelen genomen moeten worden om geluidsoverlast als gevolg van wegverkeer tegen te gaan. Het geluidsniveau van een weg wordt hoofdzakelijk bepaald door:

- de hoeveelheid verkeer;
- het aandeel vrachtverkeer;
- de snelheid van het verkeer;
- het type wegdek.

Er zijn verschillende maatregelen waarmee geluidhinder tegen kan worden gegaan. Deze kunnen aangrijpen op de oorzaken van het geluid zodat het geluidsniveau van een weg daalt, of ervoor zorgen dat het bestaande geluidsniveau minder hinder voor de omgeving veroorzaakt.

Er zijn drie soorten maatregelen waarmee geluidhinder tegen kan worden gegaan:

1. Bronmaatregelen. Dit zijn maatregelen aan de bron waardoor de geluidsemisatie wordt beperkt of verminderd.
2. Overdrachtsmaatregelen. Dit zijn maatregelen die worden getroffen in de overdrachtssfeer, dat wil zeggen in het gebied dat ligt tussen de bron en de geluidsgevoelige bestemming.
3. Maatregelen bij de ontvanger. Hierbij gaat het om isolatiemaatregelen, zodat de isolerende werking van de gevel van de geluidsgevoelige bestemming toeneemt.

In deze rapportage zijn voor het thema geluid de volgende maatregelen opgenomen (de nummers achter de maatregelen verwijzen naar de nummers van de maatregelbladen).

<b>Bronmaatregelen</b>	<b>Maatregelnummer</b>	<b>blz.</b>
- Verlagen maximum snelheid	24	139
- Signalering bij stiltegebieden	26	145
- Stiller wegdek	45	193
<b>Overdrachtsmaatregelen</b>		
- Verschillende typen geluidsschermen	46 tot en met 50, 52	196
- Aardewal	51	216
- Afscherming door middel van groen	17	119
<b>Maatregelen bij de ontvanger</b>		
- Isoleren woningen	54	224

## 6.4 Luchtverontreiniging

Binnen het thema luchtkwaliteit wordt onderscheid gemaakt tussen:

- *nationale, mondiale* luchtkwaliteit: emissies van luchtverontreinigende stoffen, zoals NO<sub>x</sub> (verzuring) en CO<sub>2</sub> (klimaatverandering);
- *lokale* luchtkwaliteit: concentraties van luchtverontreinigende stoffen die een direct schadelijk effect op de gezondheid kunnen hebben, zoals fijn stof (PM<sub>10</sub>) en NO<sub>2</sub>.

Voor de sector verkeer en vervoer ligt de nadruk op NO<sub>x</sub>.

Europese en Nationale wetgeving hebben in de laatste jaren tot een aanzienlijke verbetering van de luchtkwaliteit geleid. Deze wetgeving zal ook in de komende jaren tot verdere vooruitgang leiden. Toch zijn niet alle emissiedoelstellingen gehaald, en ook de normen voor lokale luchtkwaliteit staan onder druk.

In dit hoofdstuk worden de wetgeving en het beleid op hoofdlijnen geschetst. Daarna wordt een overzicht gegeven van de maatregelen op het gebied van luchtkwaliteit, die in hoofdstuk 7 van deze rapportage zijn opgenomen.



## 6.4.1 Wet- en regelgeving

### Lokale luchtkwaliteit

Op Europees niveau is een aantal richtlijnen vastgesteld met betrekking tot luchtkwaliteit. Het kader van het Europese luchtbeleid wordt vormgegeven door de kaderrichtlijn luchtkwaliteit (richtlijn 96/62/EG). Daarin zijn de grondbeginselen opgenomen van grenswaarden voor de luchtkwaliteit ter bescherming van mens en milieu alsmede een programma waarin de Europese Unie zich ten doel stelt om voor 13 luchtverontreinigende stoffen voorstellen te formuleren voor de buitenluchtkwaliteit. Thans zijn drie dochterrichtlijnen vastgesteld welke voortvloeien uit de kaderrichtlijn:

- richtlijn 1999/30/EG betreffende grenswaarden voor zwaveldioxide, stikstofdioxide en stikstofoxiden, fijn stof (PM<sub>10</sub>) en lood in de lucht;
- richtlijn 2000/69/EG betreffende grenswaarden voor benzeen en koolmonoxide in de lucht (sinds 2001 in werking);
- richtlijn 2002/3/EG betreffende ozon in de lucht (in voorbereiding).

Nederland heeft de Europese richtlijn 1999/30/EG geïmplementeerd in het Besluit Luchtkwaliteit (juli 2001). Het besluit luchtkwaliteit bevat voor diverse luchtverontreinigende stoffen in de buitenlucht grenswaarden, alarmdrempels, plandrempels en richtwaarden. Een grenswaarde geeft de kwaliteit aan van de buitenlucht die op een aangegeven tijdstip moet zijn bereikt. Een plandrempel geeft een kwaliteitsniveau van de buitenlucht aan dat bij overschrijding aanleiding geeft tot het opstellen van een plan ter verbetering van de luchtkwaliteit. Een richtwaarde geeft een kwaliteitsniveau aan van de buitenlucht dat zo veel mogelijk moet worden bereikt. Het besluit geeft aan op welke termijn de gestelde normen gehaald moeten worden en welke bestuursorganen verantwoordelijkheden hebben bij het realiseren van de gestelde normen. Daarnaast stelt het besluit eisen aan het vaststellen van de luchtkwaliteit, het rapporteren daarover, het maken van plannen bij (dreigende) normoverschrijding en aan de informatievoorziening.

### Nationale en mondiale luchtkwaliteit

Daarnaast is richtlijn 2001/81/EG inzake nationale emissieplafonds voor bepaalde luchtverontreinigende stoffen door de EU vastgesteld. In deze richtlijn zijn per lidstaat emissieplafonds vastgesteld aan welke in 2010 moet worden voldaan. Voor Nederland zijn de volgende emissieplafonds van toepassing:

- SO<sub>2</sub> 50 kiloton;
- NO<sub>x</sub> 260 kiloton;
- VOS 185 kiloton;
- NH<sub>3</sub> 128 kiloton.

## 6.4.2 Landelijk beleid

### Nationaal Milieubeleidsplan 4 (NMP4)

Luchtverontreiniging is samen met verzuring (grensoverschrijdende luchtverontreiniging) een belangrijk thema in het Nationale Milieubeleidsplan 4 (NMP4). Beleid in het kader van dit thema richt zich op het voorkomen van de effecten van zure depositie, stikstofdepositie, ozonvorming op leefniveau (smog) en overige stoffen die de luchtkwaliteit "grootschalig" beïnvloeden door de uitstoot van verschillende stoffen te reduceren (zwaveldioxide, stikstofoxiden, ammoniak, vluchtige organische stoffen en stof). In onderstaande figuur is de relatie tussen de emissies, de milieukwaliteit en de effecten schematisch weergegeven.

Emissie	Kwaliteit	Effecten
SO <sub>2</sub>		zure depositie natuur/ biodiversiteit
NO <sub>x</sub>		stikstofdepositie (eutrofiering) landbouwgewassen
NH <sub>3</sub>		ozon op leefniveau materialen
VOS		overige lucht- kwaliteit, fijn stof, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> klimaat
stof		gezondheid

Figuur 6.1 Verzuring en grootschalige luchtverontreiniging: de stoffen en effecten (bron: NMP4).

In het NMP4 is als doelstelling aangegeven dat het thema verzuring en luchtverontreiniging in 2030:

- geen belemmering meer mogen vormen voor de natuurdoelen binnen de EHS;
- verwaarloosbare gezondheidsrisico's tot gevolg mogen hebben.

Op grond hiervan komt het RIVM voor West-Europa tot de volgende richtinggevende doelstellingen voor het jaar 2030:

- CO<sub>2</sub>: 40 tot 60% emissiereductie ten opzichte van 1990;
- NO<sub>x</sub>: 80 tot 90% emissiereductie ten opzichte van 1990 (70-120kton);
- SO<sub>2</sub>: 80 tot 90% emissiereductie ten opzichte van 1990 (25-40 kton);
- VOS: 75 tot 90% emissiereductie ten opzichte van 1990 (50-120 kton);
- Fijn stof (PM10): 85 tot 95% emissiereductie ten opzichte van 1990 (5-10 kton).

In het NMP4 is aangegeven dat *“De nationale emissiedoelstelling, in combinatie met de internationale emissieafspraken, zal naar verwachting onvoldoende zijn om ook in zwaar belaste lokale situaties tijdig (2010) aan de luchtkwaliteitsgrenswaarde voor stikstofdioxide te kunnen voldoen.”*

Veel van de zwaar belaste locaties, waarnaar wordt verwezen in het NMP, zijn drukke rijkswegen in stedelijke gebieden. Verkeer is een belangrijke oorzaak van de verwachte luchtkwaliteitsknelpunten.

#### **Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (Verwachte vaststelling 2003)**

In het Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (NVVP) is aangegeven dat voor de lokale luchtkwaliteit wordt gestreefd naar realisatie van de grenswaarden op zoveel mogelijk locaties ter voorkoming van gezondheidsschade. Voor de langere termijn (2010-2015) is het beleid voor NO<sub>2</sub> gericht op realisatie van de normen van de EU-richtlijn primair bij woonbebouwing.

De taakstelling voor de uitstoot van NO<sub>x</sub> door verkeer en vervoer (inclusief mobiele bronnen en exclusief lucht- en zeescheepvaart) is een reductie van 160 naar 150 kiloton per jaar in 2010, uitgaande van de prognoses voor de economische en mobiliteitsontwikkeling die het NVVP hanteert. Het beleid leidt naar verwachting ook na 2010 nog tot een verdere reductie. In Europees verband is de reductie van het zwavelgehalte van brandstoffen voor het wegverkeer vastgelegd. Dit beperkt de SO<sub>2</sub>-uitstoot door het wegverkeer drastisch: van 12,5 kiloton in 1995 tot één kiloton in 2010.

Het bronbeleid (het stimuleren van schonere voertuigen en brandstoffen) is de afgelopen jaren uiterst effectief gebleken voor het behalen van een betere luchtkwaliteit. Dat beleid wordt dan ook gecontinueerd.

Naast bronmaatregelen zijn plaatselijk ook andere maatregelen nodig om de uitstoot van NO<sub>2</sub> en fijn stof terug te dringen. Mogelijke maatregelen zijn: vervoermanagement/ volumemaatregelen, snelheidsvermindering, homogenisering, de instelling van vrijwaringszones langs infrastructuur, beperking van het vrachtverkeer of voertuigen van bepaalde milieuklassen, overkluizing, de beïnvloeding van de omvang, en de spreiding van verkeer. Keuzes hieruit zullen variëren per locatie.

#### **6.4.3 Taken RWS**

Ten aanzien van beheer en onderhoud kunnen de volgende taken worden onderscheiden:

1. *Monitoring en voorspelling luchtkwaliteit langs bestaande rijkswegen*
  - Het voldoen aan de rapportageverplichtingen die volgen uit het Besluit luchtkwaliteit. Hierin is aangegeven dat Verkeer en Waterstaat op verzoek van gemeenten vanaf 2002 jaarlijks de concentratie van luchtverontreinigende stoffen langs bestaande rijkswegen vaststelt en rapporteert aan de gemeente ('Monitoring').
  - Het uitvoeren van analyses van de (toekomstige) lokale luchtkwaliteit ter ondersteuning van de besluitvorming over het beheer en onderhoud van wegen. Wanneer wijzigingen plaatsvinden in het kader van beheer en onderhoud aan de weg moet luchtkwaliteitsonderzoek worden verricht
  - Het uitvoeren van analyses van de lokale luchtkwaliteit ten behoeve van ruimtelijke plannen van gemeenten en provincies. Indien gemeenten en provincies bijvoorbeeld ontwikkelingsplannen hebben langs rijkswegen, zal Rijkswaterstaat worden gevraagd om informatie over de ontwikkeling van de luchtkwaliteit langs de rijkswegen op die locaties. Indien zich knelpuntsituaties voordoen, zal overleg plaatsvinden per individuele knelpuntsituatie tussen de betrokken partijen over welke maatregelen toe te passen en door wie die moeten worden genomen en bekostigd.
2. *Meewerken aan de totstandkoming en uitvoering van Luchtkwaliteitplannen*
  - Indien de geldende luchtkwaliteitsnormen in een gemeente worden overschreden, dient een zogenoemd Luchtkwaliteitplan te worden opgesteld. In dit plan dient te worden aangegeven op welke wijze (met welke maatregelen), binnen de wettelijke termijn aan de normen zal worden voldaan. Afhankelijk van de luchtverontreinigende stof waarvoor de norm wordt overschreden, is de gemeente of het ministerie van VROM verantwoordelijk voor de totstandkoming van dit Luchtkwaliteitplan. Indien de overschrijding mede veroorzaakt wordt door het verkeer op een rijksweg, dan dient Rijkswaterstaat een bijdrage te leveren aan de totstandkoming en uitvoering van het Luchtkwaliteitplan. In het Besluit luchtkwaliteit is dit aangegeven.

De precieze invulling van de bovenstaande taken is momenteel onderwerp van discussie binnen Rijkswaterstaat.

#### **6.4.4 Maatregelen in het kader van luchtkwaliteit**

<b>Bronmaatregelen</b>	<b>Maatregelnummer</b>	<b>blz.</b>
- Verlagen maximum snelheid	24	139
<b>Afscherpende maatregelen (overdrachtsmaatregelen)</b>		
- Afscherming door middel van geluidsschermen	46 tot en met 52	196

## 6.5 Verontreiniging oppervlaktewater

Het autoverkeer produceert milieubelastende stoffen door verbranding van brandstoffen en slijtage aan voertuigen. Naast luchtverontreiniging betreft dit ook de diffuse verspreiding van microverontreinigingen als zware metalen, polycyclische koolwaterstoffen (PAK) en minerale olie. Deze niet gasvormige stoffen komen voor een deel op het wegdek terecht, verwaaien of spoelen voor een deel af naar de wegberm en verdere omgeving (bijvoorbeeld bermsloten). Een andere belangrijke bron voor diffuse verontreiniging van oppervlaktewater is de uitloging van wegmeubilair (vangrails, verkeersborden en lantaarnpalen), wat met name leidt tot de emissie van zink.

In dit hoofdstuk worden de wetgeving en het beleid met betrekking tot het voorkomen van verontreiniging van oppervlaktewater op hoofdlijnen geschetst. Daarna wordt een overzicht gegeven van de maatregelen ter voorkoming van verontreiniging van het oppervlaktewater langs het hoofdwegennet die in hoofdstuk 7 van deze rapportage zijn opgenomen.

### 6.5.1 Wettelijk kader

#### Wet Verontreiniging Oppervlaktewater

De kwaliteit van het oppervlaktewater in Nederland moet goed zijn. Daarom is het verboden om zonder vergunning afvalstoffen, verontreinigende of schadelijke stoffen in het oppervlaktewater te lozen. Voor de regulering van rechtstreekse lozing van afstromend wegwater op oppervlaktewater is de Wet verontreiniging oppervlaktewater (Wvo) het aangewezen wettelijk kader. De Wvo (1969) heeft als doel de bescherming van het oppervlaktewater tegen verontreiniging. Voor het rechtstreeks lozen op oppervlaktewater is een Wvo-vergunning nodig. In deze vergunning worden de voorschriften opgenomen over het aanbrengen van voorzieningen, de gestelde concentratie-eisen en over monitoring en rapporteren.

#### Diffuse verontreiniging

In de huidige wetgeving worden regels gesteld met betrekking tot het op of in oppervlaktewater brengen van verontreinigende stoffen. Met betrekking tot de problematiek van run-off zijn de volgende wettelijke kaders van belang (zie paragraaf 3.2 Bodemverontreiniging voor wetgeving ten aanzien van het in de bodem lozen van afstromend wegwater):

- de Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Wvo) is van toepassing op de rechtstreekse lozing van afstromend wegwater op oppervlaktewater. Rechtstreekse lozing is vergunningplichtig. Dit betekent dat de beheerder van het oppervlaktewater waarop zal worden geloosd voorwaarden aan de kwaliteit en/of de wijze van behandelen kan stellen;
- de Wet milieubeheer (Wm) is van toepassing op de lozing van afstromend wegwater op de riolering van een gemeente (indirecte lozing).

## 6.5.2 Landelijk beleid

### Waterkader (vierde nota Waterhuishouding)

De hoofddoelstelling van de vierde nota Waterhuishouding (NW4) is:

Het hebben en houden van een veilig en bewoonbaar land en het instandhouden en versterken van gezonde en veerkrachtige watersystemen, waarmee een duurzaam gebruik blijft gegarandeerd.

Emissies uit het wegverkeer, die veelal direct via atmosferische depositie in het oppervlaktewater terechtkomen, dienen vooral gereduceerd te worden via generieke maatregelen gericht op vermindering van de uitstoot. Door de aanleg van zoab-wegdek, zoals gepland voor rijkswegen, wordt de directe emissie naar bodem en aangrenzend oppervlaktewater beperkt.

### NMP4

In het NMP4 is voor het grond en oppervlaktewater de volgende doelstelling opgenomen:

- het grond- en oppervlaktewater moet gaan voldoen aan de normen voor de productie van drinkwater. De nitraatconcentratie in grondwater mag dan niet meer dan 50 mg per liter bedragen. Voor zware metalen gelden streefwaarden van 0,8 mg tot 140 mg per kg grond en 0,06 microgram tot 24 microgram per liter grondwater.

Daarnaast geeft deze nota aan welke kwaliteitseisen het oppervlaktewater moet voldoen, namelijk minimaal aan het maximaal toelaatbaar risico (MTR).

### Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (Verwachte vaststelling 2003)

In het Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (NVVP) is aangegeven dat het Rijk diffuse bodemverontreiniging als gevolg van infrastructuur zal terugdringen. De nadruk wordt gelegd op maatregelen in ecologisch kwetsbare gebieden en grondwaterbeschermingsgebieden die de diffuse verontreiniging gecontroleerd afvoeren.

### Difuse verontreiniging

De CIW-aanbeveling Afstromend wegwater is vooral gericht op het meenemen van diffuse verontreiniging bij de aanleg en reconstructie van wegen. Verontreiniging van het oppervlaktewater als gevolg van afstromend water vindt met name plaats door verwaaiing. De in deze CIW-aanbeveling opgenomen maatregelen om deze verwaaiing tegen te gaan zijn: het toepassen van ZOAB, en het toepassen van bossages, geluidsschermen en dergelijke. Basisprincipe hierbij is: laat het afstromend wegwater in de bodem infiltreren direct naast de verharding, bij kwetsbare gebieden moet goed overwogen worden of naast intensievere monitoring, aanvullende maatregelen nodig zijn.

### 6.5.3 Beleid RWS

In de CIW-aanbeveling Afstromend wegwater zijn de volgende uitgangspunten in relatie tot wegbeheer genoemd:

- Aanleg van ZOAB op rijkswegen om de belasting door verwaaiing tegen te gaan.
- het toepassen van wegmeubilair (geleiderail en wegportalen) van een ander materiaal, dan wel het stalen wegmeubilair te voorzien van een alternatieve beschermingslaag of coating.
- Het toepassen van de volgende methoden om emissies via run-off tegen te gaan:
  - infiltratie;
  - helofytenfilters;
  - verwijdering grove delen (zandvang).
- het centraal verzamelen van de gegevens die beschikbaar komen door de chemische monitoring van bermen en infiltratiepunten (bassins) conform bodemcontroleprogramma's. De evaluatie van de gegevens kan in de toekomst richtinggevend zijn om de aanbevelingen aan te passen, bijvoorbeeld door het bijstellen van meetfrequenties ten behoeve van bodemcontroleprogramma's.

### 6.5.4 Maatregelen in relatie tot verontreiniging oppervlaktewater

Bronmaatregelen	Maatregelnummer	blz.
- Snelheidsbeperking	24	139
- Signalering ecologische kwetsbare gebieden	26	145
- Zoab	45	193
<b>Overdrachtsmaatregelen</b>		
- Bovengrondse infiltratievoorzieningen	60	236
- Ondergrondse infiltratievoorzieningen	61	240
- Zaksloot in plaats van bermsloot	13	111
- Aanpassen berminrichting	63	244
- Aanpassen bermgrond	64	248
- Verschillende typen geluidsschermen	46 tot en met 52	196

## 6.6 Lichthinder

Wegverlichting, toegepast ter bevordering van de verkeersveiligheid, is een vast onderdeel van infrastructuur. In het kader hiervan geldt hoe meer de weg en de omgeving verlicht zijn, des te beter de verkeerssituatie is in te schatten. Echter de verstoring in aangrenzende gebieden neemt als gevolg van het kunstlicht ook toe. Het leefritme van dieren in aangrenzende gebieden kan verstoord worden als gevolg van de onnatuurlijke verlichting gedurende de avond- en nachtperiodes. Daarom wordt de wegverlichting steeds vaker zo ontworpen dat de infrastructuur voldoende verlicht is en de verstoring van de omliggende gebieden minimaal is.

In dit hoofdstuk worden de wetgeving en het beleid op hoofdlijnen geschetst. Daarna wordt een overzicht gegeven van de maatregelen tegen lichthinder die in hoofdstuk 7 van deze rapportage zijn opgenomen.

### 6.6.1 Wettelijk kader

Er is op dit moment (nog) geen specifieke wetgeving op het gebied van lichthinder. Wel kunnen gemeenten binnen de gemeentegrenzen maatregelen nemen. Voor het opnemen van lichthinder in de wetgeving kan bestaande regelgeving worden uitgebreid.

Het is nog steeds onduidelijk in hoeverre verlichting het leefritme van dieren ontregeld. Daarom wordt er op grote schaal (in binnen en buitenland) onderzoek uitgevoerd naar de effecten van (weg)verlichting op natuur. Daarnaast vindt er veel onderzoek plaats naar alternatieven voor verlichting waarbij verbetering van de verkeersveiligheid gewaarborgd blijft.

In België wordt al langere tijd onderzoek naar het thema lichthinder uitgevoerd en is veel op dit gebied bekend.

### 6.6.2 Landelijk beleid

Het landelijk beleid op het gebied van verstoring door verlichting is breder dan alleen wegverlichting. Het beleid richt zich in het algemeen op de toename in verlichting als gevolg van de ontwikkeling richting een 24-uurseconomie, verlichte kassen, verlichten van gebouwen uit het oogpunt van werving of sfeer, sociale veiligheid, etc..

Het hieronder beschreven beleid is van toepassing op de verstoring van wegverlichting op de aangrenzende natuurgebieden.

#### Structuurschema Groene Ruimte-2

In het Structuurschema Groene Ruimte-2 (SGR2) wordt voortgebouwd op het beleid ten aanzien van natuurgebieden zoals dat is uitgewerkt in het eerste Structuurschema Groene Ruimte (SGR), met als aandachtspunt het verbeteren van de kwaliteit van de natuurgebieden. Evenals in het SGR is het streven een goede balans te vinden tussen het beperken van de verstoring en het verkrijgen van de gewenste verkeersveiligheid, wanneer een te verlichten weg door of langs een natuurgebied (kerngebied van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), de natuurontwikkelingsgebieden en de verbindingzones die vermeld zijn in de Regeringsbeslissing Natuurbeleidsplan (1990)) loopt.

#### Nationaal Milieubeleidsplan 4

In het Nationale Milieubeleidsplan 4 (NMP4) worden als voornaamste verstoringsthema's geluid en luchtkwaliteit genoemd. Verstoring door licht komt in het NMP4 nauwelijks aan de orde. Voor een aantrekkelijke leefomgeving en een vitale natuur is wel vereist dat : 'Licht veroorzaakt door landbouwactiviteiten, wegverlichting en andere activiteiten de kwaliteit van het landschap niet aantast en niet hinderlijk is voor mensen'. Vooruitlopend op de vaststelling van de gebiedskwaliteit met betrekking tot lichthinder wordt provincies gevraagd in de provinciale uitwerkingsplannen (PUP's) voorstellen te doen om tot een aanpak van lichthinder te komen, bij voorkeur geformuleerd in termen van ha te realiseren gebied of in aantal knelpunten.

### 6.6.3 Beleid RWS

Beperken of verminderen van verstoring door wegverlichting bij natuurgebieden, waarbij gestreefd wordt naar het afstemmen van de wegverlichting op de eisen van de verkeersveiligheid én de ecologie. Hierbij hebben de regionale directies een actiefunctie. (Kaders leefbaarheid ten behoeve van 5<sup>e</sup> cyclus wegbeheer.)

### 6.6.4 Maatregelen tegen lichthinder

Beperken hoeveelheid licht (bronmaatregelen)	Maatregelnummer	blz.
- Aanpassingen aan installaties	66	255
<b>Afschermdende maatregel (effectmaatregelen)</b>		
- Verschillende typen (ondoorzichtige) schermen	46 tot en met 52	196

## 6.7 Externe veiligheid

In ons land is sprake van een omvangrijke distributie en doorvoer van gevaarlijke stoffen. Hierdoor bestaat een gevaar op ongevallen met risico's voor de omgeving, door bijvoorbeeld het vrijkomen van een gevaarlijke lading zoals brandbare of giftige stoffen. De daaraan verbonden risico's moeten aanvaardbaar blijven. In deze paragraaf worden de wetgeving en het beleid met betrekking tot externe veiligheid op hoofdlijnen geschetst, toegespitst op het vervoer van gevaarlijke stoffen. Daarna wordt een overzicht gegeven van de maatregelen op het gebied van externe veiligheid die in hoofdstuk 7 van deze rapportage zijn opgenomen.

### 6.7.1 Wettelijk kader

#### Internationale regelgeving

De basis voor de veiligheidsvoorschriften op het gebied van verpakking, etikettering, vakbekwaamheid en de uitrusting is voor een groot deel door EU in Brussel gelegd. In dat kader worden EU-richtlijnen opgesteld, die worden overgenomen in de internationale regelgeving. Zo is de indeling in gevarenklassen en de verpakking geharmoniseerd. De internationale regels zijn ook van toepassing op het nationale vervoer van gevaarlijke stoffen.

#### Wet vervoer gevaarlijke stoffen

Voor het Nederlandse grondgebied gelden een aantal aanvullende voorschriften. De Wet vervoer gevaarlijke stoffen (WVGS) is de wettelijke basis voor regelgeving voor het vervoer over de weg, per spoor en over de binnenvaartwateren. In essentie regelt de Wet vervoer gevaarlijke stoffen (WVSG) dat vervoer van gevaarlijke stoffen niet is toegestaan of alleen bij inachtneming van bepaalde eisen.

Routeplichtige stoffen uit de ministeriële regeling "Reglement Vervoer over Land van Gevaarlijke Stoffen" mogen alleen langs bepaalde routes worden vervoerd<sup>1</sup>. De minister van V&W wijst het landelijke net aan. Provinciale Staten wijzen een provinciaal net aan dat aansluit op het landelijke net. De gemeenten hebben de bevoegdheid een gemeentelijke route aan te wijzen binnen het aangewezen net.

De regelgeving ten aanzien van externe veiligheid voor het vervoer van gevaarlijke stoffen is beschreven in de nota "*Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen*" en de ruimtelijke implicaties komen aan de orde in de "*Handreiking externe veiligheid vervoer gevaarlijke stoffen*".

### 6.7.2 Landelijk beleid

In het externe veiligheidsbeleid staan twee doelen centraal: de veiligheid van (groepen) personen die niet met de activiteit van doen hebben in de omgeving van de risico-opleverende activiteit op een acceptabel niveau te hebben en te houden, en de bescherming van de samenleving tegen het ontwrichtende effect van een ramp met een groter aantal slachtoffers. Voor de verwezenlijking van die doelen zijn de instrumenten plaatsgebonden risico (PR) en groepsrisico (GR) beschikbaar.

---

<sup>1</sup> Naast dit reglement is er ook een reglement vervoer binnenvaart en een reglement vervoer over spoor van gevaarlijke stoffen.



### **Plaatsgebonden risico**

Het PR geeft per locatie per jaar de kans dat een daar continu aanwezig geacht persoon die onbeschermd is overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongeval met risicovolle activiteiten. De huidige norm voor het PR bedraagt één op de miljoen per jaar ( $10^{-6}$  per jaar) voor nieuwe situaties, en één op de honderdduizend per jaar ( $10^{-5}$  per jaar) voor bestaande situaties. Bij nieuwe situaties moet gedacht worden aan een nieuwe route voor vervoer van gevaarlijke stoffen, een significante wijziging van de transportstroom op een bestaande route of nieuwe kwetsbare bestemmingen binnen een gebied met een PR hoger dan  $10^{-6}$ . De norm voor het PR is een grenswaarde. Bij PR van  $10^{-6}$  hoeven er nog geen slachtoffers te vallen met die frequentie, omdat PR geen rekening houdt met vluchtgedrag en beschermingsmogelijkheden. Bij nieuwe ontwikkelingen moet overschrijding van de grenswaarde van  $10^{-6}$  per jaar voorkomen worden. In bestaande situaties is er sprake van een resultaatsverplichting om (op termijn) aan de norm te voldoen.

### **Groepsgebonden risico**

Het GR van een activiteit geeft de kans per jaar dat in één keer een groep mensen komt te overlijden als rechtstreeks gevolg van een ongeluk met die activiteit. De norm voor het GR is een oriënterende waarde. Dit houdt in dat betrokkenen een inspanningsverplichting hebben om aan de norm te voldoen. De oriënterende waarde voor het GR is weergegeven in figuur 3.2. In de figuur is te zien dat de waarde geen enkel getal is, maar een lijn: naarmate de groep mogelijke slachtoffers groter wordt, moet de kans op een ongeval kleiner zijn. De oriënterende waarde voor het GR (per kilometer route) ligt op de lijn  $10^{-4}$  per jaar voor 10 slachtoffers en  $10^{-6}$  per jaar voor 100 slachtoffers enzovoort.

Figuur 6.2      Ligging van de oriënterende waarde voor het groepsrisico per kilometer route.

**Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (Verwachte vaststelling 2003)**

In het Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (NVVP) is het voornemen opgenomen om de geldende risiconormen een juridische basis te geven in de vorm van een algemene maatregel van bestuur (AMvB). Ook zullen, om de veiligheid verder te verbeteren, steeds de mogelijkheden worden nagegaan om gevaarlijke stoffen over andere routes te vervoeren of via andere vervoerswijzen. Het ministerie van V&W heeft het voornemen om voor eind 2002 de nieuwe AMvB gereed te hebben.

**Nationaal Milieuplan 4**

In het Nationaal Milieuplan 4 (NMP-4) is aangegeven dat voor het transport van gevaarlijke stoffen dezelfde grenswaarden zullen worden gehanteerd als voor risicovolle inrichtingen. Hierbij wordt geen onderscheid meer gemaakt tussen nieuwe en bestaande situaties. Daarbij wordt er op gewezen dat er bestaande situaties zijn waar het voldoen aan deze grenswaarden niet onverkort kan worden gerealiseerd. Dit kan zich voordoen wanneer dit grote schade zou toebrengen aan de nationale economie, dan wel grootschalige sloop van bestaande bebouwing met zich mee zou brengen. Bij het transport van gevaarlijke stoffen zullen dergelijke omstandigheden zeker aan de orde zijn. In de voor het transport van gevaarlijke stoffen voorziene wettelijke regeling zal daarom een uitzonderingsmogelijkheid worden opgenomen ten aanzien van het voldoen aan de grenswaarde voor het PR in specifieke gevallen.

Opgemerkt dient te worden dat VROM in februari 2002 de concept-AMvB Milieukwaliteitseisen inrichtingen heeft gepubliceerd. Hierin is met name voor bestaande situaties een verscherping van de normen aangekondigd, en het streven om knelpunten voor 2010 te saneren. Vooralsnog is onduidelijk in hoeverre het streven naar harmonisatie van de normen voor vervoer met de normen voor stationaire objecten gevolgen zal hebben voor de hierboven geschetste normen voor PR en GR.

**6.7.3 Beleid RWS**

Het streefbeeld is om bij het vervoer van gevaarlijke stoffen te voldoen aan de normeringen voor het PR en het GR. De Regionale Directies hebben hierbij een signaalfunctie. Daarnaast is het een belangrijk item binnen m.e.r. en trajectstudies voor nieuwe wegen. Bij de veiligheidsbeoordeling van vervoersstromen in relatie tot de omgeving zijn de volgende aspecten van belang:

- de omvang van de vervoersstroom, die bepalend is voor veiligheidseffecten op de omgeving;
- de soort gevaarlijke stoffen;
- de verkeersveiligheid, die bepalend is voor de kans op grote ongevallen;
- het aantal mensen dat langs de route woont, werkt, recreëert, enzovoort, dat bepalend is voor het mogelijk aantal dodelijke slachtoffers.

**6.7.4 Maatregelen externe veiligheid**

In deze rapportage zijn voor het thema externe veiligheid de volgende maatregelen opgenomen (de nummers achter de maatregelen verwijzen naar de nummers van de maatregelbladen).

<b>Verkeersmaatregelen</b>	<b>Maatregelnummer</b>	<b>blz.</b>
- Routing vervoer gevaarlijke stoffen	68	263
- Vluchthavens/vluchtstroken	69	267
- Tentvormige constructie	49	209

Daarnaast zijn er een groot aantal maatregelen die de verkeersveiligheid verhogen en daarmee ook de externe veiligheid bevorderen. Voor deze maatregelen wordt verwezen naar de rapportage 'Effecten en kosten van verkeersveiligheidsmaatregelen'.

Tenslotte wordt opgemerkt dat een belangrijke preventieve maatregel in het kader van externe veiligheid (die buiten de scope van deze rapportage valt) het geven van advies en/of inspraak in bestemmingsplannen is. RWS is geen wettelijk adviseur bij bestemmingsplannen, maar in de praktijk wordt bij bestemmingsplannen nabij een rijksweg wel advies aan RWS gevraagd.

## **6.8 Energie**

Een energiehuishouding is pas duurzaam als de gebruikte energiebronnen nu en in de toekomst in voldoende mate beschikbaar zijn en als de effecten van het energiegebruik nu en in de toekomst onschadelijk zijn voor de natuur en de mens.

In dit hoofdstuk worden de wetgeving en het beleid op hoofdlijnen geschetst. Daarna wordt een overzicht gegeven van de maatregelen op het gebied van energie, die in hoofdstuk 7 van deze rapportage zijn opgenomen.

### **6.8.1 Wettelijk kader**

#### **Elektriciteitswet**

In artikel 2 van de Elektriciteitswet 1998 is vastgelegd dat het ministerie van Economische Zaken ten minste eenmaal in de vier jaar een energierapport vaststelt dat richting geeft aan de door de rijksoverheid (binnen vier jaar) te nemen beslissingen op het gebied van het betrouwbaar, duurzaam, doelmatig en milieuhygiënisch verantwoord functioneren van de elektriciteitsvoorziening. Het energierapport bevat tevens een prognose betreffende het nationaal en internationaal gasreservebeleid voor een periode van 50 jaar.

### **6.8.2 Landelijk beleid**

Binnen het thema energie staan drie aspecten centraal, te weten:

- voorzieningszekerheid van energie: de mate van zekerheid die er is over de beschikbaarheid van voldoende primaire brandstoffen en secundaire energie nu en in de toekomst;
- economische efficiëntie: waarbij keuzevrijheid en betere dienstverlening kernwoorden zijn;
- milieukwaliteit: energievoorziening zonder schadelijke milieugevolgen.

Het streven naar een duurzame energiehuishouding vraagt afstemming in de beleidsafweging van deze aspecten.

Figuur 6.3      Integraal energiebeleid (bron: Energierapport 2002).

De in deze rapportage opgenomen maatregelen richten zich allemaal op het derde thema de milieukwaliteit. Het beleid met betrekking tot deze maatregelen zal hieronder verder worden toegelicht.

#### **Derde energienota (1995)**

De centrale thema's in de derde Energienota zijn duurzaamheid en marktwerking. Doel van het beleid (mede met het oog op de klimaatproblematiek) is te komen tot een energie-efficiency met één derde in de periode 1995-2020 en een aandeel duurzame bronnen van 10% in 2020.

Bepalende factor hierbij is de technologie-ontwikkeling. Het energiebesparingsbeleid wordt

uitgewerkt naar drie doelgroepen: de industrie, de gebouwde omgeving en verkeer en vervoer. Voor verkeer en vervoer ligt het accent op de aanpak en verbetering van vervoertechnologie en infrastructuur.

#### **Energierapport 2002**

In het energierapport 2002 wordt een energiebesparingstempo aangegeven van 1,5% – 2% per jaar.

#### **Nationaal Milieubeleidsplan 4 (NMP4)**

In het NMP4 is de uitdaging geschetst om de mondiale energievoorziening duurzaam te maken. Daarnaast is er met het oog op energiebesparing de volgende doelstelling voor het jaar 2030 opgesteld:

- 40 tot 60% emissiereductie ten opzichte van 1990.

Hierbij speelt het verder stimuleren van onderzoek, ontwikkeling en demonstratie voor de volgende drie sporen een belangrijke rol:

- hernieuwbare energiebronnen;
- schoon fossiel (bijvoorbeeld waterstof en 'nul'-emissietechnologie);
- energie-efficiency.

#### **Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (Verwachte vaststelling 2003)**

In het Nationaal Verkeers- en Vervoersplan (NVVP) is de volgende ambitie geformuleerd: Vermindering van de toename van de CO<sub>2</sub>-uitstoot tot 2010 conform de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid en voorbereiding van verdere CO<sub>2</sub> reducties na 2010. Het gaat hierbij ten eerste om technische maatregelen, zoals zuiniger auto's. Ten tweede worden belastingmaatregelen genomen: de belangrijkste daarvan is de differentiatie van de belasting personenauto's en motorrijwielen naar relatieve CO<sub>2</sub>-uitstoot. En ten derde wordt ingezet op de beïnvloeding van het rij- en aankoopgedrag. De verscherpte naleving van de snelheidslimieten en de etikettering van auto's zijn hiervan een voorbeeld.

#### **6.8.3 Beleid RWS**

Rijkswaterstaat richt zich de komende tijd op de volgende deelthema's:

- verder uitwerken mogelijkheden voor energie-opwekking uit of langs de weg (zonnecollectoren, warmteterugwinning, etc.);
- stimuleren van energie-extensivering op het gebied van transportoptimalisatie, onderhoudsoptimalisatie en het optimaal benutten van de mogelijke technische levensduur van materialen, al dan niet in meerdere cycli.

#### 6.8.4 Maatregelen in het kader van energie

Opwekken energie	Maatregelnummer	blz.
- Zonnecollectoren (PV)	70	273
- Warmteterugwinning uit asfalt	71	277
<b>Bezuinigen op energie</b>		
- Dynamische wegverlichting	72	282

### 6.9 Verdroging

Verdroging geldt als een van de belangrijkste oorzaken voor het achteruitgaan van de kwaliteit van de natuur in Nederland. Voor het herstel van verdroogde gebieden zijn maatregelen nodig in het gebied zelf maar ook in het omliggende gebied, omdat verdroging *in* de natuurgebieden mede wordt veroorzaakt door hydrologische omstandigheden *buiten* de natuurgebieden. Omliggend gebied dat een breed scala aan gebruik kent zoals bewoning, infrastructuur en landbouw.

In evaluatienota Water (1993) wordt het begrip verdroging als volgt omschreven:

*“Een gebied wordt als verdroogd aangemerkt als aan dat gebied een natuurfunctie is toegekend en de grondwaterstand in het gebied onvoldoende hoog is, dan wel de kwel onvoldoende sterk, om bescherming van de karakteristieke grondwaterafhankelijke ecologische waarden waarop de toekenning is gebaseerd, in dat gebied te garanderen. Een gebied met een natuurfunctie wordt ook als verdroogd aangemerkt als ter compensatie van een te lage grondwaterstand water met een voor die natuurfunctie onvoldoende kwaliteit moet worden aangevoerd.”*

Uit deze omschrijving blijkt dat verdroging gekoppeld is aan de functie natuur en kan optreden volgens drie hydrologische mechanismen:

- een verlaging van de grondwaterstand;
- het wegvallen of verminderen van de kwel;
- het inlaten van gebiedsvreemd oppervlaktewater (ter voorkoming of compensatie van grondwaterstanddaling).

Verdroging als gevolg van infrastructuur kan drie oorzaken hebben:

1. De aanwezigheid van wegen, spoorwegen en kunstwerken stelt vaak eisen aan de plaatselijke grondwaterstand. Het kan bij aanleg nodig zijn constant te bemalen om de bouwput droog te houden. Ook na aanleg kan permanente bemaling noodzakelijk zijn. Een dergelijke onttrekking zorgt voor verlaging van de grondwaterstand in de omgeving en een grondwaterstroming in de richting van de onttrekking.
2. Een wegconstructie kan een barrière vormen voor grondwaterstroming, zodat er een opstuwung aan de ene en verdroging aan de andere kant optreedt.
3. Een goed drainerende zandlaag onder een wegconstructie, kan leiden tot een versnelde afvoer van grondwater uit de omgeving.

In dit hoofdstuk worden de wetgeving en het beleid met betrekking tot het tegengaan van verdroging op hoofdlijnen geschetst. Daarna wordt een overzicht gegeven van de maatregelen die ingezet kunnen worden om verdroging van kwetsbare gebieden langs het hoofdwegennet tegen te gaan die in hoofdstuk 7 van deze rapportage zijn opgenomen.

### 6.9.1 Wettelijk kader

#### **Wet op de waterhuishouding**

De Wet op de Waterhuishouding heeft twee doelstellingen:

1. Het voeren van een samenhangend en doelmatig beleid en beheer van het oppervlaktewater en het grondwater in ons land. Het maken van plannen is in de wet geregeld.
2. Het regelen van de waterkwantiteit door middel van waterakkoorden tussen waterbeheerders en peilbesluiten.

### 6.9.2 Landelijk beleid

#### **Waterkader (4<sup>e</sup> nota Waterhuishouding)**

De 4<sup>e</sup> nota Waterhuishouding is richtinggevend voor de manier waarop provincies en waterschappen het water beheren. In deze nota wordt voortgebouwd op het in de 3<sup>e</sup> nota waterhuishouding geïntroduceerde strategie voor integraal waterbeheer. Deze strategie neemt als uitgangspunt dat de na te streven doelen voor het waterbeheer alleen door een integrale benadering kunnen worden bereikt.

De hoofddoelstelling van de 4<sup>e</sup> nota Waterhuishouding is:

Het hebben en houden van een veilig en bewoonbaar land en het instandhouden en versterken van gezonde en veerkrachtige watersystemen, waarmee een duurzaam gebruik blijft gegarandeerd.

Het thema verdroging is één van de vier thema's<sup>2</sup> die in de nota verder worden uitgewerkt. Voor het thema verdroging is de volgende doelstelling opgenomen:

Een vermindering van het verdroogd areaal met 25% in 2000 en 40% in 2010 ten opzichte van referentiejaar 1985. Om dit te realiseren is een aanpak in samenhang met andere problemen in het waterbeheer tot stand gebracht. Uiteindelijk is overal de gewenste grondwatersituatie bereikt.

Belangrijke maatregelen om deze doelstelling te bereiken zijn: beperken grondwaterontrekkingen, vasthouden van water en het voorkomen van snelle afvoer van water.

#### **Subsidieregeling Gebiedsgerichte Beleid (SGB)**

Op grond van deze regeling worden maatregelen ter verbetering van milieukwaliteit, leefbaarheid, economische vitaliteit, etc. in het landelijke gebied worden (mede) gefinancierd. Verdrogingsbestrijding maakt daar een onderdeel van uit.

#### **Nationaal milieubeleidsplan 4 (NMP4)**

In het NMP4 worden geen expliciete aandacht besteed aan de relatie infrastructuur en verdroging. Wel wordt gesteld dat 200.000 tot 300.000 hectare landbouwgrond in de directe omgeving van de EHS zal moeten 'vernatten'.

Daarnaast wordt aangegeven dat een forse extra inspanning nodig is om de bestaande verdrogingsdoelstelling voor 2010, 40% minder verdroogd natuurgebied, te halen. Voor extra maatregelen zal worden aangesloten bij het waterbeleid 21<sup>e</sup> eeuw.

---

<sup>2</sup> de andere drie thema's zijn: Veiligheid, emissies en waterbodems

### 6.9.3 Beleid RWS

Rijkswaterstaat is als gevolg van verdroging door, in beheer bij Rijkswaterstaat zijnde, infrastructuur ook een verdrogingsveroorzaker. In deze rol heeft Rijkswaterstaat als taak om, samen met andere overheden, de verdroging te bestrijden.

<b>Maatregelen in relatie tot verdroging</b>	<b>Maatregelnummer</b>	<b>blz.</b>
- Zaksloot in plaats van bermsloot	13	111
- Bovengrondse infiltratievoorzieningen	60	236
- Ondergrondse infiltratievoorzieningen	61	240
- Aanpassen berminrichting	63	244
- Aanpassen bermgrond	64	248





## **7 Maatregelbladen**



## **7.1 Natuur en landschap**



**Naam van de maatregel**

Ecoduct

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Ecoducten zijn speciaal met aarde en groenbeplanting ingerichte viaducten oftewel “natuurbruggen” die het dieren mogelijk maken om veilig de weg over te steken. Een ecoduct kan beschouwd worden als een ecologische verbinding tussen door rijksinfrastructuur doorsneden natuurgebieden.
- Doel: Het (gedeeltelijk) opheffen van de barrièrewerking van een weg voor een breed scala aan soorten, het beperken van verkeersslachtoffers onder dieren (met name grofwild) en het met elkaar verbinden van de ecosystemen aan weerszijden van de weg. Doelsoorten waarop de afmetingen van het ecoduct wordt afgestemd zijn afhankelijk van het gebied de grotere zoogdieren zoals reeën, edelhert en wilde zwijnen. Overige doelgroepen zijn reptielen, amfibieën, marterachtigen, kleinere zoogdieren, dagvlinders en overige insecten. Ook vogels en vleermuizen liften door de geleidende werking mee;
- Noodzaak: Noodzakelijk als gevolg van ontsnippering van natuurgebieden (EHS) van enige omvang en natuurkwaliteit. Uit analyse van doorsneden (natuur)gebiedskennmerken, aanwezige en potentiële soorten volgt een keuze voor een ambitieniveau. Over het algemeen kan gesteld worden dat er 3 ambitieniveau's of varianten zijn: variant Ree, variant Edelhert en variant Ecosysteem.
- Varianten:
  - grofwildtunnel (zie ook het maatregelblad grofwildtunnel);
  - aanpassing en overdimensionering van bestaande viaducten.
- Toepassingsgebied: Natuur- en bosgebieden. Op plaatsen waar samenhangende natuursystemen van enig groot formaat en/of belangrijke leefgebieden van met name grotere diersoorten doorsneden worden door een rijksweg met hoge verkeersintensiteit.
- Status: In Nederland zijn 4 ecoducten gebouwd (3 Edelhert / Ecosysteem-ecoducten en 1 variant Ree). In het buitenland (Duitsland, Zwitserland en Frankrijk) zijn meerdere ecoducten aangelegd, zowel zeer smal (8 meter breed) als zeer breed (circa 200 meter breed); ook zijn er voorbeelden van medegebruik door landbouwverkeer. Over ecoducten is veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: De technische eisen voor de aanleg van een ecoduct zijn grotendeels te ontlelen aan normale verkeersviaducten.  
Specifieke eisen:
  - de minimale breedte is afhankelijk van het ambitieniveau. Variant Ree is een trechtersvormig ecoduct met afmetingen 30-15-30 meter. Deze afmetingen zijn voldoende voor reewild en kleinere soorten, maar onvoldoende voor groter wild zoals edelherten en wilde zwijnen. Variant Edelhart is een trechtersvormig ecoduct met afmetingen 50-30/35-50 meter. Deze afmetingen zijn voldoende voor edelherten, grote grazers en alle soorten die kleiner zijn. Deze breedte biedt net voldoende ruimte voor meerdere ecotopen (bosschage, grasland, ruigte) en geeft een optimum voor gebruik door fauna in soorten en aantallen. Variant Ecosysteem is een trechtersvormig ecoduct met afmetingen 70-50-70 meter. Deze afmetingen maken een robuustere verbinding mogelijk doordat er meer ruimte aanwezig is voor verschillende ecotopen. De aangegeven afmetingen zijn minimale afmetingen bij een overspanning van circa 50 meter. De keuze voor een trechtersvorm is het goedkoopst. Alternatief is een rechthoek waarbij voor variant Ree en Edelhart uitgegaan moet worden van de breedte bij het landhoofd;
  - een ecoduct wordt bij voorkeur centraal in doorsneden natuurgebied gelocaliseerd op bestaande wildwissel en bij voorkeur waar de weg verdiept ligt ten behoeve van een goede aansluiting op de omgeving. Wanneer de weg verhoogd in het landschap ligt, kan een grofwildtunnel een optie zijn;
  - het loopvlak van de passage ligt bij voorkeur op maaiveldhoogte. Anders een zeer geleidelijke overgang van achterland naar viaduct;
  - goede drainage op het ecoduct;
  - de overgang tussen het leefgebied en de passage en het ecoduct zelf moeten zoveel mogelijk in overeenstemming met de aangrenzende terreinen worden ingericht;
  - voor het behoud van overzicht en doorkijk op het ecoduct is in de lengte een open strook van minimaal 8 meter breed nodig of meer afhankelijk van de breedte van het viaduct en de overspanning.

- Voorbereiding:
  - elke faunavoorziening is maatwerk, omdat met de omstandigheden ter plekke rekening moet worden gehouden. Zie voor de voorbereiding ook de procedure die RWS hanteert bij het realiseren van ontsnippering bij bestaande infrastructuur (zogenaamde BROM-projecten). Voorbereidende stappen zijn:
    - maken schetsontwerp van het ecoduct en ondersteunende maatregelen met kostenraming;
    - overleg met betrokkenen afdelingen, instanties en andere belanghebbenden. Hierbij kan gedacht worden aan provincie, gemeente, waterschap, regionale afdeling LNV, Staatsbosbeheer, Vereniging Natuurmonumenten, particuliere grondeigenaren, natuurorganisaties, omwonenden enz;
    - inventariseren belangen en wensen ten aanzien van het ambitieniveau en mogelijkheden tot medefinanciering door derden;
    - maken van beheerafspraken met de toekomstige beheerder;
    - opstellen projectvoorstel;
    - maken ontwerp door de Bouwdienst;
  - afhankelijk van de fase in het project (definitie / voorbereiding / realisatie) is expertise op verschillende terreinen nodig, bijvoorbeeld civiele techniek, ecologie, (landschaps)architectuur enzovoort;
  - mogelijk van toepassing zijnde vergunningen / procedures zijn: wijziging bestemmingsplan door middel van Wet op de ruimtelijke ordening art. 19, watertoets, bouwvergunning, aanlegvergunning, kapmelding Laser, ontheffing Flora- en Faunawet art. 75, ontheffing provinciale waterhuishouding verordening, vergunning Wet verontreiniging oppervlaktewater, verkeersmaatregelen/verkeersbesluit, verzoek onttrekking openbaar verkeer door ander overheidsorgaan, Wet beheer Rijkswaterstaatswerken, Bouwstoffenbesluit en toets archeologische werken.
- Realisatietijd:
  - voorbereiding en realisatie: circa 5 jaar;
  - bouwfase: 2 tot 2,5 jaar.

**Kosten**

- Investeringskosten: De bouwkosten zijn afhankelijk van de breedte en overspanning van het ecoduct, funderingstype en ligging ten opzichte van het maaiveld. De kosten zijn onder te verdelen in kosten voor het kunstwerk en overige kosten zoals grondwerk, verkeersmaatregelen / signalering / kabels&leidingen, groenbeplanting, faunakerende schermen op het kunstwerk en parallel aan de rijksweg enzovoort.
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering:
    - variant Ree: circa 5,7 miljoen Euro, waarvan circa 2,7 miljoen Euro bestaat uit kosten kunstwerk en circa 3 miljoen Euro bestaat uit overige kosten;
    - variant Edelhert: circa 8,7 miljoen Euro, waarvan circa 5,1 miljoen Euro bestaat uit kosten kunstwerk en circa 3,6 miljoen Euro bestaat uit overige kosten;
    - variant Ecosysteem: circa 10,8 miljoen Euro, waarvan circa 6,8 miljoen Euro bestaat uit kosten kunstwerk en circa 4 miljoen Euro bestaat uit overige kosten.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze kosten bestaan uit onderhoud en beheer van het kunstwerk conform het onderhoud en beheer van viaducten met uitzondering van asfalt. Extra kosten zijn beheer van schermen en drainagesysteem. Beheer- en onderhoudskosten van de beplanting worden vaak overgenomen door de nieuwe beheerder (Staatsbosbeheer of Natuurmonumenten).
  - levensduur: 80 à 100 jaar (bij hantering van de normen uit het Bouwbesluit).
- In de kostenraming opgenomen aspecten: Trechtervormig ecoduct over rijksweg op maaiveldniveau, overspanning van 50 meter (2x3 rijstroken plus parallelweg), aansluitende grondtaluds met helling van 1:10. Niet meegenomen zijn grondaankoop en voorbereidingskosten.
- Peiljaar: 2000.



## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema	Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+ Het effect van ecoducten op natuur en landschap is positief: <ul style="list-style-type: none"> <li>- de ecoducten over de rijksweg A50 tussen Arnhem en Apeldoorn worden regelmatig gebruikt door edelhert, wild zwijn, ree, schotse hooglander (ingezet voor begrazing natuurterreinen), haas, konijn, das en wasbeer. Op het wildviaduct Woeste Hoeve is ook het gebruik door moeflon en damhert vastgesteld. Daarnaast wordt aangenomen dat kleine marterachtigen, muizen, reptielen en insecten ook gebruik maken van de ecoducten. Het ecoduct over de rijksweg A1 bij Oldenzaal wordt gebruikt door egel, eekhoorn, konijn, haas, vos, marter, ree, muizen en een enkele keer door een bunzing. Van het ecoduct A1 bij Kootwijk wordt, naast mens en hond, gebruikt door edelhert, ree, wild zwijn en vos;</li> <li>- het aantal verkeersslachtoffers kan drastisch beperkt worden;</li> <li>- de bouw van een ecoduct met aanvullende maatregelen zoals schermen en rasters kan conflicteren met of juist positief bijdragen aan landschappelijke inpassing van de weg conform het landschapsplan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur;</li> <li>- afname barrièrewerking van de weg;</li> <li>- vermindering sterfte door aanrijdingen.</li> </ul>
Bodem	De aanleg van een ecoduct heeft geen effect op de bodemkwaliteit: aanleg van de grondtaluds conform het Bouwstoffenbesluit moet voorkomen dat de bodem vervuild raakt.	Mate van verontreiniging van de bodem
Geluid	?	Ecoduct geeft mogelijk meer geluid bij in- en uitrijden.
Luchtkwaliteit		

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Door de tunnelwand van het ecoduct lijkt de beschikbare ruimte minder. Bestuurders kunnen hierdoor last krijgen van bermvrees waardoor ze langzamer gaan rijden. Over het algemeen kan gesteld worden dat hoe meer ruimte wordt gegeven aan automobilisten hoe hoger de kans is dat men harder gaat rijden. Bovendien is er kans op een tunneleffect als sprake is van zichtvermindering (door verlichting en bij bochten). Hierdoor zal de bestuurder zijn snelheid verlagen en wordt de capaciteit gereduceerd. De volgtijd neemt door deze maatregel iets toe. Een ecoduct heeft een zeer beperkte lengte en wordt in de praktijk meestal ver geplaatst van discontinuïteiten (veranderingen in het wegbeeld) in de snelweg. Hierdoor heeft deze maatregel, in het algemeen, een te verwaarlozen effect op de bereikbaarheid.

### Effecten op de verkeersveiligheid

De aanleg van ecoducten kan leiden tot een vermindering van het aantal ongevallen. Dit effect is naar verwachting minimaal en sterk situatie- en locatiegebonden. In kwalitatieve zin zal de maatregel wel een positief effect hebben door vermindering van het aantal schrikreacties bij weggebruikers.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: Geen informatie bekend.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: De perceptie van de weggebruiker is subjectief. Regionaal vormt een grote faunapassage een belangrijke zichtbare input voor verdere natuurontwikkeling en ontsnipperingsprojecten (positieve spin-off).

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend.

- Ondersteunende andere maatregelen:
  - rasters, bij voorkeur fuikvormig te plaatsen naar het ecoduct, die de dieren naar het ecoduct leiden en voorkomen dat de dieren de weg toch oversteken;
  - aanvullende voorzieningen op de rasters als insprongen, grofwildfuiken, wildroosters en werkpoorten.
  - geleidende structuur (beplanting, grond- of stobbenwal);
  - geluidswallen en –schermen op het ecoduct om verstoring door geluid en licht van het wegverkeer te voorkomen.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - het ecoduct moet goed aansluiten op de omgeving, rekeninghoudend met leefgebieden, wissels, rust en ligging van de weg ten opzichte van het maaiveld;
  - een juiste locatie (vaak op plaatsen met belangrijke grofwildwissels) en een goede inpassing in de omgeving met de nodige randvoorzieningen zijn uiterst belangrijk. Het leefgebied moet als het ware ononderbroken doorlopen tot bij de passage;
  - grofwild, met name edelherten, is zeer verstoringsgevoelig en argwanend. Grofwildpassages moeten daarom zo “natuurlijk” mogelijk worden aangelegd en ingericht;
  - bij voorkeur zijn binnen een straal van 500 meter van het ecoduct geen wandel-, fiets- en verkeersroutes aanwezig;
  - binnen de randvoorwaarden die door de ecologie gesteld worden, moet aandacht besteed worden aan een goede landschappelijke inpassing.
- Aandachtspunten bij beheer en onderhoud:

Het wild moet een goed overzicht over de passage hebben.
- Evaluatieprogramma:
  - technische evaluatie: tijdens en na de aanleg controleren of passages, rasters en andere voorzieningen goed zijn aangebracht. Dit ook op gezette tijden na de aanleg doen, omdat op een later tijdstip nog mankementen naar voren kunnen komen (bijvoorbeeld wateroverlast in natte perioden);
  - evaluatie gebruik: enkele methodes hiervoor zijn het aanbrengen van sporenbedden en het plaatsen van een infraroodcamera. Voor de evaluatie is een gedegen kennis van de levenswijze en de sporen van de diverse diersoorten vereist.

**Meer informatie**

- Literatuur:
  - Pfister, H.P., Keller, H., & Goergii, B., *"Bio-okologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege"*, Forschung Strassenbau und Strassenerkehrstechnik, heft 756. Bundesministerium für Verkehr, Bonn-Bad Godesberg, 1997;
  - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) i.s.m. de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), *"Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water"*, Utrecht, 1995.
- Praktijkvoorbeelden:
  - wildwissel Woeste Hoeve en wildwissel Terlet, beide over de rijksweg A50 tussen Apeldoorn en Arnhem;
  - ecoducten over de rijksweg A1 ter hoogte van Oldenzaal en Kootwijk.
  - ecoduct over de rijksweg A35 bij Boerskotten.
- Pilots:

door Alterra wordt in pilots gekeken naar medegebruik door recreatie en meervoudig ruimtegebruik.
- Studies:

geen informatie bekend.

**Naam van de maatregel**

Grofwildtunnel

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Een grofwildtunnel bestaat uit een speciaal voor de passage van grofwild aangelegde tunnelconstructie, voorzien van een onverharde bodem. Grofwildtunnels maken het dieren mogelijk om veilig de overkant van de weg te bereiken.
- Doel: Het (gedeeltelijk) opheffen van de barrièrewerking van een weg voor een breed scala aan soorten, het beperken van verkeersslachtoffers onder dieren (met name grofwild) en het met elkaar verbinden van de ecosystemen aan weerszijden van de weg. Doelsoorten waarop de afmetingen van het ecoduct wordt afgestemd zijn afhankelijk van het gebied de grotere zoogdieren zoals reeën, edelhert en wilde zwijnen. Overige doelgroepen zijn reptielen, amfibieën, marterachtigen, kleinere zoogdieren, dagvlinders en overige insecten;
- Noodzaak: Noodzakelijk als gevolg van ontsnippering van natuurgebieden (EHS) van enige omvang en natuurkwaliteit. Uit analyse van doorsneden (natuur)gebiedskenmerken, aanwezige en potentiële soorten volgt een keuze voor een ambitieniveau.
- Varianten:
  - ecoduct (zie ook het maatregelblad ecoduct);
  - aanpassing en overdimensionering van tunnels, bijvoorbeeld door het aanbrengen van een apart looppad;
  - passages onder viaducten.
- Toepassingsgebied: Natuur- en bosgebieden. Op plaatsen waar samenhangende natuursystemen van enig groot formaat en/of belangrijke leefgebieden van met name grotere diersoorten doorsneden worden door een rijksweg met hoge verkeersintensiteit.
- Status: Wordt regelmatig toegepast (met name op Veluwe en Utrechtse Heuvelrug), veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: De technische eisen voor de aanleg van een grofwildtunnel zijn grotendeels te ontleen aan normale verkeerstunnels. Specifieke eisen:
  - de afmetingen van een grofwildtunnel zijn afhankelijk van de diersoort waarvoor de tunnel bedoeld is;
  - het loopvlak van de passage ligt bij voorkeur op maaiveldhoogte, zodat het wild een goed doorzicht heeft;
  - de bodem van de tunnel moet onverhard en onbegroeid zijn. Bij toepassing van tunnelsegmenten met een betonvloer moet een laag zand/grond van minimaal 30 cm dikte aangebracht worden;
  - de tunnel moet droog zijn. Wateroverlast kan worden voorkomen door de tunnel boven GHG/polderpeil te plaatsen. Alternatief is de bodem in de tunnel tot 10-30 cm boven maaiveld te verhogen (geleidelijk oplopend);
  - de overgang tussen het leefgebied en de tunnel zelf moet zoveel mogelijk in overeenstemming met de aangrenzende terreinen worden ingericht. Beplanting kan gebruikt worden om rust en dekking te bieden en om de dieren naar de tunnel te leiden, maar mag het overzicht en het doorzicht in de tunnel niet belemmeren;
  - het is van belang om op de afwerking van de beëindigingen te letten, bijvoorbeeld door de tunnel af te schuinen onder gelijke hellinghoek met het talud zodat de beëindigingen een onderdeel worden van het weglichaam.
- Voorbereiding:
  - elke faunavoorziening is maatwerk, omdat met de omstandigheden ter plekke rekening moet worden gehouden. Zie voor de voorbereiding ook de procedure die RWS hanteert bij het realiseren van ontsnippering bij bestaande infrastructuur (zogenaamde BROM-projecten). Voorbereidende stappen zijn:
    - maken schetsontwerp van het ecoduct en ondersteunende maatregelen met kostenraming;
    - overleg met betrokkenen afdelingen, instanties en andere belanghebbenden. Hierbij kan gedacht worden aan provincie, gemeente, waterschap, regionale afdeling LNV, Staatsbosbeheer, Vereniging Natuurmonumenten, particuliere grondeigenaren, natuurorganisaties, omwonenden enz;
    - inventariseren belangen en wensen ten aanzien van het ambitieniveau en mogelijkheden tot medefinanciering door derden;
    - maken van beheerafspraken met de toekomstige beheerder;
    - opstellen projectvoorstel;
    - maken ontwerp door de Bouwdienst.
- Realisatietijd: geen informatie bekend.

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: de kosten voor tunnels voor hertachtigen zijn afhankelijk van afmetingen en vormgeving, en zijn vergelijkbaar met de kosten voor aanleg van een verkeerstunnel.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze kosten bestaan uit enerzijds uit instandhoudingskosten zoals het weghalen van zwerfvuil en tegengaan van graffiti. Anderzijds gaat het om verbetering door voortschrijdend inzicht en oplossen van gemaakte fouten, inspectie en daaruit voortvloeiende ingrepen, reparatie van mankementen en monitoring van het gebruik;
  - levensduur: 80 à 100 jaar (bij hantering van de normen uit het Bouwbesluit).
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: n.v.t.

**Verwachte effecten****Effecten op de leefbaarheid**

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Het effect van grofwildtunnels op natuur en landschap is positief: <ul style="list-style-type: none"> <li>- de faunapassage onder de A28 bij Zeist-West wordt regelmatig gebruikt door reeën, kleine zoogdieren, amfibieën, reptielen, kruipende insecten en vogels.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur;</li> <li>- afname barrièrewerking van de weg;</li> <li>- vermindering sterfte door aanrijdingen.</li> </ul>
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

**Effecten op de bereikbaarheid**

Worden niet verwacht.

**Effecten op de verkeersveiligheid**

De aanleg van grofwildtunnels kan leiden tot een vermindering van het aantal ongevallen. Dit effect is naar verwachting minimaal en sterk situatie- en locatiegebonden. In kwalitatieve zin zal de maatregel wel een positief effect hebben door vermindering van het aantal schrikreacties bij weggebruikers.

**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten: Ook andere dieren (kleine zoogdieren, amfibieën, reptielen, kruipende insecten en vogels) maken gebruik van grofwildtunnels.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: n.v.t.

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend.
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - rasters. Grofwild zal de tunnel waarschijnlijk niet uit vrije wil gebruiken, daarom zullen rasters ze hiertoe moeten dwingen. De rasters worden bij voorkeur fuikvormig naar de tunnel geplaatst en moeten goed aansluiten op de tunnel;
  - aanvullende voorzieningen op rasters als insprongen, grofwildfuiken, wildroosters en werkpoorten;
  - geleidende structuur (beplanting, grond- of stobbenwal);
  - een stobbenwal door de tunnel om het gebruik van de tunnel door kleine en middelgrote diersoorten te bevorderen (zie ook het maatregelblad stobbenwal op/onder viaduct).
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - een juiste locatie (vaak op plaatsen met belangrijke grofwildwissels) en een goede inpassing in de omgeving met de nodige randvoorzieningen zijn uiterst belangrijk. Het leefgebied moet als het ware ononderbroken doorlopen tot bij de tunnel;
  - grofwild, met name edelherten, is zeer verstoringgevoelig en argwanend. Tunnels moeten daarom onder dekking van beplanting bereikt te kunnen worden. Ook is afscherming van licht en verkeerslawaaï wenselijk;
  - bij voorkeur zijn binnen een straal van 500 meter van de grofwildtunnel geen wandel-, fiets- en verkeersroutes aanwezig;
  - binnen de randvoorwaarden die door de ecologie gesteld worden, moet aandacht besteed worden aan een goede landschappelijke inpassing;
  - geen verlichting in of nabij de tunnel.
- Aandachtspunten bij beheer en onderhoud:
  - de tunnel mag niet over de gehele oppervlakte onder water staan;
  - de tunnel en de rasters moeten regelmatig geïnspecteerd, en indien nodig hersteld worden. Deze werkzaamheden kunnen het beste in de periode oktober – december uitgevoerd worden, om de doelsoorten zo min mogelijk te verstoren;
  - de doorgang moet vrijgehouden worden.
- Evaluatieprogramma:
  - technische evaluatie: tijdens en na de aanleg controleren of passages, rasters en andere voorzieningen goed zijn aangebracht. Dit ook op gezette tijden na de aanleg doen, omdat op een later tijdstip nog mankementen naar voren kunnen komen (bijvoorbeeld wateroverlast in natte perioden);
  - evaluatie gebruik: enkele methodes hiervoor zijn het aanbrengen van sporenbedden en het plaatsen van een infraroodcamera. Voor de evaluatie is een gedegen kennis van de levenswijze en de sporen van de diverse diersoorten vereist.

**Meer informatie**

- Literatuur: Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), "*Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water*", Utrecht, 1995.
- Praktijkvoorbeelden:
  - reewildtunnel onder de verbindingsweg tussen de A6 en de A27, ter hoogte van Almeerderhout;
  - faunapassage onder de A28 bij Zeist-West.
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend



**Naam van de maatregel**

Kleine faunatunnel

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Kleine faunatunnels zijn tunnels die het klein wild mogelijk maken om veilig de overkant van de weg te bereiken.
- Doel: Beperken van verkeersslachtoffers onder dieren. Doelsoorten zijn kleine tot middelgrote zoogdieren als muizen, wezels, hermelijnen, bunzingen, marters, egels, hazen en otters, maar dit type tunnel is ook te gebruiken door insecten, kikkers en padden enzovoort.
- Noodzaak: Noodzakelijk als gevolg van ontsnippering. De noodzaak voor specifieke tunnels komt voort uit een analyse van een knelpunt voor één of meerdere diersoorten bij infrastructuur en de op basis daarvan geformuleerde doelstellingen. Factoren als het natuurbelang, de zeldzaamheid van de soort(en) en het gevaar voor uitsterven spelen hierbij een rol.
- Varianten:
  - buisvormige tunnel. Vaak is het enige verschil met een dassentunnel de naam. In gebieden waar dassen voorkomen worden de tunnels dassentunnels genoemd. In de overige gebieden heten dezelfde tunnels kleine faunatunnels. (zie ook het maatregelblad dassentunnel);
  - rechthoekige betonnen tunnel (zie ook het maatregelblad amfibieëntunnel).
- Toepassingsgebied:
  - daar waar een weg een kerngebied of verbindingzone in de (provinciale) ecologische hoofdstructuur doorsnijdt;
  - op plaatsen waar veel verkeersslachtoffers onder klein wild vallen.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - het is niet bekend welke buisdiameter optimaal is. Uit ervaring met dassentunnels blijkt dat diverse kleine zoogdieren tunnels met een diameter van 0,30 tot 0,40 meter gebruiken. Van ruimere, rechthoekige betonnen tunnels zullen nog meer dieren gebruik maken. De technische eisen van buisvormige kleine faunatunnels zijn gelijk aan die van dassentunnels, de technische eisen van rechthoekige betonnen tunnels zijn gelijk aan amfibietunnels;
  - om de multifunctionaliteit van kleine faunatunnels te bevorderen wordt geadviseerd om de constructie zo eenvoudig mogelijk te houden en waar mogelijk bochten en hellende tunneldelen te voorkomen;
  - de tunnel moet droog zijn en blijven;
  - een kleine faunatunnel moet zoveel mogelijk aansluiten op geleidende structuren. Beplantingsstroken zoals houtwallen, singels en heggen hebben de voorkeur. Waar deze ontbreken is het gewenst ze aan te leggen. Als alternatief kan de passage gesitueerd worden bij bestaande geleidende structuren als oevers, dijkjes, greppels en perceelsgrenzen. Geschikte locaties in bosgebieden zijn ter hoogte van dwars op de weg gelegen greppels en zandpaden, op de scheiding van bosvakken en het hoogte van bosranden;
  - het is belangrijk dat een aantrekkelijke route vanuit het

- achterland in de richting van de passage gecreëerd wordt;
- het is wenselijk de ingang van de tunnel af te schermen van het verkeer, om verstoring door licht en visuele waarneming te voorkomen. Hiervoor wordt vaak dichte beplanting gekozen (minimale hoogte circa 1,5 meter). Hiervoor gebiedseigen plantgoed toepassen. Voorbeelden van mogelijke alternatieven voor beplanting zijn riet, ruigte, een wilge- of kunstmatig scherm, een aarden wal, een rij zwerfkeien en een stobbenwal (zie ook het maatregelblad stobbenwal op/onder een viaduct).
  - Voorbereiding:
    - zie voor de voorbereiding ook de procedure die RWS hanteert bij het realiseren van ontsnippering bij bestaande infrastructuur (zogenaamde BROM-projecten). Voorbereidende stappen zijn:
      - maken schetsontwerp van de tunnel en ondersteunende andere maatregelen;
      - overleg met betrokkenen afdelingen, instanties en andere belanghebbenden. Hierbij kan gedacht worden aan provincie, gemeente, waterschap, Staatsbosbeheer, Vereniging Natuurmonumenten, particuliere grondeigenaren, natuurorganisaties, omwonenden enz.;
      - opstellen projectvoorstel;
    - in bosgebieden is het moeilijk om de juiste locatie voor een kleine faunatunnel aan te geven. Verkeersslachtoffers kunnen hiervoor een aanwijzing geven;
    - bij het gebruik of vrijkomen van (licht verontreinigde) grond of andere bouwstoffen is het Bouwstoffenbesluit van toepassing. Het Bouwstoffenbesluit stelt regels aan de toepassing van bouwstoffen. Daarnaast kan het bevoegd gezag (meestal de gemeente) beleid hebben gemaakt in het kader van actief bodembeheer;
    - overwogen kan worden om voor aanvang van de werkzaamheden een historisch bodemonderzoek uit te voeren om inzicht te krijgen in de bodemkwaliteit ter plaatse. Op basis van de resultaten van het historisch onderzoek kan besloten worden of verder bodemonderzoek nodig is.
  - Realisatietijd: geen informatie bekend

### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering:
    - buisvormige tunnel: zie maatregelblad dassentunnel;
    - rechthoekige betonnen tunnel: zie maatregelblad amfibieëntunnel.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze kosten bestaan uit enerzijds uit instandhoudingskosten zoals het weghalen van zwerfvuil. Anderzijds gaat het om deze bestaan uit verbetering door voortschrijdend inzicht en oplossen van gemaakte fouten, inspectie en daaruit voortvloeiende ingrepen, reparatie van mankementen en monitoring van het gebruik;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend

- Peiljaar: geen informatie bekend

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Het effect van kleine faunatunnels op natuur en landschap is positief: <ul style="list-style-type: none"> <li>- de buisvormige kleine faunatunnels worden door diverse kleine zoogdiersoorten zoals egel, konijn, vos en marter gebruikt;</li> <li>- ook bij diverse typen amfibieëntunnels is medegebruik door kleine zoogdieren vastgesteld.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur;</li> <li>- afname barrièrewerking van de weg;</li> <li>- vermindering sterfte door aanrijdingen.</li> </ul>
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

De aanleg van kleine faunatunnels heeft naar verwachting in kwalitatieve zin een positief effect op de verkeersveiligheid door vermindering van het aantal schrikreacties bij weggebruikers.

#### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend

#### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - rasters met een minimale lengte van 100 meter per wegzijde, om te voorkomen dat klein wild in de zone van het knelpunt toch de weg oversteekt. Wanneer een tunnel zeer goed aansluit op een vaste wissel of een geleidende structuur dwars op de weg, zal een klein V-vormig raster goed functioneren;
  - geleidende structuren als houtwallen, singels, heggen en ruigtestroken, die dekking, oriëntatiemogelijkheden en voedsel aan klein wild bieden;
  - dwarsverbindingen zoals beplantingsstroken, ruigtestroken of flauwe taluds langs berm sloten om de afstand tussen een geleidende structuur en de passage te overbruggen, of om verschillende geleidende structuren met elkaar te verbinden;
  - dassenpoortjes: eenzijdig te openen klapluikjes waardoor dieren die aan wegzijde van het raster komen, terugkunnen

- Aandachtspunten bij aanleg:
  - naar de andere zijde;
  - vuilrooster;
  - slootovergangen.
  - de grondwaterstand, de tunnel moet droog zijn en blijven;
  - de tunnel moet makkelijk te vinden zijn;
  - de bodem van de tunnel moet bestaan uit zand of grond;
  - aanleg en groot onderhoud moeten zoveel mogelijk plaatsvinden in periodes met verminderde activiteit, bijvoorbeeld in de periode van winterslaap.
- Aandachtspunten bij beheer:
  - de ingang van de tunnel mag niet dichtgroeien, omdat dit de vindbaarheid van de passage vermindert. De tunnel moet ook vrijgehouden worden van ingespoeld zand en ingewaaid blad en afval;
  - de tunnel mag niet verstopt raken door begroeiing. Ook mag geen water in de tunnel staan;
  - over het algemeen geldt dat één van de onderhoudsbeurten plaats moet vinden vlak voor de periode waarin het meest gebruik gemaakt wordt van de tunnel.
- Evaluatieprogramma:
  - technische evaluatie: tijdens en na de aanleg controleren of passages, rasters en andere voorzieningen goed zijn aangebracht. Dit ook op gezette tijden na de aanleg doen, omdat op een later tijdstip nog mankementen naar voren kunnen komen (bijvoorbeeld wateroverlast in natte perioden);
  - evaluatie gebruik: enkele methodes hiervoor zijn het aanbrengen van sporenbedden en het plaatsen van een infraroodcamera. Om gebruik door kleine diersoorten als muizen, amfibieën en insecten vast te stellen, kunnen vangbakken of sporenbuizen gebruikt worden. Hou er wel rekening mee dat vangbakken de werking van de passage belemmeren, regelmatig geleegd moeten worden, niet in de zon mogen staan en dat er geen water in mag blijven staan. Het gebruik van kastvallen wordt afgeraden (levert te veel stress bij marterachtigen op). Voor de evaluatie is een gedegen kennis van de levenswijze en de sporen van de diverse diersoorten vereist.

**Meer informatie**

- Literatuur: Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), "*Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water*", Utrecht, 1995.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Dassentunnel

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Dassentunnels zijn buisvormige tunnels, die het dassen mogelijk maken om veilig de overkant van de weg te bereiken.
- Doel: Beperken verkeersslachtoffers onder dassen.
- Noodzaak: Sterfte door verkeer is één van de belangrijkste doodsoorzaken bij dassen en vormt een bedreiging voor het voortbestaan van de soort in Nederland.
- Varianten:
  - kleine faunatunnel. Vaak is het enige verschil met kleine faunatunnels de naam. In gebieden waar dassen voorkomen worden de tunnels dassentunnels genoemd. In de overige gebieden heten dezelfde tunnels kleine faunatunnels (zie ook maatregelblad kleine faunatunnel);
  - bij dassentunnels zijn vier basisontwerpen te onderscheiden:
    1. Dassentunnel op maaiveldniveau.
    2. Dassentunnel met zogenaamde “inlopen”.
    3. Dassentunnel met inspectieputten en twee oplopende tunneldelen.
    4. Dassentunnel met inspectieputten en vier oplopende tunneldelen.De keuze voor een bepaald ontwerp wordt bepaald door de hoogteligging van het wegdek ten opzichte van het maaiveld en de gewenste afstand tussen het wegdek en de tunnel.
- Toepassingsgebied:
  - op locaties waar regelmatig verkeersslachtoffers onder dassen vallen;
  - bij wegen in de directe nabijheid van dassenburchten;
  - daar waar wegen barrières vormen tussen belangrijke functionele gebieden in het leefgebied (bijvoorbeeld tussen burcht en een belangrijk fourageergebied);
  - daar waar migrerende of dispergerende dassen verwacht kunnen worden (verbindingszones);
  - bij wegen in gebieden waar herintroductie van dassen plaatsvindt;
  - in dassenleefgebieden (minimaal 1 tunnel per 250 meter).
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: Onderstaand worden een aantal aspecten benoemd. Meer informatie is te vinden in de wijze van aanleg de Handreiking maatregelen voor de fauna langs weg en water (DWW, 1995) en de Richtlijn boortechnieken (DWW, 1995).

**Maatvoering:**

- inwendige diameter tunnel: minimaal 0,30 meter, 0,40 meter is meest gangbaar;
- inwendige diameter hellende delen: 0,30 meter (in verband met ruggesteun);
- maximale hellingshoek: 1:2;
- maximale lengte tunnel: onbekend. Gebruik door dassen vastgesteld bij een lengte van 150 meter.

**Drainage / afwatering:**

- ligging ten opzichte van grondwater/polderpeil: binnen-onderkant tunnel niet beneden GHG of polderpeil;
- grindkoffer voor tunnelingang: oppervlakte 1,50 X 1,50 m. Diepte 0,50 – 1,50 m. Grindkoffer afdekken met zand;
- verhang tunnel: minimaal 1%;
- geperforeerde bodem- en grindkoffers bij eventuele inspectieputten: wegens afvoer water naar zandlichaam van de weg.

**Inrichting:**

- de tunnel moet zoveel mogelijk aansluiten op geleidende structuren. Beplantingsstroken zoals houtwallen, singels en heggen hebben de voorkeur. Waar deze ontbreken is het gewenst ze aan te leggen. Als alternatief kan de passage gesitueerd worden bij bestaande geleidende structuren als oevers, dijkjes, greppels en perceelsgrenzen. Geschikte locaties in bosgebieden zijn ter hoogte van dwars op de weg gelegen greppels en zandpaden, op de scheiding van bosvakken en het hoogte van bosranden;
- het is belangrijk dat een aantrekkelijke route vanuit het achterland in de richting van de passage gecreëerd wordt;
- het is wenselijk de ingang van de tunnel af te schermen van het verkeer, om verstoring door licht en visuele waarneming te voorkomen. Hiervoor wordt vaak dichte beplanting gekozen (minimale hoogte circa 1,5 meter). Hiervoor gebiedseigen plantgoed toepassen. Voorbeelden van mogelijke alternatieven voor beplanting zijn riet, ruigte, een wilgen- of kunstmatig scherm, een aarden wal, een rij zwerfkeien en een stobbenwal (zie ook het maatregelblad stobbenwal op/onder een viaduct).

- Voorbereiding: Zie voor de voorbereiding ook de procedure die RWS hanteert bij het realiseren van ontsnippering bij bestaande infrastructuur (zogenaamde BROM-projecten). Voorbereidende stappen zijn:
  - maken schetsontwerp van de tunnel en ondersteunende andere maatregelen;
  - overleg met betrokkenen afdelingen, instanties en andere belanghebbenden. Hierbij kan gedacht worden aan provincie, gemeente, waterschap, Staatsbosbeheer, Vereniging Natuurmonumenten, particuliere grondeigenaren, natuurorganisaties, omwonenden enz.;
  - opstellen projectvoorstel.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

#### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering:
    - aanleg dassentunnel door middel van ingraving onder bestaande asfaltweg (ongewapend beton, diameter 0,40 meter) circa € 68,00 - € 91,00 per meter;
    - aanleg dassentunnel door middel van ingraving tijdens aanleg van de weg (diameter 0,30 – 0,40 meter):
      - staal: € 32,00 - € 45,00 per meter;
      - gewapend beton: € 50,00 - € 68,00 per meter;
      - ongewapend beton: € 27,00 - € 45,00 per meter.
    - aanleg dassentunnel door middel van persing:
      - staal (diameter 0,30 meter): € 136,00 per meter;
      - staal (diameter 0,40 meter): € 182,00 per meter.
    - aanleg grindkoffer: € 68,00 - € 91,00 per meter;
    - aanleg inspectieput: circa € 1.135,00.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze kosten bestaan uit enerzijds uit instandhoudingskosten zoals het weghalen van zwerfvuil. Anderzijds gaat het om verbetering door voortschrijdend inzicht en oplossen van gemaakte fouten, inspectie en daaruit voortvloeiende ingrepen, reparatie van mankementen en monitoring van het gebruik;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: 1995.

## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Een groot deel van de bestaande tunnels wordt gebruikt door dassen. Daarnaast is gebruik door onder andere steenmarters, bunzingen, hermelijnen, wezels, hazen, konijnen, egels en vossen kunnen zich door middel van een dassentunnel verplaatsen tussen van elkaar gescheiden delen van hun leefgebied. Een goed aangelegde dassentunnel kan het aantal verkeersslachtoffers sterk beperken.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur;</li> <li>- afname barrièrewerking van de weg;</li> <li>- vermindering sterfte door aanrijdingen.</li> </ul>
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

### Effecten op de verkeersveiligheid

De aanleg van dassentunnels heeft naar verwachting in kwalitatieve zin een positief effect op de verkeersveiligheid door vermindering van het aantal schrikreacties bij weggebruikers.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: Ook andere dieren (hazen, konijnen, bunzingen en vossen) maken gebruik van dassentunnels.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: n.v.t.

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - rasters met een minimale lengte van 100 meter per wegzijde, om te voorkomen dat dieren in de zone van het knelpunt toch de weg oversteken. Wanneer een tunnel zeer goed aansluit op een vaste wissel of een geleidende structuur dwars op de weg, zal een klein V-vormig raster goed functioneren. Opgemerkt wordt dat vaak uit voorzorg de weg over de gehele lengte van het leefgebied van de das ingerasterd wordt;
  - geleidende structuren als houtwallen, singels, heggen en ruigtestroken, die dekking, oriëntatiemogelijkheden en voedsel bieden;
  - dwarsverbindingen zoals beplantingsstroken, ruigtestroken of flauwe taluds langs berm sloten om de afstand tussen een geleidende structuur en de passage te overbruggen, of om verschillende geleidende structuren met elkaar te verbinden;
  - dassenpoortjes: eenzijdig te openen klapluikjes waardoor dassen die aan wegzijde van het raster komen, terugkunnen naar de andere zijde;
  - vuilrooster;
  - slootovergangen.



- Aandachtspunten bij aanleg:
  - een juiste locatie (op plaatsen met vaste dassenwissels);
  - de doorgang moet makkelijk te vinden zijn;
  - omdat dassen in de winter een sterk verminderde activiteit vertonen is de winter de beste periode voor aanleg en groot onderhoud.
- Aandachtspunten bij beheer:
  - de ingang van de tunnel mag niet dichtgroeien, omdat dit de vindbaarheid van de passage vermindert;
  - de tunnel moet vrijgehouden worden van ingespoeld zand en ingewaaid blad en afval;
  - er mag geen water in de tunnel staan.
- Evaluatieprogramma:
  - technische evaluatie: tijdens en na de aanleg controleren of passages, rasters en andere voorzieningen goed zijn aangebracht. Dit ook op gezette tijden na de aanleg doen, omdat op een later tijdstip nog mankementen naar voren kunnen komen (bijvoorbeeld wateroverlast in natte perioden);
  - evaluatie gebruik: enkele methodes hiervoor zijn het aanbrengen van sporenbedden en het plaatsen van een infraroodcamera. Voor de evaluatie is een gedegen kennis van de levenswijze en de sporen van de diverse diersoorten vereist.

**Meer informatie**

- Literatuur: Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), "*Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water*", Utrecht, 1995.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Amfibieëntunnel

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Amfibietunnels zijn tunnels die het amfibieën mogelijk maken om veilig de overkant van de weg te bereiken.
- Doel: Beperken van verkeersslachtoffers onder amfibieën. Doelsoorten zijn amfibieën zoals padden, kikkers en salamanders.
- Noodzaak: In het voorjaar trekken amfibieën massaal naar de voortplantingspoelen. Wanneer ze hierbij een weg moeten oversteken vallen plaatselijk zeer veel slachtoffers. Om de lokale populaties voor uitsterven te behoeden, kan het nodig zijn om onder de weg een amfibietunnel aan te leggen.
- Varianten:
  - eenrichtingssysteem, waarbij de amfibieën in een vangput vallen en de tunnel alleen kunnen verlaten door de gehele tunnel te doorlopen. Dit systeem bestaat uit twee tunnels, één voor de heentrek en één voor de terugtrek;
  - tweerichtingssysteem dat bestaat uit een enkele tunnel die vanaf beide richtingen gebruikt kan worden. Drie basisontwerpen voor het tweerichtingssysteem zijn:
    1. Universele amfibietunnel bestaande uit rechthoekige betonnen duikersegmenten (minimaal 1 x 0,75 m).
    2. Universele amfibietunnels bestaande uit een buis met een minimale doorsnede van 1 meter.
    3. Paddentunnels, meestal buisvormig met een inwendige diameter van 0,30 tot 0,40 meter. De tunnels zijn voorzien van een vang sleuf die de amfibieën naar de tunnel geleidt, maar uitklimmen wel mogelijk laat.
  - aanleggen van een nieuwe voortplantingspoel;
  - opvangen en dagelijks overzetten van amfibieën door vrijwilligers.
- Toepassingsgebied: - daar waar een weg een trekroute van amfibieën van winterverblijfplaats naar voortplantingsplaats doorsnijdt en veel verkeersslachtoffers onder amfibieën vallen.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - tunnels met een grote diameter hebben de voorkeur;
  - rechthoekige tunnels hebben de voorkeur boven buisvormige tunnels;
  - beton heeft de voorkeur boven PVC, staal of andere materialen. PVC buizen hebben als nadeel dat ze glad zijn, stalen buizen hebben als nadeel dat plotselinge temperatuursdalingen tot bevrozing van amfibieën kan leiden;
  - in tunnels van PVC (gladheid) of staal (bevrozing) moet altijd een laag grond, zand of humeus materiaal worden aangebracht;
  - de tunnel moet droog zijn en blijven. Indien nodig moet voor de tunnelingang een grindkoffer worden aangebracht;
  - de tunnel moet een verhang van minimaal 1% hebben, om te voorkomen dat er water in de tunnel blijft staan;
  - een amfibietunnel moet zoveel mogelijk aansluiten op geleidende structuren als houtwallen en greppels. Waar deze ontbreken is het gewenst ze aan te leggen.
- Voorbereiding:
  - zie voor de voorbereiding ook de procedure die RWS hanteert bij het realiseren van ontsnippering bij bestaande infrastructuur (zogenaamde BROM-projecten). Voorbereidende stappen zijn:
    - maken schetsontwerp van de tunnel en ondersteunende andere maatregelen;
    - overleg met betrokkenen afdelingen, instanties en andere belanghebbenden. Hierbij kan gedacht worden aan provincie, gemeente, waterschap, Staatsbosbeheer, Vereniging Natuurmonumenten, particuliere grondeigenaren, natuurorganisaties, omwonenden enz.;
    - opstellen projectvoorstel;
  - als het zwaartepunt van de trekroute van amfibieën niet bekend is, kan deze worden bepaald met behulp van een tijdelijke afscherming met vangemmers;
  - bij het gebruik of vrijkomen van (licht verontreinigde) grond of andere bouwstoffen is het Bouwstoffenbesluit van toepassing. Het Bouwstoffenbesluit stelt regels aan de toepassing van bouwstoffen. Daarnaast kan het bevoegd gezag (meestal de gemeente) beleid hebben gemaakt in het kader van actief bodembeheer;
  - overwogen kan worden om voor aanvang van de werkzaamheden een historisch bodemonderzoek uit te voeren om inzicht te krijgen in de bodemkwaliteit ter plaatse. Op basis van de resultaten van het historisch onderzoek kan besloten worden of verder bodemonderzoek nodig is.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering:
    - aanbrengen rechthoekige betonnen tunnel (1 x 0,75 m): € 680,00 per strekkende meter;
    - aanbrengen grindkoffer: € 23,00 - € 45,00 per m<sup>3</sup>;
    - vangseleuf (PVC): circa € 23,00 per stuk;
    - vangput (gemetseld): circa € 1.135,00 per stuk;
    - vangput (stalen hoekstuk): circa € 1.135,00 per stuk.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze kosten bestaan uit enerzijds uit instandhoudingskosten zoals het weghalen van zwerfvuil. Anderzijds gaat het om verbetering door voortschrijdend inzicht en oplossen van gemaakte fouten, inspectie en daaruit voortvloeiende ingrepen, reparatie van mankementen en monitoring van het gebruik;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: Openfreen wegdek voor aanbrengen tunnel.
- Peiljaar: 1995.

**Verwachte effecten****Effecten op de leefbaarheid**

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Het effect van amfibietunnels op natuur en landschap is positief: <ul style="list-style-type: none"> <li>- in evaluatieonderzoeken zijn acceptatiegraden tot 90% gemeten;</li> <li>- bij diverse typen amfibietunnels is ook medegebruik door kleine zoogdieren vastgesteld.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur;</li> <li>- afname barrièrewerking van de weg;</li> <li>- vermindering sterfte door aanrijdingen.</li> </ul>
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

**Effecten op de bereikbaarheid**

Worden niet verwacht.

**Effecten op de verkeersveiligheid**

De aanleg van amfibieëntunnels heeft naar verwachting in kwalitatieve zin een positief effect op de verkeersveiligheid door vermindering van het aantal schrikreacties bij weggebruikers.

**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten: Diverse typen amfibietunnels worden ook door kleine zoogdieren gebruikt.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: n.v.t.

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - amfibieëngeleidewanden, bij voorkeur in een V-vorm en met vegetatie langs de wanden als bescherming tegen uitdroging en predatie;
  - een zwaluwstaartvormig geleidingselement ter hoogte van de amfibietunnel. Dit verhoogt de geleiding naar de tunnelingang;
  - landschapselementen als bosranden, houtwallen, greppels, moerassige elementen en dergelijk om de geleiding naar de tunnel te verbeteren.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - op plaatsen met een vaste trekroute, moet ten minste één tunnel in het zwaartepunt van de trek wordt geplaatst;
  - bij brede trekzones moet minimaal één tunnel per 70 meter aangelegd worden. Bij zigzagvormig geplaatste geleidewanden mag de onderlinge tunnelafstand oplopen tot 100 meter;
  - de tunnel moet zoveel mogelijk in het verlengde van de trekrichting worden aangelegd, om desoriëntatie van de amfibieën te voorkomen, met als gevolg dat de tunnel niet benut wordt;
  - de acceptatie van de tunnel neemt toe met toenemende lichtinval. De volgende ingrepen zijn mogelijk
    - naarmate de tunnel langer is, moet de diameter groter zijn;
    - plaatsen van een met een rooster afgedekte put of goot in de middenberm;
    - twee korte tunnels bij een brede middenberm;
  - het is niet bekend of tunnels van meer dan 60 meter lengte door amfibieën gebruikt zullen worden;
  - het tweerichtingssysteem heeft de voorkeur boven het éénrichtingssysteem vanwege het onvrijwillige karakter van het gebruik van het éénrichtingssysteem;
  - omdat dieren niet altijd bereid zijn een tunnel met een éénrichtingssysteem te doorlopen kan ophoping en sterfte van dieren bij de invalschacht optreden. Dit kan mogelijk voorkomen worden door de loodrechte invalschacht te vervangen door een S-vormige invalschacht;
  - het is goed om tunnels van beton voor aanleg schoon te maken, om sterfte door resten van chemische middelen gebruikt tijdens de fabricage te voorkomen.
- Aandachtspunten bij beheer:
  - de tunnel, geleidewand, vangconstructie en grindkoffer moeten vrijgehouden worden van vuil en onkruid;
  - er mag geen water in de tunnel blijven staan;
  - indien nodig moeten de tunnel, geleidewand, vangconstructie en grindkoffer hersteld worden;
  - herstelwerkzaamheden moeten niet tijdens de voorjaartrek worden uitgevoerd;
  - overwogen kan worden om tijdens het trekseizoen extra controles uit te voeren.

- Evaluatieprogramma:
  - technische evaluatie: tijdens en na de aanleg controleren of tunnels, geleidewanden en andere voorzieningen goed zijn aangebracht. Dit ook op gezette tijden na de aanleg doen, omdat op een later tijdstip nog mankementen naar voren kunnen komen (bijvoorbeeld wateroverlast in natte perioden);
  - evaluatie gebruik: hiervoor kunnen vangbakken gebruikt worden. Hou er wel rekening mee dat vangbakken de werking van de passage belemmeren, regelmatig geleegd moeten worden, niet in de zon mogen staan en dat er geen water in mag blijven staan. Ook is voor het vangen van amfibieën met behulp van vangbakken een ontheffing van de Natuurbeschermingswet nodig.

**Meer informatie**

- Literatuur: Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), "*Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water*", Utrecht, 1995.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Stobbenwal op/onder een viaduct

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Geschikt maken van een viaduct als faunapassage door in de berm langs de onderdoorgaande of overgaande weg een stobbenwal aan te leggen. Een stobbenwal bestaat uit wortelstronken (stobben) die vrijkomen bij het rooien van bomen. De stobbenwal zorgt voor afscherming van het verkeer, vermindert de verstoring van dieren door het verkeer, heeft een geleidende werking en heeft een grote aantrekkingskracht op kleine zoogdieren en insecten.
- Doel: Het (gedeeltelijk) opheffen van de barrièrewerking van een weg en het beperken van verkeersslachtoffers onder dieren. Doelsoorten zijn allerlei grote en kleinere dieren, bijvoorbeeld reeën, wilde zwijnen, marterachtigen, egels, muizen, insecten, reptielen en amfibieën.
- Noodzaak: Noodzakelijk als gevolg van ontsnippering. De noodzaak voor aanpassing van een specifiek viaduct komt voort uit een analyse van een knelpunt voor fauna bij infrastructuur en de op basis daarvan geformuleerde doelstellingen.
- Varianten:
  - verwijderen van eventuele verhardingen langs de weg;
  - aanbrengen van rasters of schermen langs de weg;
  - doorgetrokken berm op/langs een viaduct;
  - aanbrengen van een zandlaag op het viaduct;
  - aanleggen van dassen- of kleine faunatunnels over het viaduct.
- Toepassingsgebied:
  - op plaatsen waar een viaduct op een geschikte locatie binnen een knelpunt ligt en goede mogelijkheden biedt voor medegebruik door dieren;
  - bij knelpunten met een lagere prioriteit, vooruitlopend op de aanleg van specifieke faunavoorzieningen;
  - in natuur- en bosgebieden, aanvullend op andere passages en voorzieningen;
  - op locaties waar met het oog op de verkeersveiligheid lange wildrasters worden geplaatst. De barrièrewerking van de rasters kan verzacht worden door de rasters op geschikte viaducten aan te laten sluiten.
- Status: Wordt regelmatig (plaatselijk) toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - het loopvlak wordt bij voorkeur zo breed mogelijk gemaakt. De minimale breedte is 0,30 meter;
  - het loopvlak moet in verband met de afwatering bij voorkeur iets bollend afgewerkt worden;
  - de onderdoorgang moet minimaal 4 meter hoog en breed zijn;
  - in principe zijn alleen zeer ruime doorgangen geschikt als faunapassage voor reeën en wilde zwijnen;
  - de overgang tussen het leefgebied en het viaduct moet zoveel mogelijk in overeenstemming met de aangrenzende terreinen worden ingericht. Beplanting kan gebruikt worden om rust en dekking te bieden en om de dieren naar het viaduct te leiden.

- Voorbereiding:
  - in principe zijn alleen onderdoorgangen en overgaande wegen met een lage tot zeer lage verkeersintensiteit zoals fiets- en land- of bosbouwviaducten geschikt voor aanpassing als faunapassage;
  - met uitzondering van reeën en wilde zwijnen zijn grofwildsoorten waarschijnlijk te verstoringgevoelig om gebruik te maken van viaducten om wegen te kruisen.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: de aanlegkosten worden met name bepaald door de afstand waarover de stobben vervoert moeten worden en zijn dus locatiespecifiek.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze kosten bestaan uit enerzijds uit instandhoudingskosten zoals het weghalen van zwerfvuil. Anderzijds gaat het om uit verbetering door voortschrijdend inzicht en oplossen van gemaakte fouten, inspectie en daaruit voortvloeiende ingrepen, reparatie van mankementen en monitoring van het gebruik;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Het effect op natuur en landschap is positief: <ul style="list-style-type: none"> <li>- van veel diersoorten is bekend dat zij viaducten gebruiken om wegen te passeren;</li> <li>- in en langs de stobbenwal onder het viaduct Zandheuvel onder de A27 bij Zeist zijn zeven soorten muizen, gewone padden, bruine en groene kikkers aangetroffen. Ook vond men sporen van mollen, konijnen, reeën, bunzingen, eekhoorns en katten;</li> <li>- een viaduct over de rijksweg A27 bij Hilversum dat deel is ingericht met stobbenwallen op een zandbed wordt regelmatig gebruikt door diverse soorten zoogdieren en amfibieën.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur;</li> <li>- afname barrièrewerking van de weg;</li> <li>- vermindering sterfte door aanrijdingen.</li> </ul>
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.



**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten: Het verwerken van stobben tot stobbenwallen is een goedkoop en milieuvriendelijk alternatief voor het kostbare ingraven of afvoeren en storten van stobben. Zo kunnen stobbenwallen in bossen regelmatig worden aangevuld met ter plaatse vrijkomend snoeihout en dergelijke.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: n.v.t.

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - geleidende structuren aan weerszijden van het viaduct zoals beplanting of een grondwal;
  - rasters die de dieren naar het viaduct leiden en voorkomen dat de dieren de weg toch oversteken;
  - (extra) visuele afscherming van het verkeer;
  - eventueel rasters parallel aan de weg om verkeersslachtoffers onder dieren volledig uit te sluiten.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - de potentie van een viaduct als faunapassage is groter, naarmate de bermstroken breder zijn en de verkeersintensiteit op de waarlangs de stobbenwal is aangelegd weg lager is.
  - indien gewenst kan met behulp van perronwanden en dergelijke extra ruimte onder het viaduct gecreëerd worden.
- Aandachtspunten bij beheer:
  - het beheer en onderhoud van een tot faunapassage aangepast viaduct bestaat uit het verwijderen van afval, onderhoud van eventueel aanwezige rasters, schermen of perronwandjes, het onderhouden van dekkinggevende en geleidende beplanting en maaien bij sterke verruiging;
  - de stobbenwallen zelf vragen nauwelijks beheer en onderhoud;
  - de levensduur van de stobbenwal is afhankelijk van de houtsoort. Een stobbenwal van eikenhout heeft naar verwachting een levensduur van minimaal 10 jaar. Stobben van naaldbhoutsoorten zijn minder duurzaam.
- Evaluatieprogramma: Evaluatie gebruik: enkele methodes hiervoor zijn het aanbrengen van sporenbedden en het plaatsen van een infraroodcamera. Om gebruik door kleine diersoorten als muizen, amfibieën en insecten vast te stellen, kunnen vangbakken of sporenbuizen gebruikt worden. Hou er wel rekening mee dat vangbakken de werking van de passage belemmeren, regelmatig geleegd moeten worden, niet in de zon mogen staan en dat er geen water in mag blijven staan. Voor het vangen van amfibieën met behulp van vangbakken is een ontheffing van de Natuurbeschermingswet nodig. Het gebruik van kastvallen wordt afgeraden (levert te veel stress bij marterachtigen op). Voor de evaluatie is een gedegen kennis van de levenswijze en de sporen van de diverse diersoorten vereist.

**Meer informatie**

- Literatuur: Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), "*Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water*", Utrecht, 1995.
- Praktijkvoorbeelden:
  - Onder het viaduct Zandheuvel onder de rijksweg A27 bij Zeist is een stobbenwallen aangelegd.
  - Viaduct over de rijksweg A27 bij Hilversum dat deels is ingericht met stobbenwallen op een zandbed.
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Doorgetrokken berm op/onder een viaduct

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Geschikt maken van een viaduct als faunapassage door de berm langs een onderdoorgaande of overgaande weg door te trekken.
- Doel: Het (gedeeltelijk) opheffen van de barrièrewerking van een weg en het beperken van verkeersslachtoffers onder dieren. Doelsoorten zijn allerlei grote en kleinere dieren, bijvoorbeeld reeën, wilde zwijnen, marterachtigen, egels, muizen, insecten, reptielen en amfibieën.
- Noodzaak: De noodzaak komt voort uit een analyse van een knelpunt voor fauna bij infrastructuur en de op basis daarvan geformuleerde doelstellingen.
- Varianten:
  - verwijderen van eventuele verhardingen;
  - aanbrengen van rasters of schermen langs de weg;
  - stobbenwal op/onder een viaduct;
  - aanbrengen van een zandlaag op het viaduct;
  - aanleggen van dassen- of kleine faunatunnels over het viaduct.
- Toepassingsgebied:
  - op plaatsen waar een viaduct op een geschikte locatie binnen een knelpunt ligt en goede mogelijkheden biedt voor medegebruik door dieren;
  - bij knelpunten met een lagere prioriteit, vooruitlopend op de aanleg van specifieke faunavoorzieningen;
  - in natuur- en bosgebieden, aanvullend op andere passages en voorzieningen;
  - op locaties waar met het oog op de verkeersveiligheid lange wildrasters worden geplaatst. De barrièrewerking van de rasters kan verzacht worden door de rasters op geschikte viaducten aan te laten sluiten.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - het loopvlak wordt bij voorkeur zo breed mogelijk gemaakt. De minimale breedte is 0,30 meter (breedte van looprichel langs viaduct);
  - het loopvlak moet in verband met de afwatering bij voorkeur iets bollend afgewerkt worden;
  - de onderdoorgang moet minimaal 4 meter hoog en breed zijn;
  - in principe zijn alleen zeer ruime doorgangen geschikt als faunapassage voor reeën en wilde zwijnen, hierdoor is het niet mogelijk langs alle rijkswegen voldoende brede doorgangen te realiseren;
  - de overgang tussen het leefgebied en het viaduct moet zoveel mogelijk in overeenstemming met de aangrenzende terreinen worden ingericht. Beplanting kan gebruikt worden om rust en dekking te bieden en om de dieren naar het viaduct te leiden.

- Voorbereiding:
  - in principe zijn alleen onderdoorgangen en overgaande wegen met een lage tot zeer lage verkeersintensiteit zoals fiets- en land- of bosbouwviaducten geschikt voor aanpassing als faunapassage;
  - met uitzondering van reeën en wilde zwijnen zijn grofwildsoorten waarschijnlijk te verstoringgevoelig om gebruik te maken van viaducten om wegen te kruisen;
  - bij het gebruik van (licht verontreinigde) grond of andere bouwstoffen is het Bouwstoffenbesluit van toepassing. Het Bouwstoffenbesluit stelt regels aan de toepassing van bouwstoffen. Daarnaast kan het bevoegd gezag (meestal de gemeente) beleid hebben gemaakt in het kader van actief bodembeheer.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze kosten bestaan uit enerzijds uit instandhoudingskosten zoals het weghalen van zwerfvuil. Anderzijds gaat het om uit verbetering door voortschrijdend inzicht en oplossen van gemaakte fouten, inspectie en daaruit voortvloeiende ingrepen, reparatie van mankementen en monitoring van het gebruik;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Het effect op natuur en landschap is positief: van veel diersoorten is bekend dat zij viaducten gebruiken om wegen te passeren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur;</li> <li>- afname barrièrewerking van de weg;</li> <li>- vermindering sterfte door aanrijdingen.</li> </ul>
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

#### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend

- Perceptie van de maatregel door gebruikers: n.v.t.

#### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - geleidende structuren aan weerszijden van het viaduct (beplanting, grond- of stobbenwal);
  - rasters die de dieren naar het viaduct leiden en voorkomen dat de dieren de weg toch oversteken;
  - (extra) visuele afscherming van het verkeer;
  - eventueel rasters parallel aan de weg om verkeersslachtoffers onder dieren volledig uit te sluiten.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - de potentie van een viaduct als faunapassage is groter, naarmate de overhuifde bermstroken breder zijn en de verkeersintensiteit op de onderdoorgaande weg lager is;
  - indien gewenst kan met behulp van perronwanden en dergelijke extra ruimte onder het viaduct gecreëerd worden.
- Aandachtspunten bij beheer: Het beheer en onderhoud van een tot faunapassage aangepast viaduct bestaat uit het verwijderen van afval, onderhoud van eventueel aanwezige rasters, schermen of perronwandjes, het onderhouden van dekkinggevend en geleidend beplanting en maaien bij sterke verruiging.
- Evaluatieprogramma: Evaluatie gebruik: enkele methodes hiervoor zijn het aanbrengen van sporenbedden en het plaatsen van een infraroodcamera. Om gebruik door kleine diersoorten als muizen, amfibieën en insecten vast te stellen, kunnen vangbakken of sporenbuizen gebruikt worden. Hou er wel rekening mee dat vangbakken de werking van de passage belemmeren, regelmatig geleegd moeten worden, niet in de zon mogen staan en dat er geen water in mag blijven staan. Voor het vangen van amfibieën met behulp van vangbakken is een ontheffing van de Natuurbeschermingswet nodig. Het gebruik van kastvallen wordt afgeraden (levert te veel stress bij marterachtigen op). Let wel: voor de evaluatie is een gedegen kennis van de levenswijze en de sporen van de diverse diersoorten vereist.

#### Meer informatie

- Literatuur: Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), "*Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water*", Utrecht, 1995.
- Praktijkvoorbeelden: Viaduct over de rijksweg A27, ten zuiden van Hollandsche Rading, dat is aangepast met een onverharde loopstrook voor fauna.
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Loopplanken in duiker

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Geschikt maken van een duiker als faunapassage door het aanbrengen van loopplanken. Hierdoor wordt het dieren mogelijk gemaakt om veilig de overkant van de weg te bereiken.
- Doel: Beperken van verkeersslachtoffers onder dieren. Doelsoorten zijn kleine diersoorten als waterspitsmuis, egel, wezel, hermelijn, bunzing, marters, reptielen en amfibieën.
- Noodzaak: De noodzaak komt voort uit een analyse van een knelpunt voor één of meerdere diersoorten bij infrastructuur en de op basis daarvan geformuleerde doelstellingen. Factoren als de gevoeligheid van de soort(en) voor versnippering en het verwachte gebruik spelen hierbij een rol.
- Varianten:
  - vaste loopplank;
  - drijvende loopplank;
  - kant en klare ecoduikers (zie ook maatregelblad ecoduiker);
  - aanleg doorlopende oevers met U-bakken of perronwanden;
  - integreren faunapassage in bruggen of aquaducten;
  - plaatsen van een faunatunnel naast de duiker.
- Toepassingsgebied:
  - op plaatsen waar een duiker op een geschikte locatie binnen een knelpunt of ecologische verbindingzone ligt;
  - in situaties waar een ecologische verbinding langs de waterloop is geprojecteerd;
  - in natuurgebieden, aanvullend op andere passages en voorzieningen.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - het is wenselijk de loopplanken zo breed mogelijk te maken (minimaal 70 cm) om frequenter gebruik door veel verschillende doelsoorten te bevorderen;
  - de loopplanken moeten zo geplaatst worden dat ze, ook bij een hoge waterstand, droog blijven;
  - de loopplanken moeten goed aansluiten op de oevers van de watergang;
  - het is belangrijk dat een aantrekkelijke route vanuit het achterland in de richting van de passage gecreëerd wordt;
  - het is wenselijk de ingang van de duiker af te schermen van het verkeer, om verstoring door licht en visuele waarneming te voorkomen. Hiervoor wordt vaak dekkinggevende beplanting zoals dichte doorndragende struiken, riet, ruigte of laag struweel aan weerszijden van de duiker geplaatst. Wilgenschermen geven eveneens dekking.

- Voorbereiding: Zie voor de voorbereiding ook de procedure die RWS hanteert bij het realiseren van ontsnippering bij bestaande infrastructuur (zogenaamde BROM-projecten). Voorbereidende stappen zijn:
  - maken schetsontwerp van de tunnel en ondersteunende andere maatregelen;
  - overleg met betrokkenen afdelingen, instanties en andere belanghebbenden. Hierbij kan gedacht worden aan provincie, gemeente, waterschap, Staatsbosbeheer, Vereniging Natuurmonumenten, particuliere grondeigenaren, natuurorganisaties, omwonenden enz.;
  - opstellen projectvoorstel.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering:
    - vaste loopplank: € 30,00 per m<sup>1</sup>;
    - drijvende loopplank: € 35,00 tot € 45,00 per m<sup>1</sup>;
    - de kosten voor realisatie van een goede aansluiting tussen de oever en de loopplank zijn afhankelijk van de locatie en de te gebruiken materialen.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze kosten bestaan uit enerzijds uit instandhoudingskosten zoals het weghalen van zwerfvuil. Anderzijds gaat het om verbetering door voortschrijdend inzicht en oplossen van gemaakte fouten, inspectie en daaruit voortvloeiende ingrepen, reparatie van mankementen, vervanging bij einde levensduur en monitoring van het gebruik;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: 1992.

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Het effect op natuur en landschap is positief: in een onderzoek naar het gebruik van faunapassages langs watergangen onder rijkswegen zijn op loopplanken in 2000 18 en in 1998 17 diersoorten vastgesteld, waaronder doelsoorten als egel, waterspitsmuis, wezel, hermelijn, bunzing, steenmarter, salamander, pad en kikker (literatuurverwijzing 2).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur;</li> <li>- afname barrièrewerking van de weg;</li> <li>- vermindering sterfte door aanrijdingen.</li> </ul>
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

**Effecten op de verkeersveiligheid**

Worden niet verwacht.

**Opmerkingen effecten**

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mogelijke neveneffecten:</li> <li>- Perceptie van de maatregel door gebruikers:</li> </ul> | <p>Ook andere dieren zoals bruine ratten, konijnen, hazen, vogels en huisdieren maken gebruik van loopplanken.<br/>n.v.t.</p> |
|---|---|

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strijdige andere maatregelen:</li> <li>- Ondersteunende andere maatregelen:</li> <li>- Aandachtspunten bij aanleg:</li> <li>- Aandachtspunten bij beheer:</li> <li>- Evaluatieprogramma:</li> </ul> | <p>geen informatie bekend</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rasters of wilgenschermen om te voorkomen dat dieren toch de weg oversteken. De rasters of schermen worden bij voorkeur fuikvormig geplaatst, waarbij beide oeverzones worden omsloten;</li> <li>- de geleidende werking van de oeverzones kan versterkt worden door het ontwikkelen van oevervegetaties en/of de aanplant van struweel langs de waterloop;</li> <li>- slootovergangen.</li> <li>- om geschikt te zijn als faunapassage moet de duiker in de leefgebieden of verbindingzones van de doelsoorten liggen;</li> <li>- in het verleden zijn vaak smalle loopplanken aangelegd (ongeveer 30 cm breed). Het blijkt echter dat brede loopplanken van 70 of 100 cm door meer verschillende soorten worden gebruikt. Verbreding heeft vooral een positief effect op gebruik door wezels;</li> <li>- afwegen of de loopplanken aan één of aan beide zijden wenselijk is. Indien aan één zijde afwegen welke zijde.</li> <li>- de doorgang moet vrijgehouden worden van afval. De geleidende en dekkinggevendende beplanting moet onderhouden worden en bij een te sterke verruiging moet gemaaid worden;</li> <li>- er mag geen water op de loopplank staan;</li> <li>- drijvende loopplanken moeten regelmatig gecontroleerd worden op drijfvuil;</li> <li>- over het algemeen geldt dat één van de onderhoudsbeurten plaats moet vinden vlak voor de periode waarin het meest gebruik gemaakt wordt van de duiker;</li> <li>- het is goed om, wanneer de gelegenheid zich voordoet, bestaande smalle loopplanken te verbreden tot zo mogelijk 70 cm breed.</li> <li>- handhaving afstroomprofiel duiker blijft belangrijk. Daarvoor is overleg met het Waterschap noodzakelijk.</li> </ul> <p>Evaluatie gebruik: een methode hiervoor is het aanbrengen van papieren vellen met aan weerszijden een inktstempel. Op stormgevoelige locaties kan het best heel stevig of watervast papier gebruikt worden om verlies van gegevens door wegwaaien of opspattend water zoveel mogelijk te voorkomen. Verder kan er zand worden gestrooid om afdrukken waar te nemen. Let wel: voor de evaluatie is een gedegen kennis van de levenswijze en de sporen van de diverse diersoorten vereist.</p> |
|--|---|

**Meer informatie**



- 
- |                        |  |
|------------------------|--|
| - Literatuur:          | - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), <i>"Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water"</i> , Utrecht, 1995. |
|                        | - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, <i>"Het gebruik van faunapassages langs watergangen onder rijkswegen, resultaat van een experimenteel onderzoek"</i> , Delft, 2001.                                |
| - Praktijkvoorbeelden: | - Vaste loopplank Waterling onder de rijksweg A7.  |
|                        | - Drijvende loopplank in de vaart van Sint Nicolaasga onder de rijksweg A6.  |
| - Pilots:              | geen informatie bekend   |
| - Studies:             | geen informatie bekend   |

**Naam van de maatregel**

Ecoduiker

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Ecoduikers zijn duikers waarin looppaden (aan één of aan beide zijden) zijn aangebracht om de watervoerende functie van de duiker te combineren met een functie als faunapassage. Diverse kleine diersoorten kunnen via de duiker veilig de overkant van de weg te bereiken.
- Doel: Beperken van verkeersslachtoffers onder dieren. Doelsoorten zijn kleine diersoorten tot maximaal de grootte van een das.
- Noodzaak: De noodzaak komt voort uit een analyse van een knelpunt voor één of meerdere diersoorten bij infrastructuur en de op basis daarvan geformuleerde doelstellingen. Factoren als het natuurbelang, de zeldzaamheid van de soort(en) en het gevaar voor uitsterven spelen hierbij een rol.
- Varianten:
  - aanleg doorlopende oevers met U-bakken of perronwanden;
  - loopplanken in duiker;
  - integreren faunapassage in bruggen of aquaducten;
  - plaatsen van een faunatunnel naast de duiker.
- Toepassingsgebied:
  - op plaatsen in natuurgebieden of ecologische verbindingzones waar wegen kleine waterlopen (beken, sloten) kruisen;
  - in situaties waar een ecologische verbinding langs een kruisende waterloop is geprojecteerd.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: Een ecoduiker wordt opgebouwd uit (geprefabriceerde) betonnen dukerelementen waarin looppaden (één- of tweezijdig) zijn aangebracht. De aanleg is gelijk aan de aanleg van een normale watervoerende duiker met vergelijkbare afmetingen. Enkele specifieke eisen:
  - de loopvlakken moeten minimaal 0,30 meter breed zijn en zijn bij voorkeur voorzien zijn van een opstaande rand;
  - op de looppaden wordt bij voorkeur een laag zand aangebracht;
  - de loopvlakken moeten zo geplaatst worden dat ze, ook bij een hoge waterstand, droog blijven;
  - de looppaden moeten goed aansluiten op de oevers van de watergang;
  - het is belangrijk dat een aantrekkelijke route vanuit het achterland in de richting van de passage gecreëerd wordt;
  - het is wenselijk de ingang van de duiker af te schermen van het verkeer, om verstoring door licht en visuele waarneming te voorkomen. Hiervoor wordt vaak dekkinggevende beplanting zoals dichte doorndragende struiken, riet, ruigte of laag struweel aan weerszijden van de duiker geplaatst. Wilgenschermen geven eveneens dekking.

- Voorbereiding:
  - zie voor de voorbereiding ook de procedure die RWS hanteert bij het realiseren van ontsnippering bij bestaande infrastructuur (zogenaamde BROM-projecten).  
Vorbereidende stappen zijn:
    - maken schetsontwerp van de tunnel en ondersteunende andere maatregelen;
    - overleg met betrokkenen afdelingen, instanties en andere belanghebbenden. Hierbij kan gedacht worden aan provincie, gemeente, waterschap, Staatsbosbeheer, Vereniging Natuurmonumenten, particuliere grondeigenaren, natuurorganisaties, omwonenden enz.;
    - opstellen projectvoorstel;
  - bij het gebruik of vrijkomen van (licht verontreinigde) grond of andere bouwstoffen is het Bouwstoffenbesluit van toepassing. Het Bouwstoffenbesluit stelt regels aan de toepassing van bouwstoffen. Daarnaast kan het bevoegd gezag (meestal de gemeente) beleid hebben gemaakt in het kader van actief bodembeheer;
  - overwogen kan worden om voor aanvang van de werkzaamheden een historisch bodemonderzoek uit te voeren om inzicht te krijgen in de bodemkwaliteit ter plaatse. Op basis van de resultaten van het historisch onderzoek kan besloten worden of verder bodemonderzoek nodig is.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

#### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering:
    - materiaalkosten ecoduiker (afmeting circa 1 x 2 meter): € 730,00;
    - aanleg ecoduiker door middel van persen/trekken (afmeting 2 x 2 meter): ongeveer € 4.540,00.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze kosten bestaan uit enerzijds uit instandhoudingskosten zoals het weghalen van zwerfvuil. Anderzijds gaat het om verbetering door voortschrijdend inzicht en oplossen van gemaakte fouten, inspectie en daaruit voortvloeiende ingrepen, reparatie van mankementen en monitoring van het gebruik;
  - levensduur: 80 à 100 jaar (bij hantering van de normen uit het Bouwbesluit).
- In de kostenraming opgenomen aspecten: Geen informatie bekend.
- Peiljaar: 1995.

## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Het effect op natuur en landschap is positief: twee ecoduikers in de rijksweg A1 ter hoogte van Oldenzaal en Boerskotten worden gebruikt door egel, konijn, vos, marter, hermelijn en muizen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur;</li> <li>- afname barrièrewerking van de weg;</li> <li>- vermindering sterfte door aanrijdingen.</li> </ul>
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: n.v.t.

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - rasters of wilgenschermen om te voorkomen dat dieren toch de weg oversteken. De rasters of schermen worden bij voorkeur fuikvormig geplaatst, waarbij beide oeverzones worden omsloten;
  - de geleidende werking van de oeverzones kan versterkt worden door het ontwikkelen van oevervegetaties en/of de aanplant van struweel langs de waterloop;
  - slootovergangen.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - om geschikt te zijn als faunapassage moet de duiker in de leefgebieden of verbindingszones van de doelsoorten liggen.
- Aandachtspunten bij beheer:
  - de ingang van de ecoduiker mag niet dichtgroeien, omdat dit de vindbaarheid van de passage vermindert. De duiker moet ook vrijgehouden worden van ingespoeld zand en ingewaaid blad en afval;
  - de looppaden mogen niet verstopt raken. Ook mag geen water op de loopvlakken staan;
  - over het algemeen geldt dat één van de onderhoudsbeurten plaats moet vinden vlak voor de periode waarin het meest gebruik gemaakt wordt van de duiker.

- Evaluatieprogramma: Evaluatie gebruik: enkele methodes hiervoor zijn het aanbrengen van sporenbedden en het plaatsen van een infraroodcamera. Om gebruik door kleine diersoorten als muizen, amfibieën en insecten vast te stellen, kunnen vangbakken of sporenbuizen gebruikt worden. Hou er wel rekening mee dat vangbakken de werking van de passage belemmeren, regelmatig geleegd moeten worden, niet in de zon mogen staan en dat er geen water in mag blijven staan. Het gebruik van kastvallen wordt afgeraden (levert te veel stress bij marterachtigen op). Let wel: voor de evaluatie is een gedegen kennis van de levenswijze en de sporen van de diverse diersoorten vereist.

**Meer informatie**

- Literatuur:
  - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), *"Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water"*, Utrecht, 1995.
  - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde in samenwerking met het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (ibn-dlo), *"Het gebruik van faunapassages door zoogdieren bij rijksweg A1 ter hoogte van Oldenzaal"*, Delft, 1994.
- Praktijkvoorbeelden: Ecoduikers bij de Snoeyingsbeek en de Theussinksbeek in de rijksweg A1, ter hoogte van Oldenzaal en landgoed Boerskotten.
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Natuurvriendelijke oever

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Geschikt maken van een brug als faunapassage door het creëren van een flauw oplopende oever die onder de brug doorloopt. Door natuurvriendelijke oevers wordt het dieren mogelijk gemaakt om veilig de overkant van de weg en de watergang te bereiken.
- Doel: Beperken van verkeers- en verdrinkingslachtoffers onder dieren. Doelsoorten zijn grote en kleine diersoorten als ree, vos, das, waterspitsmuis, egel, wezel, hermelijn, bunzing, marters, reptielen en amfibieën. Ook wordt door een natuurvriendelijke oever de ecologische waarde van de watergang binnen het gebied vergroot.
- Noodzaak:
  - de noodzaak komt voort uit een analyse van een knelpunt voor één of meerdere diersoorten bij infrastructuur en de op basis daarvan geformuleerde doelstellingen. Factoren als de gevoeligheid van soorten voor versnippering en het verwachte gebruik spelen hierbij een rol;
  - gezien de grote ecologische en landschappelijke waarde van natuurvriendelijke oevers geldt als uitgangspunt dat altijd voor de aanleg van een natuurvriendelijke oever wordt gekozen, tenzij dit om technische redenen niet haalbaar is.
- Varianten:
  - natuurvriendelijke oever: oevers die het kleine dieren mogelijk maken om uit het water te klimmen. Veel watergangen hebben namelijk steile oevers. Dieren die ondanks de steile oeverafwerking toch het water in gaan, kunnen er niet meer uitkomen en verdrinken;
  - doorgetrokken oever: het onder de brug laten doorlopen van de oeverzone. Deze oeverzone kan zowel onverhard als verhard zijn;
  - andere uitklimvoorzieningen zoals fauna-uitstapplaatsen en faunatrappen.
- Toepassingsgebied:
  - langs watergangen die leefgebieden of migratiezones van dieren doorsnijden;
  - door de stuwende en geleidende werking van waterlopen vormen kruisingen van waterlopen en verkeerswegen vaak een goede locatie voor een faunapassage;
  - bij bruggen waar veel dieren worden doodgereden;
  - bij knelpunten met een lage(re) prioriteit vooruitlopend op de aanleg van specifieke faunavoorzieningen;
  - op locaties waar met het oog op de verkeersveiligheid lange wildrasters worden geplaatst. De barrièrewerking van de rasters kan verzacht worden door de rasters op geschikte bruggen aan te laten sluiten;
  - aanvullend op andere passages en voorzieningen.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - sommige bruggen bieden dusdanig goede mogelijkheden als faunapassage, dat de aanleg van specifieke voorzieningen overbodig is. Bijvoorbeeld bruggen die de natuurlijke oevers overspannen;
  - er zijn veel mogelijkheden voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers. De beste mogelijkheden bieden flauw oplopende oevers zonder vooroeververdediging;
  - wanneer een vooroeververdediging noodzakelijk is, dient deze plaatselijk onderbroken of verlaagd te worden;
  - wanneer voor aanleg van een natuurvriendelijke oever wordt gekozen moeten beide oevers worden aangepast. Wanneer slechts één oever wordt aangepast, wordt het te water gaan van dieren aangemoedigd, zonder dat aan de overzijde uitklimmogelijkheden worden geboden;
  - de benodigde aanpassingen zijn afhankelijk van de uitgangssituatie. Gedacht moet worden aan het aanpassen van steile oevers, aanbrengen van beplanting en eventuele rasters, het verwijderen van aanwezige verharding of het aanbrengen van een zandlaag op de verharding;
  - bij bruggen waarbij de oevers worden onderbroken kan een doorgetrokken oever worden nagebootst door in het doorstroomprofiel een extra wand te creëren en de hierachter gelegen ruimte op te vullen;
  - het loopvlak moet droog zijn en blijven en bij voorkeur vanuit het midden iets aflopen;
  - het is belangrijk dat een aantrekkelijke route vanuit het achterland in de richting van de passage gecreëerd wordt;
  - het is wenselijk de doorgang af te schermen van het verkeer, om verstoring door licht en visuele waarneming te voorkomen. Hiervoor wordt vaak dekkinggevende beplanting zoals dichte doorndragende struiken, riet, ruigte of laag struweel aan weerszijden van de brug geplaatst. Wilgenschermen geven eveneens dekking.
- Voorbereiding: Bij het gebruik van (licht verontreinigde) grond of andere bouwstoffen in het oppervlaktewater of op de oever is het Bouwstoffenbesluit van toepassing. Het Bouwstoffenbesluit stelt regels aan de toepassing van bouwstoffen. Daarnaast kan het bevoegd gezag (meestal de gemeente) beleid hebben gemaakt in het kader van actief bodembeheer.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: de aanlegkosten voor oevers met uitstapmogelijkheden voor dieren variëren van € 90,00 per m<sup>1</sup> voor een eenvoudig flauw talud afgewerkt met breuksteen, tot € 680,00 per m<sup>1</sup> voor oevers afgewerkt met zandworstenmatten en rietwortelstokken.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: geen informatie bekend;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend

- Peiljaar: 1995.

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Het effect op natuur en landschap is positief: in een onderzoek naar het gebruik van faunapassages langs watergangen onder rijkswegen zijn op doorgetrokken oevers in 2000 25 en in 1998 30 diersoorten vastgesteld, waaronder doelsoorten als egel, waterspitsmuis, vos, wezel, hermelijn, bunzing, steenmarter, salamander, pad en kikker (literatuurverwijzing 2).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur;</li> <li>- afname barrièrewerking van de weg;</li> <li>- vermindering sterfte door aanrijdingen.</li> </ul>
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

#### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: Ook andere dieren zoals bruine ratten, mollen, konijnen, hazen, vogels en huisdieren maken gebruik van doorgetrokken oevers.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: n.v.t.

#### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - rasters of wilgenschermen om te voorkomen dat dieren toch de weg oversteken. De rasters of schermen worden bij voorkeur fuikvormig geplaatst, waarbij beide oeverzones worden omsloten;
  - de geleidende werking van de oeverzones kan versterkt worden door het ontwikkelen van oevervegetaties en/of de aanplant van struweel langs de waterloop;
  - het aanvullend plaatsen van een loopplank zodat ook bij zeer hoge waterstanden faunapassage mogelijk blijft;
  - slootovergangen;
  - uitklimplaatsen.



- Aandachtspunten bij aanleg:
  - er is geen standaardontwerp voor een natuurvriendelijke oever. Er zijn veel mogelijkheden, materialen, constructies, beplantingen en beheermaatregelen mogelijk om de oever de gewenste functie(s) te geven en te laten houden. Voor meer informatie wordt verwezen naar de CUR-reeks Natuurvriendelijke oevers (literatuurverwijzing 3);
  - in watersystemen met (intensieve) scheepvaart of een natuurlijke waterafvoer belemmert de golfslag een optimale groei van oevervegetatie. Het plaatsen van een natuurvriendelijke oeverconstructie kan dan een oplossing zijn. Hierbij moet rekening gehouden worden met dieren die de constructie loodrecht op het water willen oversteken en met dieren zoals vissen die de ruimte achter de vooroeververdediging benutten als onderdeel van hun leefgebied;
  - de stroomsnelheid van water onder bruggen is vaak groter dan in andere delen van de watergang. Dit kan een barrière gaan vormen voor vis. Deze barrière kan verkleind worden door met grote stobben en/of grote stenen (> 60 kg) luwtes te creëren;
  - aanbevolen wordt om medegebruik door mensen te sturen, omdat medegebruik van doorgetrokken oevers door mensen een negatief effect heeft op het gebruik door dieren. Dit negatieve effect geldt niet voor vos en steenmarter;
  - uit onderzoek naar het gebruik van faunapassages langs watergangen onder rijkswegen bleek dat het gebruik van doorgetrokken oevers niet aantoonbaar afhangt van de aan- of afwezigheid van verharding (literatuurverwijzing 2);
  - door de aanleg van stobbenwallen langs doorgetrokken oevers wordt nieuw leefgebied voor muizen gecreëerd. Mits stobbenwallen over de hele lengte van de passage geplaatst worden en goed aansluiten op de opgaande elementen in het achterland wordt een positief effect verwacht op het gebruik door doelsoortzoogdieren (die tevens aangetrokken kunnen worden door de muizen en ongewervelden).
- Aandachtspunten bij beheer:
  - het beheer en onderhoud van een natuurvriendelijke oever is afhankelijk van het gekozen ontwerp, de gewenste vegetatieontwikkeling en de aanwezige diersoorten;
  - de doorgang moet vrijgehouden worden van afval. de geleidende en dekkinggevende beplanting moet onderhouden worden en bij een te sterke verruiging moet gemaaid worden;
  - over het algemeen geldt dat één van de onderhoudsbeurten plaats moet vinden vlak voor de periode waarin het meest gebruik gemaakt wordt van de doorgang.
- Evaluatieprogramma: Evaluatie gebruik: een methode hiervoor is het aanbrengen van zilverzandbedden. Opgemerkt wordt dat diersporen vervagen wanneer de zandbedden blootgesteld worden aan windkracht 5 of meer. Bij windkracht 7 of meer verdwijnen de bedden. Voor de evaluatie is een gedegen kennis van de levenswijze en de sporen van de diverse diersoorten vereist.

**Meer informatie**

- Literatuur:
  - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), *"Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water"*, Utrecht, 1995.
  - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Het gebruik van faunapassages langs watergangen onder rijkswegen, resultaat van een experimenteel onderzoek"*, Delft, 2001.
  - Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving (CUR) in samenwerking met Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW), CUR-reeks, *"Natuurvriendelijke oevers"*, Gouda 1999 (CUR-publicaties 200-205).
- Praktijkvoorbeelden:
  - Doorgetrokken oever voorzien van stobbenwal langs de Helenavaart onder de rijksweg A67.
  - Doorgetrokken oever langs de Dommel onder de rijksweg A2.
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Folie

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Een folie bestaat uit waterdicht of beperkt waterdoorlatend en relatief flexibel materiaal en wordt onder de wegfundering (zandcunet) aangebracht. De folie loopt aan de zijkanen van de weg door tot vlak onder het maaiveld. Door de aanwezigheid van het folie blijft het afstromend wegwater in de bovenste laag van de bodem. Hierdoor infiltreert het water niet naar diepere lagen en stroomt het niet af naar de bermsloot. Het overtollige water wordt via een drain afgevoerd.
- Doel: Beperken van de negatieve beïnvloeding door run off water op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater.
- Noodzaak: Vanuit de NMP-3 doelstelling om de risico's voor mens en milieu als gevolg van verspreiding van stoffen tot een aanvaardbaar of verwaarloosbaar niveau terug te brengen, en de zorgplicht Wbb die een ieder heeft om er zorg voor te dragen dat de grond en het grondwater niet verontreinigd worden.
- Varianten: Scherm.
- Toepassingsgebied: Overal langs het hoofdwegennet.
- Status: Wordt toegepast in bodemsanering en bij vuilstorten. In wegfundering alleen toepassing als scheiding van licht verontreinigd fundatiemateriaal of als waterkering bij tunnelbakken en dergelijke, weinig informatie aanwezig over toepassing bij rijkswegen.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - om verhoogde grondwaterstanden en verweking van de wegfundering te voorkomen is drainage nodig;
  - uitvoering is alleen mogelijk door ontgraven, folie aanbrengen en grond aanvullen;
  - de extra technische maatregelen die genomen moeten worden zijn afhankelijk van het gebied waarin de berm zich bevindt: een waterwingebied, een kwetsbaar gebied, etc.. In kwetsbare gebieden dient gecontroleerd geïnfilteerd te worden.
- Voorbereiding:
  - grondwatersituatie in kaart brengen;
  - bepalen van het bodemprofiel;
  - berekenen van de benodigde diepte en sterkte van de folie;
  - dimensionering drainage;
  - overleg met de provincie over de ligging van kwetsbare en niet kwetsbare gebieden en over de toepassing van een zaksloot in kwetsbare gebieden. De provincie kan voor kwetsbare gebieden extra eisen aan de wijze van afwatering stellen.
- Realisatietijd: Enkele maanden tot een jaar.

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: de kosten bestaan uit ontgraven en het leveren en aanbrengen van een waterdichte folie en drain (eventueel pomp en putten).
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze bestaan uit onderhoud van de drainage (€ 0,25 per m);
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: Grondverzet, folie en drain leveren en aanbrengen en alle toeslagen.
- Peiljaar: 1999.

**Verwachte effecten****Effecten op de leefbaarheid**

Thema		Effect*	Indicator
Bodem	+	Het effect op de bodem die zich buiten het folie bevindt is positief, aangezien verontreinigingen binnen het folie vastgehouden worden (binnen het folie accumuleren de verontreinigingen)	Mate van verontreiniging van de bodem.
Oppervlaktewater-kwaliteit	+	Het run off water stroomt in minder mate af naar het oppervlaktewater. Dit heeft een lokaal een positief effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Verdroging	-	Het regenwater wordt via de drainage afgevoerd naar oppervlaktewater elders en kan als zodanig bijdragen aan verdrogingprocessen. Er zijn uitzonderingen	Hoogte (gemiddelde) grondwaterstand
Natuur en landschap	+	Berm – en bermsloot worden niet belast met afstromend wegwater, waardoor deze de (gewenste) flora en fauna behouden	
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

**Effecten op de bereikbaarheid**

Worden niet verwacht.

**Effecten op de verkeersveiligheid**

Worden niet verwacht.

**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: Omdat de folie ondergronds wordt aangebracht is deze niet zichtbaar voor de weggebruiker.

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: Maatregelen waarbij het run off water in de bodem infiltreert of wordt afgevoerd zoals zaksloot en riolering.
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - berminrichting en/of bermgrond aanpassen zodat minder verontreinigingen in de bodem terechtkomen, maar in de bovenste laag achterblijven;

- maatregelen die een positief effect hebben op de kwaliteit van het run off water zoals ZOAB en het niet gebruiken van koper, lood en zink in het straatmeubilair. Deze metalen logen uit, stromen met het regenwater mee af en komen uiteindelijk in de bodem terecht. Bij ZOAB komt tevens minder regenwater tot afstroming.
- Aandachtspunten bij aanleg: geen informatie bekend
- Aandachtspunten bij beheer: - goede werking van drainage vereist om het water voldoende af te voeren.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend

**Meer informatie**

- Literatuur: geen informatie bekend
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Scherm

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Een scherm bestaat uit waterdicht en relatief stijf materiaal en wordt verticaal aangebracht, bij voorkeur tot in een slecht waterdoorlatende bodemlaag. Door het tegengaan van de grondwaterstroming kan het afstromend (verontreinigd) wegwater niet naar de bermsloot stromen. Met een drain kan het overtollige grondwater naar een andere locatie, waar het wel gewenst is, geleid worden.
- Doel: Beperken van de negatieve beïnvloeding door run off water op de kwaliteit van grond en grond- en oppervlaktewater.
- Noodzaak: Vanuit de NMP-3 doelstelling om de risico's voor mens en milieu als gevolg van verspreiding van stoffen tot een aanvaardbaar of verwaarloosbaar niveau terug te brengen, en de zorgplicht Wbb die een ieder heeft om er zorg voor te dragen dat de grond en het grondwater niet verontreinigd worden.
- Varianten: Folie.
- Toepassingsgebied: Overal langs het hoofdwegennet.
- Status: Wordt in de bodemsanering toegepast, de toepassing bij wegen is beperkt, weinig informatie aanwezig over toepassing bij rijkswegen.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - belangrijk is of op de locatie kwel of inzijging plaatsvindt;
  - om verhoogde grondwaterstanden en verweking van de wegfundering te voorkomen is drainage nodig;
  - de extra technische maatregelen die genomen moeten worden zijn afhankelijk van het gebied waarin de berm zich bevindt: een waterwingebied, een kwetsbaar gebied, etc.. In kwetsbare gebieden dient gecontroleerd geïnfiltreerd te worden.
- Voorbereiding:
  - grondwatersituatie in kaart brengen;
  - bepalen van het bodemprofiel;
  - berekenen van de benodigde diepte en sterkte van het scherm;
  - overleg met de provincie over de ligging van kwetsbare en niet kwetsbare gebieden en over de toepassing van de maatregel in kwetsbare gebieden. De provincie kan voor kwetsbare gebieden extra eisen aan de wijze van afwatering stellen.
- Realisatietijd: Enkele maanden tot een jaar.

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: de kosten bestaan uit het leveren en aanbrengen van een waterdicht scherm en eventueel aanleggen van drainage.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: bestaan bij aanwezigheid van drains uit het onderhouden van de drain (€ 0,25 /meter);
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: Grondverzet, scherm leveren en aanbrengen en alle toeslagen.
- Peiljaar: 2002.

## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Bodem	+	Het run off water stroomt in mindere mate af naar de bodem. Dit heeft een positief effect op de bodemkwaliteit van de bodem buiten het scherm.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Oppervlaktewater-kwaliteit	+	Het run off water stroomt in mindere mate af naar het oppervlaktewater. Dit heeft een positief effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Verdroging	?	Door plaatsen scherm wordt de (geo)hydrologie plaatselijk beïnvloedt, hetgeen zowel vernatting als verdroging tot gevolg hebben.	Hoogte (gemiddelde) grondwaterstand.
Natuur en landschap	?	Door plaatsen scherm wordt de (geo)hydrologie plaatselijk beïnvloedt, hetgeen zowel vernatting als verdroging tot gevolg hebben. Verandering van de hydrologie kan effect hebben op flora en fauna.	
Geluid			-
Luchtkwaliteit			-

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: n.v.t.

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: Maatregelen waarbij het run off water in de bodem infiltreert zoals zaksloot en infiltratievoorzieningen.
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - toepassen van ZOAB zodat minder regenwater tot afstroming komt en het afstromende wegwater een betere kwaliteit heeft;
  - berminrichting en/of bermgrond aanpassen zodat minder verontreinigingen dieper in de bodem terechtkomen, maar in de bovenste laag achterblijven;
  - het niet gebruiken van koper, lood en zink in het straatmeubilair. Deze metalen logen uit, stromen met het regenwater mee af en komen uiteindelijk in de bodem terecht.
- Aandachtspunten bij aanleg: geen informatie bekend
- Aandachtspunten bij beheer: Monitoring om het eventueel doorslaan van verontreinigingen naar het grondwater bijtijds te kunnen constateren.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend

**Meer informatie**

- Literatuur: geen informatie bekend
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend



**Naam van de maatregel**

Zaksloot in plaats van bermsloot

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Een zaksloot is een voorziening waarin het run off water van wegen wordt verzameld. In de zaksloot infiltreert het water naar de bodem, er is dus geen sprake van afvoer zoals bij bermsloot. Tijdens het infiltreren blijven mee afgevoerde verontreinigingen achter in de bovenste laag van de bodem. Het water zijgt verder in.
- Doel: Beperken van negatieve beïnvloeding door run off water op de kwaliteit van grond en grond- en oppervlaktewater en het vasthouden van water in het gebied.
- Noodzaak: Vanuit de NMP-3 doelstelling om de risico's voor mens en milieu als gevolg van verspreiding van stoffen tot een aanvaardbaar of verwaarloosbaar niveau terug te brengen, en de zorgplicht Wbb die een ieder heeft om er zorg voor te dragen dat de grond en het grondwater niet verontreinigd worden. Tevens is dit een maatregel om het water zo lang mogelijk in het gebied te houden en zo min mogelijk water af te voeren. Dit past in het beleid van de commissie waterbeheer 21<sup>ste</sup> eeuw (vasthouden, bergen en dan pas afvoeren).
- Varianten:
  - infiltratievoorzieningen;
  - aanpassen berminrichting;
  - wadi's.
- Toepassingsgebied: Overal langs het hoofdwegennet.
- Status: Wordt regelmatig toegepast in woonwijken, weinig informatie aanwezig over toepassing bij rijkswegen.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - de grondwaterstand dient voldoende diep te liggen, zodat infiltratie mogelijk is;
  - de doorlatendheid van de bodem dient voldoende groot te zijn (liefst groter dan 1 m/d);
  - langs de zaksloot dient een onderhoudspad aangelegd te worden;
  - de afmetingen van de zaksloot zijn afhankelijk van het oppervlak dat op de zaksloot afwatert;
  - de zaksloot dient een overstortmogelijkheid te hebben op een waterloop (mogelijk beheert door een waterschap);
  - de extra technische maatregelen die genomen moeten worden zijn afhankelijk van het gebied waarin de zaksloot zich bevindt: een waterwingebied, een kwetsbaar gebied, etc. In kwetsbare gebieden dient gecontroleerd geïnfiltreerd te worden.
- Voorbereiding:
  - berekenen van de bergingscapaciteit en afmetingen van de zaksloot;
  - overleg met waterbeheerder over de frequentie en de hoeveelheid water die de zaksloot mag afwateren op watergang van het waterschap;
- overleg met de provincie over de ligging van kwetsbare en niet kwetsbare gebieden en over de toepassing van een zaksloot

- in kwetsbare gebieden. De provincie kan voor kwetsbare gebieden extra eisen aan de wijze van afwatering stellen;
- afstemming met inrichtings/landschapsplan.
- Realisatietijd: Enkele maanden tot een jaar.

### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: de kosten bestaan met name uit het graven van de zaksloot en het afvoeren of verwerken van de vrijgekomen grond. Het graven kost circa € 6,00 per m<sup>3</sup> watergang, bij een gemiddelde watergang van 1,20 m diep.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze bestaan met name uit het maaien van de vegetatie en het verwijderen van het maaisel;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: Grondverzet.
- Peiljaar: 2002.

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Bodem	-	Infiltratie van regenwater leidt tot accumulatie van verontreinigingen in de bovenste decimeters van de bodem (verontreiniging boven S-waarde in de bovenste 40 cm). De verontreinigingen kunnen na verloop van tijd doorslaan naar het grondwater.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Oppervlaktewater-kwaliteit	+	Het run off water wordt in de bodem geïnfiltreerd en niet rechtstreeks afgevoerd naar het oppervlaktewater. Dit heeft een positief effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Verdroging	+	Het infiltreren van water is een goede maatregel om verdroging tegen te gaan.	Hoogte (gemiddelde) grondwaterstand
Natuur en landschap		Toepassing van deze maatregel leidt tot een toename in de diversiteit van flora en fauna. Door de discontinue aanvoer van regenwater staat de zaksloot dan weer droog en dan weer vol water. Alleen vegetatie in die beide omstandigheden groeien en bloeien kunnen zich handhaven. Ook zullen andere diersoorten aangetrokken worden. Van verschraling van de berm is geen sprake.	
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: n.v.t.

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: Maatregelen die voorkomen dat water in de bodem infiltreert zoals folie en scherm.
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - het aanbrengen van een infiltratiebed in de zaksloot. Dit infiltratiebed zorgt ervoor dat meer verontreinigingen gebonden kunnen worden in de toplaag van de bodem van de zaksloot. Dit infiltratiebed heeft een dikte van 0.2-0.3 m met een lutumgehalte van 3-5% en een organisch stofgehalte van 2-4 %. Opgemerkt wordt dat met het aanbrengen van een infiltratiebed de voedingsstoffen in de bermgrond toenemen, wat een negatieve invloed kan hebben op het voorkomen van plant- en diersoorten die houden van schrale gronden;
  - maatregelen die een positief effect hebben op de kwaliteit van het run off water zoals ZOAB en het niet gebruiken van koper, lood en zink in het straatmeubilair. Deze metalen logen uit, stromen met het regenwater mee af en komen uiteindelijk in de bodem terecht.
- Aandachtspunten bij aanleg: Bij ondergrondse toevoer van regenwater is de detaillering van de invoer in de zaksloot (bijvoorbeeld middels pvc-buizen) belangrijk in verband met eenvoudige beschadiging bij onderhoud (maaieren).
- Aandachtspunten bij beheer:
  - de verontreinigingen die opgevangen worden in de bodem kunnen na verloop van tijd doorslaan naar het grondwater. Om dit te voorkomen is het noodzakelijk de slib- en of bovenste grondlaag direct onder de infiltratievoorziening periodiek te vervangen (eens in de 10 tot 30 jaar afhankelijk van het aangesloten verharde oppervlak). Hiervoor geldt tevens de zorgplicht Wbb;
  - om nutriënten en verontreinigingen die opgenomen worden door de planten in zaksloot uit het systeem te verwijderen zal de vegetatie periodiek gemaaid en het maaisel afgevoerd moeten worden.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend

**Meer informatie**

- Literatuur: Commissie Integraal Waterbeheer, Werkgroep VI, "Afstromend wegwater", concept 29 januari 2002.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: In het OTB van de A12-oost (Lunetten – Veenendaal) wordt de toepassing van zaksloten uitgewerkt.

**Naam van de maatregel**

Gescheiden riolering

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Bij gescheiden riolering worden (huishoudelijk) afvalwater en regenwater gescheiden afgevoerd. Het afvalwater gaat naar de zuivering, het afstromend regenwater gaat naar oppervlaktewater. Bij gemengde riolering stromen zowel het afvalwater als het afstromend wegwater naar de rwzi.
- Doel: Beperken van negatieve beïnvloeding door run off water op de kwaliteit van grond en grond- en oppervlaktewater en het vasthouden van water in het gebied.
- Noodzaak: Bij het gezamenlijk inzamelen van afstromend wegwater en regenwater wordt het regenwater onnodig vervuild. Door het gescheiden in te zamelen blijft het regenwater schoon. Tevens kan het regenwater langer in het gebied worden vastgehouden of zelfs worden geïnfiltreerd (principes van duurzaam waterbeheer).
- Varianten: Bermsloot  
Helofytenfilter.
- Toepassingsgebied: Overal langs het hoofdwegennet.
- Status: werd regelmatig toegepast ook in woonwijken, vormt nu vaak onderdeel van een systeem. Zoals gescheiden inzamelen en vervolgens naar een voorziening brengen waar het kan infiltreren. Weinig informatie aanwezig over toepassing bij rijkswegen.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - de afvoercapaciteit van de leidingen dient voldoende te zijn zodat geen water op de weg blijft staan;
  - het riool dient vrije uitstroom te hebben naar oppervlaktewater, greppel of infiltratievoorziening;
  - de leiding dient met voldoende dekking onder of naast de weg te liggen zodat deze niet beschadigt bij belastingen en er kans bestaat op opvriezen.
- Voorbereiding:
  - afstemmen op wegontwerp;
  - ontwerpen en afstemmen op waterpeil;
  - controleren van hydraulische afvoercapaciteit;
  - aanvragen lozingsvergunning.
- Realisatietijd: Enkele maanden.

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: circa 10% van de uitvoeringskosten;
  - uitvoering: afhankelijk van de diameter. Voorbeeld : een riool van 300 mm kost € 130,00 per m<sup>1</sup> en een riool van 700 mm kost € 420,00 per m<sup>1</sup>. Een put voor een riool van 300 mm kost € 1.850,00. Aanleg kolk en kolkaansluitleiding kost € 350,00. Het maken van een uitlaat/overstort kost circa 10% meer dan de aanleg van een gewone put voor dezelfde diameter (bron: Leidraad Riolering D1100).

- Jaarlijkse kosten:
  - beheer en onderhoudskosten: onderhoud bestaat uit het eenmaal per 5 jaar inspecteren van het riool en de putten en het 1 maal per 10 jaar reinigen van het riool. De kosten voor rioolinspectie vanuit het riool bedragen circa € 2,50 per m riool. Riool- en putinspectie vanuit de put bedraagt circa € 38,00 per put. De kosten voor het reinigen bedragen circa € 2,00 per m riool; riolen met een diameter van 500 en kleiner zijn goedkoper, grotere riolen zijn duurder. (bron: Leidraad Riolering D1100).
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: Leiding, grondwerk, verharding, diversen als verkeersmaatregelen, bomen, kabels en leidingen.
- Peiljaar: 2002.

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Bodem	+	De verontreinigingen worden afgevoerd met het wegwater. De kwaliteit van bodem en grondwater wordt niet beïnvloedt.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Oppervlaktewater-kwaliteit	-	Het run off water wordt met het regenwaterriool afgevoerd naar oppervlaktewater. Omdat er geen zuiveringsstap tussen zit worden mogelijke verontreinigingen ook meegenomen naar het oppervlaktewater.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Verdroging	-	Doordat de run off wordt afgevoerd wordt weinig gedaan om verdroging tegen te gaan.	Hoogte (gemiddelde) grondwaterstand.
Natuur en landschap	+	Het afstromend regenwater en verontreinigingen worden afgevoerd. Berm en bermsloot worden niet beïnvloedt door dit water waardoor gewenste inrichting en begroeiing gehandhaafd blijft.	
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

#### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: Mogelijke verontreinigingen op de weg stromen met het afstromend regenwater mee af rechtstreeks naar het oppervlaktewater, waardoor oppervlaktewater en waterbodan verontreinigd raken.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: Omdat de voorziening ondergronds wordt aangebracht is deze niet zichtbaar voor de weggebruiker.

#### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend

- Ondersteunende andere maatregelen:
  - maatregelen die een positief effect hebben op de kwaliteit van het run off water zoals ZOAB en het niet gebruiken van koper, lood en zink in het straatmeubilair. Deze metalen logen uit, stromen met het regenwater mee af en komen uiteindelijk in de bodem terecht. Bij ZOAB komt tevens minder regenwater tot afstroming;
  - infiltratie of bodempassage om eventueel aanwezige verontreinigingen af te vangen voordat het regenwater in het oppervlaktewater terechtkomt.
- Aandachtspunten bij aanleg
- Aandachtspunten bij beheer:
  - voldoende dekking;
  - foutieve aansluitingen (DWA, drainage) voorkomen.
- Evaluatieprogramma:
  - mogelijke verzakkingen die optreden door het belasten met zwaar verkeer waardoor geen goede afstroming van regenwater (meer) plaatsvindt;
  - het riool moet 1 maal per 5 jaar gereinigd worden;
  - het riool en de putten moeten een maal per 10 jaar geïnspecteerd worden.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend

**Meer informatie**

- Literatuur:
  - Commissie Integraal Waterbeheer, Werkgroep VI, *"Afstromend wegwater"*, concept 29 januari 2002.
  - Elsevier Waterwijzer, *"Hemelwater in de praktijk"*.
  - *"Leidraad Riolering"*.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Stiller wegdek

Zie maatregelblad 45 Stiller wegdek in paragraaf 4.3 Geluid.

**Naam van de maatregel**

Schermen

Zie de maatregelbladen van diverse schermen (46 tot en met 52) in paragraaf 4.3 Geluid.



**Naam van de maatregel**

Afscherming door middel van groen

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Hagen, houtkanten, bomenrijen en boomgroepen benutten als afscherming voor geluid.
- Doel: Beperken geluidsoverlast voor geluidsgevoelige bestemmingen (woon- en natuurgebieden).
- Noodzaak: Bij overschrijding van wettelijke toegestane normen is het nemen van een geluidsbeperkende maatregel wettelijk verplicht. Prioriteit hierbij is: bron-> overdracht -> ontvanger.
- Varianten:
  - hagen: zeer gesloten en meestal lineaire begroeiingen met bijna uitsluitend struikvormende houtachtige gewassen;
  - houtkanten: brede, opgaande lineaire begroeiingen bestaande uit struik- en boomvormende houtachtige gewassen met een onderbegroeiing;
  - boomgroep: een aantal bomen waarvan de kronen een geheel lijken te vormen.
- Toepassingsgebied: Langs rijkswegen
- Status: Is enkele malen toegepast, weinig informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - het aanleggen van een groene afschermende strook heeft een groot ruimtebeslag.
  - het is wenselijk om in het ontwerp open plekken in de aanplantingen te plannen. Dergelijke open plekken zorgen voor extra verticale en horizontale differentiatie in de begroeiing.
- Voorbereiding:
  - globaal akoestisch onderzoek: verschaft zekerheid omtrent de noodzaak en de realisatiemogelijkheden van geluidsbeperkende voorzieningen binnen de verkeersruimte van de (mogelijk toekomstige) wegverbinding;
  - akoestisch ontwerp: uitwerken van de vormgeving binnen de mogelijkheden van het tracé, bepaling alignment, dwarsprofiel en vorm van knooppunten en aansluitingen;
  - uitwerken en detailleren akoestisch ontwerp: bijzondere aandacht besteden aan voorzieningen ten behoeve van de veiligheid van de weggebruiker en aan wegbouwkundige voorzieningen;
  - beheerplan: uitwerken van de beheerwerkzaamheden, zoals inspectie, reiniging, klein onderhoud en groot onderhoud.
- Realisatietijd: Het verkrijgen van een volgroeide groenstrook kost vele jaren.

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: geen informatie bekend;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Geluid		Deze maatregel heeft neutraal effect op het thema geluid: - het effect van een volledig in blad staande groenstrook van minstens 100 meter breed, is, mits een dergelijke vegetatie voldoende hoog is en een dichte onderbegroeiing aanwezig is, minimaal. - Niet groenblijvende beplanting heeft in de winter een nihil effect.	Belangrijke indicatoren voor geluidsoverlast zijn het aantal woningen met een geluidbelasting op de gevel groter dan een bepaalde waarde, het oppervlak geluidbelast gebied en de verstoring van stiltegebieden.
Natuur en landschap	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema natuur en landschap: - visuele afscherming; - barrièrewerking van de weg wordt niet vergroot.	Belangrijke indicatoren voor natuur en landschap zijn het aantal opgeloste knelpunten, de barrièrewerking van de weg, het aantal verkeersslachtoffers onder dieren en de aanwezigheid van een actueel landschapsplan en groenbeheerplan.
Bodem			
Luchtkwaliteit	+		Gehaltes aan SO <sub>2</sub> , VOS, NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , fijn stof, NO <sub>2</sub> , en HC in de lucht en de geurhinder.

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Indien de afscherming leidt tot zichtvermindering is het mogelijk dat iets lagere snelheden worden gereden. De maatregel heeft naar verwachting geen effect op de bereikbaarheid.

### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: Visuele afscherming van de weg.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend.

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend.
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - stil asfalt (ZOAB) heeft wettelijk ook een hogere prioriteit (bron-> overdracht -> ontvanger);
  - groene onderbegroeiing is noodzakelijk;
  - combinatie met wallen en schermen;
  - isoleren woningen.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - alleen bij groenblijvende soorten is effect te bereiken in de winter;
  - aan de randen van een aanplanting kunnen het beste struikvormende soorten aangebracht worden;
  - als de randen dicht begroeid moeten blijven, mag men hier geen boomvormende soorten gebruiken;
  - door gebrek aan licht krijgt een aanplanting met boomvormende soorten onder in een zeer open karakter.

- Aandachtspunten bij beheer:
  - de uiteindelijke vorm van de aangeplante houtige gewassen, wordt mede bepaald door de beheervorm achteraf;
  - soms zijn technische herstelwerkzaamheden noodzakelijk om het geluidsbeperkende effect te behouden (herstel geluidsslekken en dergelijke);
  - om ecologische waarde van het 'scherm' te behouden zijn natuurtechnische beheermaatregelen nodig. Deze moeten opgenomen worden in een groenbeheerplan.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend.

**Meer informatie**

- Literatuur: geen informatie bekend.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend.
- Pilots: geen informatie bekend.
- Studies: geen informatie bekend.

**Naam van de maatregel**

Aanpassingen aan installaties

Zie maatregelblad 66 Aanpassingen aan installaties in paragraaf 4.6 Lichthinder.

Naam van de maatregel  
Grofwild- en reeraster

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Een grofwild- en reeraster bestaat uit gevlochten gaas, palen en spandraden en wordt toegepast om dieren van de weg te houden en daardoor het aantal verkeersslachtoffers te beperken. Daarnaast worden rasters toegepast om de dieren naar speciaal aangelegde oversteekmogelijkheden (tunnels en dergelijke) te leiden.
- Doel:
  - ter voorkoming van verkeersslachtoffers onder reeën, edelherten en wilde zwijnen;
  - ter voorkoming van botsingen tussen reeën, edelherten, wilde zwijnen en het verkeer (verkeersveiligheid).
- Noodzaak: Geen wettelijke of beleidsmatige noodzaak, maar wel ter ondersteuning van andere maatregelen zoals faunapassages.
- Varianten: Combiraster (groot en klein wild).
- Toepassingsgebied: als geleiding van dieren naar de ingang van een faunapassage.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: Onderstaand worden een aantal aspecten benoemd. Meer informatie is te vinden in de 'Handleiding maatregelen voor de fauna langs weg en water' (DWW, 1995):
  - bovengronds: minimaal 1,80 meter;
  - ondergronds: 20 cm ingraven;
  - maximale maaswijdte is maximaal 15 x 5 cm onderaan en 15 x 20 cm boven aan het raster;
  - palen van tamme kastanje hebben de voorkeur, wanneer wordt gekozen voor de toepassing van houten palen. geen tropisch hardhout;
  - op plaatsen waar het raster een weg kruist, moeten roosters worden aangebracht (zie ook maatregelblad *Wildroosters*);
  - om de 200 meter een overstap plaatsen, waardoor reeën, die aan de wegzijde van het raster terechtkomen, terug naar de andere kant van het raster kunnen springen. Om de reeën vlot naar deze overstappen te leiden is het wenselijk deze constructies aan te brengen in hoeken of in speciaal aangebrachte inhammen van het raster. Zo kunnen de dieren de overstap makkelijker vinden wanneer zij langs het raster lopen.
- Voorbereiding: Opnemen in groenbeheerplan. Voor het opstellen van een groenbeheerplan wordt verwezen naar 'Handleiding beheer groenvoorzieningen' (DWW, 1994).
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze kosten bestaan uit enerzijds uit instandhoudingskosten zoals het weghalen van zwerfvuil. Anderzijds gaat het om verbetering door voortschrijdend inzicht en oplossen van gemaakte fouten, inspectie en daaruit voortvloeiende ingrepen, reparatie van mankementen, vervanging bij einde levensduur en monitoring van het gebruik;
  - levensduur: 10 tot 18 jaar.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

**Verwachte effecten****Effecten op de leefbaarheid**

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Deze maatregel heeft, mits juist toegepast, een positief effect op het thema natuur en landschap: In de meeste gevallen zullen rasters worden toegepast om het dieren te leiden naar een faunapassage of naar een veiliger plek om over te steken en hebben ze een positief effect op de ontsnippering en op het aantal verkeersslachtoffers.  Echter wanneer rasters worden toegepast met een opsluiting van dieren tot gevolg, dan leidt deze maatregel tot een verdere versnippering van leefgebieden en een grotere barrièrewerking van de weg tot gevolg.  Ook andere dieren dan waarvoor het raster bestemd is kunnen hierdoor worden tegengehouden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur;</li> <li>- afname barrièrewerking van de weg;</li> <li>- vermindering sterfte door aanrijdingen.</li> </ul>
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

**Effecten op de bereikbaarheid**

Worden niet verwacht.

**Effecten op de verkeersveiligheid**

De aanleg van grofwild en reerasters zal leiden tot een vermindering van het aantal ongevallen. Dit effect is naar verwachting minimaal en sterk situatie- en locatiegebonden. In kwalitatieve zin zal de maatregel wel een positief effect hebben door vermindering van het aantal schrikreacties bij weggebruikers. Wanneer het raster aan beide zijden van de weg wordt geplaatst, kan een negatief effect optreden als onverhoopt toch een dier op de weg terechtkomt. In een dergelijk geval kan het dier niet meer weg, hetgeen tot uiterst gevaarlijke situaties zal leiden.

**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten: Als er geen passage beschikbaar is, kunnen rasters een absolute barrière vormen. De aanwezigheid van een passage is dus een voorwaarde voor het gebruik van rasters.

- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend

#### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen: Ecoduct, grofwildtunnel, overstappen, roosters, insprongen, grofwildfuiken en schrikdraad.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - Zorgdragen voor een gesloten aansluiting op viaduct of tunnel;
  - op plaatsen waar het raster een weg kruist moeten aanvullende maatregelen genomen worden, zoals roosters en aangepaste beplanting;
  - om te voorkomen dat kleinere diersoorten ook door het raster geweerd worden, kan overwogen worden om het raster op 10 cm boven het maaiveld te plaatsen. Dit is geen optie wanneer het raster ook bedoeld is voor het weren van wilde zwijnen;
  - wanneer een grofwildraster het uitzicht belemmert, kan er om verkeersveiligheidsredenen gekozen worden voor het plaatsen van een elektrisch raster (schrikdraad).
- Aandachtspunten bij beheer:
  - het beheer van een raster kan het beste opgenomen worden in het groenbeheerplan van de wegbeheerder;
  - controle op en reparatie van beschadigingen en lekken;
  - controle op wroetschade en ondergraving;
  - randvoorzieningen zoals de speciale overstappen moeten regelmatig op een goede werking gecontroleerd worden;
  - eventueel aangebrachte beplanting in de buurt van een afrastering moet steeds haar functie van geleiding en visuele bescherming behouden.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend

#### Meer informatie

- Literatuur:
  - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), *"Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water"*, Utrecht, 1995.
  - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landelijk gebied (LNV), *"Leidraad en checklist landschappelijke inpassing hoofdwegen"*, Utrecht, 1997.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Kleinwild- en dassenraster

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Een kleinwild- en dassenraster bestaat uit stevig, relatief kleinmazig gaas, dat deels wordt ingegraven om ondergraving door dieren te voorkomen. Rasters worden toegepast om dieren van de weg te houden en daardoor het aantal verkeersslachtoffers te beperken. Daarnaast worden rasters en geleidewanden toegepast om de dieren naar speciaal aangelegde oversteekmogelijkheden (tunnels en dergelijke) te leiden.
- Doel:
  - ter voorkoming van verkeersslachtoffers onder dieren (doelsoorten: variërend in grootte tussen hermelijn en das);
  - ter voorkoming van botsingen tussen dieren (Doelsoorten: variërend in grootte tussen hermelijn en das) en verkeer (verkeersveiligheid).
- Noodzaak: Geen wettelijke of beleidsmatige noodzaak, maar wel ter ondersteuning van andere maatregelen zoals faunapassages.
- Varianten: Combi-raster (voor groot en klein wild).
- Toepassingsgebied: Bij faunapassages (dassentunnel, ecoduct), als geleiding.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: Onderstaand worden een aantal aspecten benoemd. Meer informatie is te vinden in de 'Handleiding maatregelen voor de fauna langs weg en water' (DWW, 1995):
  - bovengronds: 1 meter;
  - ondergronds: 20 cm ingegraven, 0,30 cm horizontaal omgezet naar achterlandzijde;
  - maaswijdte: 2,5 cm x 5 cm.
  - bij uitvoer met houten palen gebruik maken van acacia (vanweg beperkte lengte) of tamme kastanje. Geen tropisch hardhout.
- Voorbereiding:
  - opnemen in groenbeheerplan. Voor het opstellen van een groenbeheerplan wordt verwezen naar 'Handleiding beheer groenvoorzieningen' (DWW, 1994).
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze kosten bestaan uit enerzijds uit instandhoudingskosten zoals het weghalen van zwerfvuil. Anderzijds gaat het om verbetering door voortschrijdend inzicht en oplossen van gemaakte fouten, inspectie en daaruit voortvloeiende ingrepen, reparatie van mankementen, vervanging bij einde levensduur en monitoring van het gebruik;
  - levensduur: 10 tot 18 jaar.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

**Verwachte effecten**



**Effecten op de leefbaarheid**

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	<p>Deze maatregel heeft, mits juist toegepast, een positief effect op het thema natuur en landschap:</p> <p>In de meeste gevallen zullen rasters worden toegepast om het dieren te leiden naar een faunapassage of naar een veiliger plek om over te steken en hebben ze een positief effect op de ontsnippering en op het aantal verkeersslachtoffers.</p> <p>Echter wanneer rasters worden toegepast met een opsluiting van dieren tot gevolg, dan leidt deze maatregel tot een verdere versnippering van leefgebieden en een grotere barrièrewerking van de weg tot gevolg.</p> <p>Ook andere dieren dan waarvoor het raster bestemd is kunnen hierdoor worden tegengehouden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur;</li> <li>- afname barrièrewerking van de weg;</li> <li>- vermindering sterfte door aanrijdingen.</li> </ul>
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

**Effecten op de bereikbaarheid**

Worden niet verwacht.

**Effecten op de verkeersveiligheid**

De aanleg van kleinwild- en dassenrasters heeft naar verwachting in kwalitatieve zin een positief effect op de verkeersveiligheid door vermindering van het aantal schrikreacties bij weggebruikers.

**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten: Als er geen passage beschikbaar is, kunnen rasters een absolute barrière vormen. De aanwezigheid van een passage is dus een voorwaarde voor het gebruik van rasters.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - dassentunnels, dassenpoortjes, beplanting als visuele bescherming.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - Zorgdragen voor een gesloten aansluiting op viaduct of tunnel;
  - op plaatsen waar het raster een weg kruist moeten aanvullende maatregelen genomen worden, zoals roosters en aangepaste beplanting.

- Aandachtspunten bij beheer:
  - het beheer van een raster kan het beste opgenomen worden in het groenbeheerplan van de wegbeheerder;
  - eventuele gebreken (gaten en dergelijke) moeten snel hersteld worden;
  - randvoorzieningen zoals de speciale dassenpoortjes moeten regelmatig op een goede werking gecontroleerd worden;
  - eventueel aangebrachte beplanting in de buurt van een afrastering moet steeds haar functie van geleiding en visuele bescherming behouden.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend

**Meer informatie:**

- Literatuur:
  - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), *"Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water"*, Utrecht, 1995.
  - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landelijk gebied (LNV), *"Leidraad en checklist landschappelijke inpassing hoofdwegen"*, Utrecht, 1997.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Amfibieënraster en -geleidewand

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Een amfibieraster bestaat uit fijnmazig gaas, welke deels wordt ingegraven om ondergraving te voorkomen.  
Een amfibieëngeleidewand bestaat uit kunststofplaat of betonelementen om het beklimmen van de constructie onmogelijk te maken. Rasters en geleidewanden worden toegepast om dieren van de weg te houden en daardoor het aantal verkeersslachtoffers te beperken. Daarnaast worden rasters en geleidewanden toegepast om de dieren naar speciaal aangelegde oversteekmogelijkheden (tunnels en dergelijke) te leiden.
- Doel: Het aantal verkeersslachtoffers (onder amfibieën) beperken.
- Noodzaak: Geen wettelijke of beleidsmatige noodzaak, maar wel ter ondersteuning van andere maatregelen zoals faunapassages en ontsnippering.
- Varianten:
  - amfibieënraster;
  - betonnen L-profiel;
  - betonnen U-profiel;
  - wand van hout of recycling kunststof;
  - gebogen kunststof wand (permanent);
  - gebogen kunststof wand (demontabel);
  - tijdelijk scherm (weefnet) en vangemmers op locaties met massale voorjaarstrek. De amfibieën worden dagelijks door vrijwilligers overgezet.
- Toepassingsgebied: - als geleiding van dieren naar de ingang van een amfibiepassage.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: Onderstaand worden een aantal aspecten benoemd. Meer informatie is te vinden in de 'Handreiking maatregelen voor de fauna langs weg en water' (DWW, 1995):
  - permanente wanden: hout, glasvezelversterkte cementplaat, beton(elementen), kunststof.  
Aan bovenzijde voorzien van anti-klimrand of –profiel;
  - niet-permanente wanden: kunststof, fijnmazig gaas, geweven polyesternet, plastic folie. Aan bovenzijde, indien mogelijk, circa 10 cm horizontaal omzetten naar achterlandzijde;
  - bovengronds: 40 tot 60 cm;
  - ondergronds: 10 cm;
  - V-vormige geplaatste amfibiegeleidewanden hebben de voorkeur bij één enkele tunnel of tunnels met een tussenliggende afstand van meer dan 70 meter;
  - amfibiegeleidewanden kunnen parallel aan de weg geplaatst worden, wanneer de tunnels niet verder dan 70 meter uit elkaar geplaatst zijn;
  - de geleidewand ter hoogte van de tunnels moet trechtervormig naar de tunnelingang worden geplaatst.
- Voorbereiding:
  - opnemen in groenbeheerplan. Voor het opstellen van een groenbeheerplan wordt verwezen naar 'Handleiding beheer groenvoorzieningen' (DWW, 1994).
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze kosten bestaan uit enerzijds uit instandhoudingskosten zoals het weghalen van zwerfvuil. Anderzijds gaat het om verbetering door voortschrijdend inzicht en oplossen van gemaakte fouten, inspectie en daaruit voortvloeiende ingrepen, reparatie van mankementen, vervanging bij einde levensduur en monitoring van het gebruik;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema	Effect*	Indicator
Natuur en landschap	<p>Deze maatregel heeft, mits juist toegepast, een positief effect op het thema natuur en landschap:</p> <p>In de meeste gevallen zullen rasters worden toegepast om het dieren te leiden naar een faunapassage of naar een veiliger plek om over te steken en hebben ze een positief effect op de ontsnippering en op het aantal verkeersslachtoffers.</p> <p>Echter wanneer rasters worden toegepast met een opsluiting van dieren tot gevolg, dan leidt deze maatregel tot een verdere versnippering van leefgebieden en een grotere barrièrewerking van de weg tot gevolg.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur;</li> <li>- afname barrièrewerking van de weg;</li> <li>- vermindering sterfte door aanrijdingen.</li> </ul>
Bodem		
Geluid		
Luchtkwaliteit		

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: Als er geen passage beschikbaar is, kunnen rasters een absolute barrière vormen. De aanwezigheid van een passage is dus een voorwaarde voor het gebruik van rasters.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - amfibietunnels.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - het aanplanten van struiken op enige afstand van het scherm geeft ook beschutting, zonder dat over het scherm heen geklommen kan worden;
  - het plaatsen van niet-permanente rasters / wanden dient voor de voorjaarstrek te gebeuren;
  - het aanbrengen van zwaluwstaartvormige geleidewanden dwars op de tunnel stimuleert het gebruik van de tunnel;
  - vanaf de wegzijde moet de geleidewand bij voorkeur gemakkelijk te passeren zijn.

- Aandachtspunten bij beheer:
  - het beheer van een raster kan het beste opgenomen worden in het groenbeheerplan;
  - regelmatig maaien van de strook van circa 1 meter langs de geleidewand (om te voorkomen dat de amfibieën met behulp van de vegetatie over de wand / het raster kunnen klimmen);
  - de vegetatie mag tijdens de voorjaarsrek niet te kort zijn en mag niet vlak voor de trekperiode gemaaid zijn (januari, februari);
  - eventueel aangebrachte beplanting in de buurt van een afrastering moet steeds haar functie van geleiding en visuele bescherming behouden;
  - voor de aanvang van de voorjaarsrek dienen permanente schermen te worden gecontroleerd en schoongemaakt;
  - controle op en reparatie van beschadigingen en lekken;
  - controle op wroetschade en ondergraving.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend

**Meer informatie**

- Literatuur:
  - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), *"Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water"*, Utrecht, 1995.
  - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landelijk gebied (LNV), *"Leidraad en checklist landschappelijke inpassing hoofdwegen"*, Utrecht, 1997.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Wildrooster

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Wildroosters worden toegepast om de geleidende werking van rasters voort te zetten, wanneer deze door een weg worden onderbroken.
- Doel:
  - voorkomen dat dieren op de weg kunnen komen;
  - voortzetten van de geleidende functie van het raster.
- Noodzaak: Geen wettelijke of beleidsmatige noodzaak, maar wel ter ondersteuning van andere maatregelen zoals rasters.
- Toepassingsgebied:
  - verharde wegen met lage verkeersbelasting en een lage rijsnelheid;
  - onverharde of semi-verharde wegen;
  - fiets- en wandelpaden;
  - wildroosters zijn **niet** toepasbaar in ruiterspaden.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: Onderstaand worden een aantal aspecten benoemd. Meer informatie is te vinden in de 'Handreiking maatregelen voor de fauna langs weg en water' (DWW, 1995):
  - lengte: minimaal gelijk aan de breedte van de weg;
  - breedte: grofwild: minimaal 2,5 meter.  
Kleine en middelgrote diersoorten: minimaal 1,5 meter;
  - diepte: 40 tot 50 cm;
  - de aansluiting op het raster dient naadloos te zijn om lekken te voorkomen.
- Voorbereiding: geen informatie bekend
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: 2,20 x 2,53 m - € 1.735,71;  
3,20 x 2,53 m - € 2.348,31;  
3,70 x 2,53 m - € 2.597,89;  
4,20 x 2,53 m - € 3.094,78.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze kosten bestaan uit enerzijds uit instandhoudingskosten zoals het weghalen van zwerfvuil. Anderzijds gaat het om verbetering door voortschrijdend inzicht en oplossen van gemaakte fouten, inspectie en daaruit voortvloeiende ingrepen, reparatie van mankementen, vervanging bij einde levensduur en monitoring van het gebruik;
  - levensduur: 15 tot 25 jaar.

- In de kostenraming opgenomen aspecten: Het leveren en plaatsen van wildroosters in een onverharde weg.
- Peiljaar: 1993.

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Deze maatregel heeft, mits juist toegepast, een positief effect op het thema natuur en landschap: In de meeste gevallen zullen rasters worden toegepast om het dieren te leiden naar een faunapassage of naar een veiliger plek om over te steken en hebben ze een positief effect op de ontsnippering en op het aantal verkeersslachtoffers.  Echter wanneer rasters worden toegepast met een opsluiting van dieren tot gevolg, dan leidt deze maatregel tot een verdere versnippering van leefgebieden en heeft een grotere barrièrewerking van de weg tot gevolg.  Dassen kunnen gewoon over wildroosters heen lopen. Verwacht wordt dat ook de eekhoorn, de steenmarter, de boomarter en de bunzing weinig moeite zullen hebben met wildroosters.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur;</li> <li>- afname barrièrewerking van de weg;</li> <li>- vermindering sterfte door aanrijdingen.</li> </ul>
Bodem	-	Toename van zware metalen (afhankelijk van materiaal – verzinkte vangrails).	Mate van verontreiniging van de bodem
Geluid	-	Het rijden over het rooster heeft een toename in het geluidsniveau tot gevolg.	
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Het effect op de verkeersveiligheid zal zich vooral manifesteren in valpartijen onder de tweewielers zoals (brom)fietsen en motoren. Bij de andere motorvoertuigen kunnen de rasters tot schrikreacties leiden. Mogelijk dat de stroefheid van de roosters bij regen en sneeuw onvoldoende is. De invloed van deze neveneffecten is niet in concrete aantallen ongevallen of slachtoffers uit te drukken.

#### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: Het wildrooster wordt een val voor kleine zorgdieren en insecten. Zorg dus voor ontsnappingsmogelijkheden en let ook op een goede afstemming met rasters.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend

#### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - kleine faunatunnel zodat kleinwild wel het rooster kan passeren;
  - werkpoorten.



- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| - Aandachtspunten bij aanleg: | - het wildrooster moet naadloos aansluiten op de rasters;  |
|                               | - de wildrooster moeten voldoende breedte bezitten (minimaal 2,5 meter), omdat dieren (met name reeën) er anders overheen kunnen springen. |
| - Aandachtspunten bij beheer: | - minimaal twee maal per jaar ingewaaid blad en vuil verwijderen (na november).  |
| - Evaluatieprogramma:         | geen informatie bekend   |

**Meer informatie**

- |                        |   |
|------------------------|---|
| - Literatuur:          | Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), " <i>Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water</i> ", Utrecht, 1995. |
| - Praktijkvoorbeelden: | geen informatie bekend  |
| - Pilots:              | geen informatie bekend  |
| - Studies:             | geen informatie bekend  |

**Naam van de maatregel**

Wildafschrikkende maatregelen

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Wildafschrikkende maatregelen is een verzamelnaam voor maatregelen die verkeersslachtoffers onder dieren verder kunnen beperken. Doel is het laten schrikken van de dieren, waardoor ze schrikken, wegvlugten of lang genoeg aarzelen om de auto's te laten passeren.
- Doel: Het aantal verkeersslachtoffers (onder dieren) beperken.
- Noodzaak: Geen wettelijke of beleidsmatige noodzaak.
- Varianten:
  - wildspiegels en wildreflectoren (meest gebruikte vorm) worden in langs de weg geplaatst. Ze werpen het licht van naderende auto's over de berm;
  - geurstoffen: Deze worden aangebracht op bomen, bermpaaltjes en geleiderails;
  - geluid: Hoge tonen schrikken dieren af.
- Toepassingsgebied: Langs de ecologische hoofdstructuur en overige natuurgebieden. Langs wegen waar veel grotere zoogdieren worden aangereden.
- Status: Wildspiegels en –reflectoren: is enkele malen toegepast, veel informatie aanwezig.  
Geurstoffen: is nog in een experimenteel stadium.  
Geluid: is nog in een experimenteel stadium.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: Onderstaand worden een aantal aspecten benoemd. Meer informatie is te vinden in de 'Handreiking maatregelen voor de fauna langs weg en water' (DWW, 1995):
  - wildspiegels worden geplaatst op paaltjes, of worden bevestigd aan de vangrail;
  - de onderlinge afstand tussen de spiegels / reflectoren aan één kant van de weg moet 20 meter zijn;
  - de spiegels / reflectoren in beide bermen moeten verspringend ten opzichte van elkaar worden geplaatst;
  - de bovenkant van de spiegel moet zich op 70 –80 cm boven het wegdek bevinden;
  - bij een verdiepte of verhoogde wegligging worden de spiegels of reflectoren schuin omhoog, respectievelijk omlaag gericht.
- Voorbereiding: Voorafgaand aan plaatsing moet onderzocht worden waar en op welke hoogte de wildafschrikkende maatregelen geplaatst moeten worden.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: geen informatie bekend;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicatoren
Natuur en landschap	?	Grotere zoogdieren worden vaak in de schemerperiode aangereden. Tijdens de schemering hebben de spiegels en reflectoren nog geen goede reflecterende werking.  De effectiviteit is onduidelijk, vermindering van het aantal verkeersslachtoffers is niet significant aangetoond.	- toename aantal opgeloste knelpunten voor de fauna bij infrastructuur; - afname barrièrewerking van de weg; - vermindering sterfte door aanrijdingen.
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

### Effecten op de verkeersveiligheid

Uit onderzoek blijkt dat het aantal aanrijdingen met wild kan afnemen na het plaatsen van wildspiegels of speciale reflectoren. Vaak werden in de onderzochte situatie ook gelijktijdig maatregelen in de berm of aan de weg getroffen, zoals verbreding berm of lagere begroeiing. De effecten zijn daarom niet uitsluitend toe te schrijven aan de wildspiegels.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende ander maatregelen:
  - minder gebruikte vormen zijn allerlei modellen van bewegende metalen plaatjes, reflecterende banden rond bomen of aluminiumstrips in de vegetatie of aan draden.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - rode reflectoren zijn het meest effectief, rood licht blijkt dieren het meest af te schrikken;
  - wildafschrikkende maatregelen zijn niet efficiënt langs drukke wegen waar constant met hoge snelheid gereden wordt;
  - bij mist, hevige sneeuwval of regen gaat een deel van de reflectie verloren;
  - na verloop van tijd kan een zekere gewenning van het wild aan lichtflitsen optreden, dit geldt met name voor verlichte wegen;
  - de efficiëntie van de maatregel hangt sterk af van de manier waarop het licht wordt gereflecteerd en dus van de plaatsing van de spiegels en reflectoren. Vooral in glooiend terrein is het moeilijk om de spiegels of reflectoren zo te plaatsen dat de weerkaatste lichtbundels op de juiste hoogte terechtkomen;

- Aandachtspunten bij beheer:
  - de werking van de spiegels en reflectoren gaat achteruit door vervuiling. Als de ruimte het toelaat kunnen de spiegels en reflectoren daarom het beste buiten de spatwaterzone van het verkeer geplaatst worden.
  - voorkomen dat de wildspiegels en –reflectoren bij bermwerkzaamheden beschadigd worden (scheefgedrukt of afgekapt);
  - regelmatig controleren en schoonmaken van de spiegels en reflectoren;
  - regelmatig maaien opdat de vegetatie in de omgeving van de spiegels niet te hoog wordt.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend

**Meer informatie**

- Literatuur: Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), "*Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water*", Utrecht, 1995.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Verlagen maximumsnelheid

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Verlagen maximumsnelheid om de luchtvervuiling en geluidhinder door het verkeer te verminderen. Door middel van automatische trajectcontrole (videocamera's) wordt de gemiddelde snelheid op het traject berekend.
- Doel: Het verbeteren van de luchtkwaliteit en het verminderen van de geluidsoverlast door een betere doorstroming en lagere snelheid;
- Noodzaak: Noodzakelijk als gevolg van doorsnijding van een stedelijk gebied. De noodzaak voor een snelheidsverlaging komt voort uit de geluidsoverlast en luchtvervuiling van de autosnelweg.
- Varianten: Verkeersborden (maximale snelheid)  
Matrixborden  
Trajectcontrole
- Toepassingsgebied: Autosnelwegen die dicht tegen woonwijken aanliggen en waar problemen spelen rond luchtkwaliteit en geluidsoverlast.
- Status: Is enkele malen toegepast (2002: A13 Overschie, 1998: A2 Breukelen), weinig informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: Verkeersborden
  - voor de meeste borden wordt het gebruik van tenminste klasse I retroreflecterend materiaal voorgeschreven;
  - de waarneembaarheid van de borden moet dag en nacht verzekerd zijn;
  - borden worden zodanig geplaatst dat zij het zicht op het verkeer of op verkeerstekens niet belemmeren;
  - borden worden in beginsel haaks ten opzichte van de weg geplaatst.Trajectcontrole systeem:
  - puntcontrole is niet mogelijk (alleen afremmen bij meetkasten, geen verbetering doorstroming en milieukwaliteit);
  - trajectcontrolesysteem: begin- en eindpunt videocamera's die elk passerend voertuig registreren, met behulp van computer wordt gemiddelde snelheid berekend.
- Voorbereiding: Voorbereidende stappen zijn:
  - draagvlak creëren bij omwonenden;
  - alternatieve maatregelen onderzoeken;

- Een verkeersbesluit is vereist voor plaatsing of verwijdering van alle verkeerstekens.
- bepalen maximumsnelheid (verkeersbesluit);
- uitvoering handhaving.
- Realisatietijd: Normaal circa 15 maanden (A13 Overschie: vier maanden → moest binnen zeer korte tijd gerealiseerd worden).

#### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: De kosten van het plaatsen van één verkeersbord bedragen circa € 500,00.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: om de vijf jaar moet een bord vervangen worden;
  - levensduur: vijf jaar.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: 2002.

#### Verwachte effecten

##### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap			
Bodem			
Geluid	+	De verwachting is dat de geluidsoverlast zal afnemen	afname aantal verstoorde woningen
Luchtkwaliteit	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>- in het algemeen kan worden gesteld dat het verlagen van de rijdynamiek meer effect heeft dan enkel het verlagen van de snelheid;</li> <li>- bij verlaging van de maximumsnelheid naar 80 km/u, is de verwachting dat de luchtvervuiling met 20% verminderd. Het verlagen van de toegestane snelheid om de 80 km/u leidt niet tot een aanvullende afname. (berekeningen gedaan in het kader van project A13 Rotterdam Overschie).</li> </ul>	afname uitstoot stoffen (NO <sub>2</sub> , Benzeen, PM10) in relatie tot de verkeersintensiteit

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

##### Effecten op de bereikbaarheid

Indien de snelheid wordt gereduceerd tot 90 km/u is de verkeersafwikkeling het meest gelijkmatig en betreft het een mogelijke verbetering van de capaciteit. Het effect op de capaciteit is afhankelijk van de snelheidsverandering.

In het algemeen kan door het karakter van deze maatregel en de specifieke omstandigheden waaronder deze werkt, worden gesteld dat deze maatregel hooguit een marginaal effect kan hebben op de gemiddelde bereikbaarheid.

##### Effecten op de verkeersveiligheid

Het toepassen van snelheidsverlaging is een maatregel die vergelijkbaar is met de verkeersveiligheidsmaatregel homogenisering. Kenmerk van deze maatregel is een gelijkmatiger en rustiger verkeersbeeld. Effectinschattingen van de Stichting Wetenschappelijk onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) wijzen uit dat homogenisering van de snelheid en snelheidsverlaging op gebiedsontsluitingswegen (80 km/u) een overall-effect hebben van circa 20% minder slachtoffers.

**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers:
  - omwonenden worden bij maatregel betrokken door mee te denken over alternatieven (draagvlak creëren);
  - weggebruikers ontvangen direct bekeuring bij snelheidsovertreding.

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - inhaalverbod vrachtverkeer;
  - omleiden vrachtverkeer;
  - spitsstrook en toeritdosering.
- Aandachtspunten bij aanleg: geen informatie bekend
- Aandachtspunten bij beheer en onderhoud: Zonder handhaving heeft snelheidsverlaging geen zin.
- Evaluatieprogramma: Evaluatie gebruik: monitoring situatie, waarbij de luchtkwaliteit en geluidsniveau rondom een weg gemeten wordt. PREMIS en PROMIL zijn programma's om emissies en immissies van een weg te berekenen. dBWeg is een programma om geluidsemissies langs een rijbaan te berekenen.

**Meer informatie**

- Literatuur:
  - Richtlijnen voor bebakening en markering van wegen, 1990.
  - Richtlijnen bewegwijzering, Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- Praktijkvoorbeelden:
  - A13 knooppunt Kleinpolderplein – afslag Rotterdam Airport (Overschie);
  - A2 Breukelen.
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Verkeersborden (waarschuwborden)

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Verkeersborden waarbij gewaarschuwd wordt voor overstekende en overvliegende dieren.
- Doel:
  - voorkomen van verkeersslachtoffers onder reeën, edelherten, wilde zwijnen en vogels;
  - voorkomen van botsingen tussen reeën, edelherten, wilde zwijnen en het verkeer (verkeersveiligheid).
- Noodzaak: Noodzakelijk als gevolg van een sterke toename van het verkeer, doorsnijding van landschappen door infrastructuur en door de toename van het overstekend wild. Geen wettelijke of beleidsmatige noodzaak.
- Varianten:
  - Overstekend wild
  - Overvliegende vogels
- Toepassingsgebied: Natuurgebieden die worden doorsneden door autosnelwegen.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, weinig informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - indicatieve plaatsingsafstand voor waarschuwborden:
    - op 80 km/h wegen 100-200 m;
    - op 100-120 km/h wegen 150-300 m;
  - voor de meeste borden wordt het gebruik van tenminste klasse I retroreflecterend materiaal voorgeschreven;
  - de waarneembaarheid van de borden moet dag en nacht verzekerd zijn;
  - borden worden zodanig geplaatst dat zij het zicht op het verkeer of op verkeerstekens niet belemmeren;
  - borden worden in beginsel haaks ten opzichte van de wegas geplaatst.
- Voorbereiding: Een verkeersbesluit is vereist voor plaatsing of verwijdering van alle verkeerstekens.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: de kosten van het plaatsen van één verkeersbord bedragen circa € 500,00.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: circa € 290,00 per jaar. Onderhoud is nodig bij vervuiling (reiniging op basis van visuele inspectie), bij schades door aanrijdingen en bij vernieling. Aan het einde van de levensduur worden de borden volledig vervangen;
  - levensduur: gemiddeld tien jaar.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: Reiniging, herstel en vervanging.



- Peiljaar: 2001

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	?	Deze maatregel kan een positief effect hebben op het thema natuur en landschap (mits de automobilist zich iets van het verkeersbord aantrekt en zijn snelheid verminderd)	aantal verkeersslachtoffers onder dieren
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Het effect op de capaciteit is afhankelijk van de daadwerkelijke snelheidsverandering. Dit is een maatregel met een sterk lokaal karakter en zal daardoor op de gemiddelde bereikbaarheid een te verwaarlozen effect hebben.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Een gewaarschuwde verkeersdeelnemer zal zich op een attentere wijze door het verkeer zal voortbewegen. Door dit verhoogde attentieniveau neemt de kans op een ongeval (iets) af. De mate van het effect is echter niet te becijferen. Wel is de kracht van waarschuwingsborden zeer beperkt.

#### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: Automobilisten trekken zich vaak weinig aan van dit soort waarschuwingsborden.

#### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen: Ecoduct, grofwildtunnel, overstappen, rasters, roosters, insprongen, grofwildfuiken en schrikdraad.
- Aandachtspunten bij aanleg: geen informatie bekend
- Aandachtspunten bij beheer en onderhoud: geen informatie bekend
- Evaluatieprogramma: Evaluatie gebruik: monitoring situatie, waarbij de luchtkwaliteit en geluidsniveau rondom een weg gemeten wordt. PREMIS en PROMIL zijn programma's om emissies en imissies van een weg te berekenen. dBWeg is een programma om geluidsemissies langs een rijbaan te berekenen.

**Meer informatie**

- Literatuur: geen informatie bekend
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**  
Signaleringsborden**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Instellen stiltegebieden, waterwingebieden ter bescherming van het milieu (geluidsoverlast, luchtkwaliteit, grondwaterkwaliteit, oppervlaktewaterkwaliteit).
- Doel: Het beschermen van het milieu (bijvoorbeeld geluidsniveau, grondwaterkwaliteit of oppervlaktewaterkwaliteit).
- Noodzaak: Noodzakelijk als gevolg van verstoring door geluidsoverlast of verstoring van grond- of oppervlaktewaterkwaliteit in natuurgebieden.
- Varianten:
  - stiltegebieden
  - waterwingebieden
  - ecologisch kwetsbare gebieden
- Toepassingsgebied: Bij te beschermen gebieden langs het hoofdwegenet
- Status: Regelmatig toepast in Nederland, weinig informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - voor de meeste borden wordt het gebruik van tenminste klasse I retroreflecterend materiaal voorgeschreven;
  - de waarneembaarheid van de borden moet dag en nacht verzekerd zijn;
  - borden worden zodanig geplaatst dat zij het zicht op het verkeer of op verkeerstekens niet belemmeren;
  - borden worden in beginsel haaks ten opzichte van de wegas geplaatst.
- Voorbereiding:
  - een verkeersbesluit is vereist voor plaatsing of verwijdering van alle verkeerstekens;
  - stiltegebied vindt zijn oorsprong in de Wet Geluidhinder;
  - kwetsbaar gebied vindt zijn oorsprong in de Provinciale Milieuverordening.
  - Waterwingebied worden aangewezen in de Provinciale Milieuverordening als bodembeschermingsgebieden
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: de kosten van het plaatsen van één verkeersbord bedragen circa € 500,00.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: circa € 290,00 per jaar. Onderhoud is nodig bij vervuiling (reiniging op basis van visuele inspectie), bij schades door aanrijdingen en bij vernieling. Aan het einde van de levensduur worden de borden

- In de kostenraming opgenomen aspecten: volledig vervangen;  
- levensduur: gemiddeld tien jaar.
- Peiljaar: 2001 Reiniging, herstel en vervanging.

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Deze maatregel kan een gering positief effect hebben op het thema natuur en landschap	
Bodem	+	Deze maatregel kan een gering positief effect hebben op de grondkwaliteit	
Geluid	+	geringe vermindering geluidsbelasting	
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Het effect op de capaciteit is afhankelijk van de snelheidsverandering en de verkeersafwikkeling. Dit is een maatregel met een sterk lokaal karakter en zal daardoor op de gemiddelde bereikbaarheid een te verwaarlozen effect hebben.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Van deze maatregel wordt weinig effect verwacht. Veelal zullen de verkeersdeelnemers de informatie weergegeven op de bedoelde signaleringsborden ter kennisgeving aannemen en vervolgens ongehinderd door rijden.

#### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: Het plaatsen van deze verkeersborden, leidt over het algemeen niet tot lagere snelheden.

#### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - stiller wegdek op drukke wegen;
  - geluidsschermen of geluidswallen langs drukke wegen;
  - beperken maximumsnelheid;
  - inhaalverbod vrachtverkeer.
- Aandachtspunten bij aanleg: geen informatie bekend
- Aandachtspunten bij beheer en onderhoud: geen informatie bekend
- Evaluatieprogramma: Evaluatie gebruik: monitoring situatie, waarbij de luchtkwaliteit en geluidsniveau rondom een weg gemeten wordt. PREMIS en PROMIL zijn programma's om emissies en immissies van een weg te berekenen. dBWeg is een programma om geluidsemissies langs een rijbaan te berekenen.

**Meer informatie**

- Literatuur: geen informatie bekend
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: Stiltegebieden, een eerste landelijke inventarisatie (RIVM, 1994).

**Naam van de maatregel**

Inhaalverbod voor vrachtwagens

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Verkeersborden die aangeven dat (gedurende bepaalde tijdsperiodes) vrachtwagens niet mogen inhalen.
- Doel: Verlagen ritdynamiek (betere doorstroming).
- Noodzaak: De noodzaak voor dit gebod komt voort uit de noodzaak tot een betere doorstroming met als gevolg het (deels) opheffen van negatieve effecten op de leefbaarheid (geluidsoverlast omwonenden, luchtkwaliteit, verkeersveiligheid).
- Toepassingsgebied: Op wegvakken waar vrachtverkeer leidt tot een verminderde doorstroming.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, weinig informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - voor de meeste borden wordt het gebruik van tenminste klasse I retroreflecterend materiaal voorgeschreven;
  - de waarneembaarheid van de borden moet dag en nacht verzekerd zijn;
  - borden worden zodanig geplaatst dat zij het zicht op het verkeer of op verkeerstekens niet belemmeren;
  - borden worden in beginsel haaks ten opzichte van de weg geplaatst.
- Voorbereiding: Een verkeersbesluit is vereist voor plaatsing of verwijdering van alle verkeerstekens.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: de kosten van het plaatsen van één verkeersbord bedragen circa € 500,00.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: circa € 290,00 per jaar. Onderhoud is nodig bij vervuiling (reiniging op basis van visuele inspectie), bij schade door aanrijdingen en bij vernieling. Aan het einde van de levensduur worden de borden volledig vervangen;
  - levensduur: gemiddeld tien jaar.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: Reiniging, herstel en vervanging.
- Peiljaar: 2001

## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap			
Bodem			
Geluid	+	Vermindering geluidsbelasting.	Afname aantal verstoorde woningen.
Luchtkwaliteit	+	- in het algemeen kan worden gesteld dat het verlagen van de ritdynamiek meer effect heeft dan enkel het verlagen van de snelheid;	Afname uitstoot stoffen (NO <sub>2</sub> , Benzeen, PM10) in relatie tot de verkeersintensiteit.

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

De effecten van een inhaalverbod voor vrachtverkeer op de capaciteit zijn marginaal. Het effect is met name het rustigere verkeersbeeld. Specifiek kan worden gesteld dat een inhaalverbod voor vrachtverkeer leidt tot: lagere gemiddelden en standaardafwijkingen van de snelheden, een daling van het aandeel korte, onveilige volgtijden, een soepeler invoegproces, meer colonnevorming van het vrachtverkeer op de rechterrijstrook, hogere intensiteiten linkerstrook en afname gemiddelde snelheid op beide stroken.

### Effecten op de verkeersveiligheid

Er zijn verschillende studies uitgevoerd naar de effecten van inhaalverboden voor vrachtverkeer. Alle studies tot nu toe geven aan dat de kwaliteit van de verkeersstroom verbeterd, maar dat uit analyse blijkt dat er geen effect is waar te nemen op de verkeersveiligheid.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen: geen informatie bekend
- Aandachtspunten bij aanleg: geen informatie bekend
- Aandachtspunten bij beheer en onderhoud: geen informatie bekend
- Evaluatieprogramma: Evaluatie gebruik: monitoring situatie, waarbij de luchtkwaliteit en geluidsniveau rondom een weg gemeten wordt. PREMIS en PROMIL zijn programma's om emissies en immissies van een weg te berekenen. dBWeg is een programma om geluidsemissies langs een rijbaan te berekenen.

**Meer informatie**

- Literatuur:
  - Richtlijnen voor bebakening en markering van wegen, 1990.
  - Richtlijnen bewegwijzering, Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend



**Naam van de maatregel**

Watergangen en -partijen

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Het optimaliseren van de ecologische mogelijkheden van watergangen en –partijen binnen het kader van de waterhuishoudkundige eisen en randvoorwaarden.
- Doel: Het vergroten van de natuurwaarden in en langs sloten.
- Noodzaak: Beleid Rijkswaterstaat.
- Varianten:
  - watergangen: zaksloot, greppel, sloot, vaarten/tochten, kanaal, rivier en beek;
  - waterpartijen: poel, ven, plas en vijver.
- Toepassingsgebied: Watergangen en –partijen gelegen langs rijkswegen.
- Status: Verplicht, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: geen informatie bekend
- Voorbereiding:
  - in hoeverre het mogelijk is om de onderhoudsfrequentie van sloten die onder de keur vallen (en dus een ontwaterende en afwaterende functie hebben) te verlagen, moet in samenspraak met het waterschap bepaald worden. Van belang hierbij is het afstemmen van de methode en het tijdstip op de vergroting van de natuurwaarden;
  - opstellen groenbeheerplan.
- Realisatietijd: Een groenbeheerplan wordt voor 10 jaar vastgesteld. Daarnaast is er sprake van frequent (2 maal per jaar) en terugkerend onderhoud.

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: de kosten bestaan met name uit maaien en afvoeren natte profiel sloot, baggeren ( 1 x per 3-10 jaar, afhankelijk van de grondsoort), onderzoek naar de verontreinigingsgraad van slootbagger, afvoeren en verwerken bagger, maaien en afvoeren oever (afhankelijk van vegetatietype 2 x per jaar tot 1 x per 3 jaar) en verwerken maaisel en bedragen circa € 1.600,= tot € 1.750,= per km.;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: Schonen natte profiel, maaien oevers, afvoeren en verwerken maaisel, baggeren natte profiel, afvoer en verwerking bagger, verkeersmaatregelen, opslagpercentages aannemer.
- Peiljaar: geen informatie bekend

## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect	Indicatoren
Natuur en landschap	+	Deze maatregel heeft, ondanks dat het geen versnipperingsknelpunten opheft, een positief effect op het thema natuur en landschap: - hogere verscheidenheid (soorten, levensgemeenschappen); - het toepassen van deze maatregel lost geen versnipperingsknelpunten (dwars op de weg) op, maar verbeterd wel de bereikbaarheid van groen- en natuurgebieden (langs de weg); - fauna wordt wel naar de wegberm geleid. Daardoor misschien wel weer een toename in verkeersslachtoffers.	
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten:
  - minder intensief beheer met als gevolg (mogelijk) lagere kosten;
  - in aansluiting op andere faunavoorzieningen kan een natuurvriendelijke waterloop of waterpartij voor dekking of geleiding zorgen.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: Belevingswaarde van de omgeving gaat omhoog.

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen: geen informatie bekend
- Aandachtspunten bij aanleg: geen informatie bekend
- Aandachtspunten bij beheer:
  - alleen wanneer maaisel binnen een week wordt afgevoerd, worden meer voedingstoffen verwijderd dan er jaarlijks met de regen naar beneden komen;
  - bij ecologisch beheer is het van belang om bij elke beheeringreep (bijvoorbeeld maaibeurt) 10 à 20% van de vegetatie te laten staan (elke keer een ander deel). De aanwezige fauna kan zo de ingreep overleven;
  - met het oog op voortplanting en groei moet de fauna in de broedperiode met rust gelaten worden. De broedperiode verschilt per diergroep of –soort.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend

**Meer informatie**

- Literatuur:
  - Worden rijksbermen goed beheerd? Publicatie van Rijkswaterstaat, DWW, 2001.
  - Rijksbermen ... rijke bermen, Publicatie van Rijkswaterstaat, DWW, 1999.
  - Beheerkosten en natuurwaarden van groenvoorzieningen langs rijkswegen, publicatie van Rijkswaterstaat, DWW, 2001.
  - Ecologisch bermbeheer, Arie Koster (Alterra), mei 2001.
  - Bermsloten... Natuurlijk, een handreiking voor ontwerpers en groenmedewerkers van Rijkswaterstaat, Publicatie van Rijkswaterstaat, DWW, 2000.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Het verkrijgen en behouden van kruidachtige vegetatie

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Het verkrijgen en behouden van kruidachtige vegetatie in wegbermen door minder intensief beheer. Minder intensief beheer is het beheer terugbrengen naar één of twee maal per jaar maaien (afhankelijk van de vegetatie) én het afvoeren van het maaisel (verschralen).
- Doel: Vergroten van natuurwaarden in de wegbermen (gevarieerde bloemenrijke schraalgraslanden).
- Noodzaak: Beleid Rijkswaterstaat.
- Varianten:
  - matig voedselarm – 1,5 maal per jaar maaien en maaisel afvoeren;
  - matig voedselrijk – tweemaal per jaar maaien en maaisel afvoeren;
  - zeer voedselrijk – tweemaal per jaar maaien en maaisel afvoeren.
- Toepassingsgebied: Langs alle rijkswegen waar dit natuurtechnisch zinvol is.
- Status: Verplicht, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: Het traditionele onderhoud blijft gehandhaafd voor de 1<sup>e</sup> meter van de berm in verband met veiligheid en zichtbaarheid van de reflectorpaaltjes en kilometerbordjes.
- Voorbereiding:
  - opstellen groenbeheerplan;
  - in diverse provincies geldt een distelverordening die regelt dat akkerdistels die voorkomen in de berm moeten worden bestreden.
- Realisatietijd: Een groenbeheerplan wordt voor 10 jaar vastgesteld. Daarnaast is er sprake van frequent en terugkerend onderhoud.

**Kosten**

*Bij graslandtypen wordt uitgegaan van de volgende standaard:*

- breedte 10 m;
- lengte 1 km;
- geen beschaduwing;
- uitsluitend korte vegetaties;
- geen obstakels.

*De graslanden liggen langs een recht stuk weg en de bebakeningstrook die direct aan de weg grenst blijft buiten beschouwing*

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: de kosten bestaan met name uit verwijderen zwerfafval, maaien, afvoeren maaisel, verwijderen opslag (1 x per 5 jaar), evaluatie maaibeheer (1 x per 5 jaar), aanschaf zaaigoed (incidenteel) en nemen benodigde verkeersmaatregelen en bedragen circa € 1.000,= tot € 1.150,= per ha.;
  - levensduur: geen informatie bekend.

- In de kostenraming opgenomen aspecten: Maaien en afvoeren (1-2 x/jaar), maaien afbakeningsstrook, verkeersmaatregelen, opslagpercentages aannemer, afvoeren maaisel, verwerking in composteerinstallatie (circa 60% van de hoeveelheid maaisel).
- Peiljaar: 2002

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect	Indicatoren
Natuur en landschap	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema natuur en landschap: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hogere verscheidenheid (soorten, levensgemeenschappen).</li> <li>- Het toepassen van deze maatregel lost geen versnipperingsknelpunten (dwars op de weg) op, maar verbetert wel de bereikbaarheid van groen- en natuurgebieden (langs de weg).</li> <li>- Fauna wordt wel naar de gevaarlijke wegberm geleid. Daardoor misschien wel weer een toename in verkeerslachtoffers.</li> </ul>	
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Zoals aangegeven wordt de 1<sup>e</sup> meter van de berm traditioneel onderhouden. Dit komt neer op vijf maal per jaar maaien. Om te kunnen maaien moeten voldoende veiligheidsmaatregelen gehouden worden. Wel wordt door de verbeterde ecologische situatie van de bermen, meer fauna naar de bermen geleid. Dit zou kunnen leiden tot een toename in pogingen tot oversteken van de weg, met als gevolg een verkeersonveilige situatie.

#### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: Minder intensief beheer met als gevolg (mogelijk) lagere kosten.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: Belevingswaarde van de omgeving gaat omhoog.

#### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen: Rasters en faunapassages.
- Aandachtspunten bij aanleg: geen informatie bekend

- Aandachtpunten bij beheer:
  - het gekozen maairegime moet gedurende meerdere jaren consequent worden voortgezet. Wisselingen in maairegime leiden tot verstoring (als gevolg van een te grote dynamiek);
  - de maaifrequentie is afhankelijk van: gewenst eindbeeld, voedselrijkdom van de bodem, gewenste mate van verruiging, aanwezige en gewenste vegetatietypen, kosten;
  - het maaitijdstip is afhankelijk van: aanwezig vegetatietype, ontwikkelingsstadium van plantensoorten die men wil bevoordelen, belang van fauna, technische functie van de berm, afstemming op gebruik achterland;
  - alleen wanneer maaisel binnen een week wordt afgevoerd, worden meer voedingstoffen verwijderd dan er jaarlijks met de regen naar beneden komen;
  - bij ecologisch beheer is het van belang om bij elke beheeringreep (bijvoorbeeld maaibeurt) 10 à 20% van de vegetatie te laten staan (elke keer een ander deel). De aanwezige fauna kan zo de ingreep overleven;
  - met het oog op voortplanting en groei moeten de flora en fauna in die periode met rust gelaten worden.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend

#### Meer informatie

- Literatuur:
  - Worden rijksbermen goed beheerd? Publicatie van Rijkswaterstaat, DWW, 2001.
  - Rijksbermen ... rijke bermen, Publicatie van Rijkswaterstaat, DWW, 1999.
  - Beheerkosten en natuurwaarden van groenvoorzieningen langs rijkswegen, publicatie van Rijkswaterstaat, DWW, 2001.
  - Ecologisch bermbeheer, Arie Koster (Alterra), mei 2001.
- Praktijkvoorbeelden: Toegepast langs het gehele hoofdwegennet in Nederland.
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Het verkrijgen en behoud van houtachtige vegetatie

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Het verkrijgen en behouden van houtachtige gewassen door minder intensief beheer.
- Doel: Vergroten van natuurwaarden in wegbermen.
- Noodzaak: Beleid Rijkswaterstaat.
- Varianten:
  - gesloten beplanting: struikenrij, struweel, singel, mantel zoombegroeiing, bos en spontane opslag;
  - niet gesloten beplanting: solitaire boom, boomgroep, boomweide, bomenrij, knotboom en leiboom;
  - bijzondere beplanting: geschoren hagen en sierbeplanting.
- Toepassingsgebied: De boomweiden liggen bij in- en opritten, parkeerterreinen en verkeerslussen van de rijksweg. De open ruimte die tussen de weg en de boomweide ligt, blijft buiten beschouwing.
- Status: Verplicht, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: geen informatie bekend
- Voorbereiding:
  - opstellen groenbeheerplan;
  - groenplannen waarin de aanplant van bomen is opgenomen, moeten door de Dienst Landelijk Gebied worden beoordeeld in het kader van de Boswet. DLG geeft ook de vergunning af;
  - kap van bomen boven een bepaalde diameter moet worden gemeld bij de dienst LASER van LNV, en in veel gemeenten ook bij het gemeentebestuur onder de geldende Algemene Politie Verordening.
- Realisatietijd: Een groenbeheerplan wordt voor 10 jaar vastgesteld. Daarnaast is er sprake van frequent (tweemaal per jaar) en terugkerend onderhoud.

**Kosten**

*Voor het type boomweiden wordt uitgegaan van de volgende standaardafmetingen en standaardinrichting:*

- *dimensie: doorgaans klein, bijvoorbeeld 50 x 50 meter;*
- *plantafstand 6X6 meter;*
- *plantverband vierkantsverband;*
- *beplanting in sluiting;*
- *geen obstakels;*
- *geen eisen ten aanzien van doorzicht.*
- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: de kosten bestaan met name uit inspectie bomen, snoeien/opkronen bomen (1 x per 3 jaar), spitten boomspiegels bij jonge aanplant, selectieve dunning (1 x per 5 jaar), herplant (incidenteel), verwijderen zwerfvuil en nemen benodigde verkeersmaatregelen en bedragen circa € 3.650,= per ha.;
  - levensduur: geen informatie bekend.

- In de kostenraming opgenomen aspecten: Uitvoeren inspectie, snoeien, opkronen, selectieve uitdunning/kap, herplant, verkeersmaatregelen, opslagpercentages aannemer.
- Peiljaar: 2002

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect	Indicatoren
Natuur en landschap	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema natuur en landschap: <ul style="list-style-type: none"> <li>- hogere verscheidenheid (soorten, levensgemeenschappen);</li> <li>- het toepassen van deze maatregel lost geen versnipperingsknelpunten (dwars op de weg) op, maar verbeterd wel de bereikbaarheid van groen- en natuurgebieden (langs de weg);</li> <li>- fauna wordt wel naar de gevaarlijke wegberm geleid. Daardoor misschien wel weer een toename in verkeerslachtoffers.</li> </ul>	
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Indien de maatregel leidt tot zichtvermindering is het mogelijk dat iets lagere snelheden worden gereden. De maatregel heeft naar verwachting geen effect op de bereikbaarheid..

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Zoals aangegeven wordt de 1<sup>e</sup> meter van de berm traditioneel onderhouden. Dit komt neer op vijf maal per jaar maaien. Om te kunnen maaien moeten voldoende veiligheidsmaatregelen gehouden worden. Wel wordt door de verbeterde ecologische situatie van de bermen, meer fauna naar de bermen geleid. Dit zou kunnen leiden tot een toename in pogingen tot oversteken van de weg, met als gevolg een verkeersonveilige situatie.

#### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: Minder intensief beheer met als gevolg (mogelijk) lagere kosten.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: Belevingswaarde van de wegomgeving gaat omhoog.

#### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen: Rasters en faunapassages.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - rekening moet worden gehouden met de obstakelvrije zone. Voor rijkswegen (snelheid tussen de 90 en 120 km/h) is deze zone bepaald op 10 meter. (ROA-richtlijnen);
  - streef naar variatie in soorten en begroeiingen; bij voorkeur struikvormers en boomvormers. Daar waar mogelijk combinatie van beplanting ontwikkelen en handhaven.



- Aandachtspunten bij beheer:
  - vrijkomend snoeihout in het gebied laten liggen;
  - holle en dode bomen, indien geen gevaar voor mensen en verkeer, laten staan;
  - laat een kruidenrijke zoombegroeiing staan;
  - met het oog op voortplanting en groei moeten de flora en fauna in de broedperiode met rust gelaten worden.
- Evaluatieprogramma: Vegetatieonderzoek naar variatie van de begroeiing.

**Meer informatie**

- Literatuur:
  - Worden rijksbermen goed beheerd? Publicatie van Rijkswaterstaat, DWW, 2001.
  - Rijksbermen ... rijke bermen, Publicatie van Rijkswaterstaat, DWW, 1999.
  - Beheerkosten en natuurwaarden van groenvoorzieningen langs rijkswegen, publicatie van Rijkswaterstaat, DWW, 2001.
  - Ecologisch bermbeheer, Arie Koster (Alterra), mei 2001.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Oeverwaluwwand

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Oeverwaluwen hebben een steile kleiachtige wand nodig om hun nesten in te kunnen maken. Van oorsprong ontstonden dit soort wanden langs rivieren als gevolg van uitschuring. Omdat rivieren minder meanderen komen dit soort steile wanden weinig meer van nature voor. Kunstmatige oeverwaluw wanden zijn steile wanden met gaten (opgevuld met kleiig zand) waarin oeverwaluwen hun nesten in kunnen maken.
- Doel: Het bieden van voldoende broedplaatsen voor oeverwaluwen.
- Noodzaak:
  - in bepaalde gevallen wettelijk verplicht;
  - beleid Rijkswaterstaat.
- Varianten:
  - klei;
  - rivierzand vermengd met cement en water;
  - kunststof.
- Toepassingsgebied: Langs het hoofdwegennet
- Status: Is enkele malen toegepast, weinig informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - de oeverwaluw wanden dienen in open terrein te zijn gelegen;
  - de oeverwaluw wanden in de omgeving van water hebben de voorkeur (maar het is niet noodzakelijk);
  - de oppervlakte van de steilwand bepaalt de grootte van de kolonie. Een gemiddelde kolonie bevat 20 tot 40 broedparen en heeft een wand van minimaal 30 m<sup>2</sup> nodig;
  - de hopen in de wanden moeten een diepte hebben van 40 tot 150 centimeter;
  - de aanvliegroutes moeten vrij van opgaande vegetatie zijn.
- Voorbereiding: geen informatie bekend
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: geen informatie bekend.
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema natuur en landschap: Realisatie van broedbiotoop voor de oeverwaluw	
Bodem			
Geluid			
Lucht-kwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: Een oeverwaluwand is een bijzonder landschapselement dat bijdraagt aan de beleving vanuit de auto.

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen: Om voldoende rust te waarborgen gedurende het broedseizoen, is het raadzaam de ontsluiting naar de zwaluwwand zeer beperkt te houden (bijvoorbeeld door tijdelijk of gehele afsluiten van de ontsluiting).
- Aandachtspunten bij aanleg: geen informatie bekend
- Aandachtspunten bij beheer en onderhoud: Jaarlijks voor de broedperiode (mei tot augustus) de gebruikte gaten in de oeverwaluwand schoonmaken en weer opvullen met kleiig zand.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend

### Meer informatie

- Literatuur: Natuurvriendelijke oevers Fauna, Publicatie van CUR, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, 2000.
- Praktijkvoorbeelden: Zwaluwand op Kampereiland langs de N50
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Vleermuiswinterverblijven

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: De Nederlandse vleermuissoorten overleven door in de winter een winterslaap te houden. Hierbij maken ze gebruik van allerlei boven- en ondergrondse voorzieningen.
- Doel: Het bieden van een geschikte plaats voor de winterslaap van de vleermuis.
- Noodzaak: Beleid Rijkswaterstaat.
- Varianten:
  - L- vormige tunnel.
  - T-vormige tunnels.
  - Slakkenhuistype (lange gang die spiraalsgewijs naar binnen draait).
- Toepassingsgebied: Langs het hoofdwegennet (bv. in combinatie met aardewal)
- Status: Is enkele malen toegepast, weinig informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - voor de bouw kunnen rioolbuizen en duikerelementen worden gebruikt, welke niet nieuw hoeven te zijn. De maximale diameter van de rioolbuizen mag 1,70 meter zijn. De maximale afmetingen die de duikerelementen mogen hebben, bedragen:
    - hoogte 1,5 meter;
    - breedte 1 meter (bij een aardewal van 3 meter hoog).
 Hierbij moet rekening gehouden worden met de toegankelijkheid van mensen voor inspectie en onderhoud.
  - lengte: delen van 1 meter zijn uitermate geschikt, vanwege het grote aantal naden dat zo ontstaat. Tevens bieden deze naden weggroipmogelijkheden voor de vleermuis;
  - een hoge relatieve vochtigheid (90 – 100%) is vereist. De gewenste luchtvochtigheid kan bereikt worden door:
    - het niet geheel aan elkaar plaatsen van duiker- of kokerelementen, zodat voldoende water naar binnen kan sijpelen;
    - het verblijf rond de grondwaterspiegel te bouwen, zodat een klein laagje water (enkele mm) in het verblijf blijft staan;
  - de toegang moet minimaal 4 meter lang en gebogen zijn. De buitenste deur is een traliedeur. De in-/uitvliegopening wordt boven in de binnenste deur uitgespaard. De lengte hiervan moet zo lang mogelijk zijn en de breedte circa 10 cm. Vlak onder de uitsparing moet over de gehele lengte en aan beide zijden van de deur een latje te worden bevestigd waarop de vleermuizen kunnen landen;
  - opening niet aan de wegzijde plaatsen, zodat uitlaatgassen geen stank kunnen veroorzaken in het winterverblijf.
- Voorbereiding: geen informatie bekend
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:      - voorbereiding: geen informatie bekend;
- - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:        - beheer- en onderhoudskosten: geen informatie bekend;
- - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming        Geen informatie bekend.
- opgenomen aspecten:
- Peiljaar:                      Geen informatie bekend.

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema natuur en landschap omdat een overwinteringsplek voor de vleermuis wordt gecreëerd.	
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

#### Opmerkingen effecten

- Mogelijke                      geen informatie bekend
- neveneffecten:
- Perceptie van de            n.v.t.
- maatregel door
- gebruikers:

#### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere            geen informatie bekend
- maatregelen:
- Ondersteunende            geen informatie bekend
- andere maatregelen:
- Aandachtspunten bij        - het verblijf moet aansluiten op opgaande
- aanleg:                      landschapselementen (heggen, houtwallen singels);
- - om grondinspoeling te voorkomen, moet er aan de buitenzijde
- van de tunnel rond de spleten en naden zanddichtdoek
- worden aangebracht;
- - een zo constant mogelijke temperatuur tussen de 0° en 10°C,
- welke te realiseren is door het verblijf met minimaal 1 meter
- aarde te bedekken;
- - in de lange ruimte worden hoogteverschillen aangebracht. De
- overgangen tussen de op verschillende hoogten liggende
- elementen dient te glooiend te zijn;
- - de ruimte moet schemerduister zijn;
- - om voldoende variatie te bieden aan plaatsen waar de

- vleermuizen kunnen gaan hangen (naast de naden tussen de duikerelementen) zijn de volgende toevoegingen mogelijk:
- pijpjes (50 cm) plaatsen waaraan de vleermuizen kunnen gaan hangen;
  - patioblokken in plafond en zijmuren metselen, waaraan de vleermuizen kunnen hangen en in kunnen wegkruipen.
- Aandachtspunten bij beheer en onderhoud: Geen informatie bekend.
- Evaluatieprogramma: Monitoring.

**Meer informatie**

- Literatuur: Atlas van de Nederlandse vleermuizen, H. Limpens, K. mostert en U. Bongas, 1997. (uitgeverij: KNNV).  
Vleermuizen in het landschap, over hun ecologie, gedrag en verspreiding, K. Koptein, 1995. (uitgeverij Schuyt & Co, Haarlem).
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

## **7.2 Bodemverontreiniging**





**Naam van de maatregel**

Signalering bij grondwaterbeschermingsgebieden

Zie maatregelblad 26 Verkeersborden (signaleringsborden) in paragraaf 4.1 Natuur en landschap.

**Naam van de maatregel**

Zoab

Zie maatregelblad 45 Stiller wegdek in paragraaf 4.3 Geluidsoverlast.

**Naam van de maatregel**

Bovengrondse infiltratievoorzieningen

Zie maatregelblad 60 Bovengrondse infiltratievoorzieningen in paragraaf 4.5  
Oppervlaktewaterkwaliteit.

**Naam van de maatregel**

Ondergrondse infiltratievoorzieningen

Zie maatregelblad 61 Ondergrondse infiltratievoorzieningen in paragraaf 4.5  
Oppervlaktewaterkwaliteit.

**Naam van de maatregel**

Zaksloot in plaats van bermsloot

Zie maatregelblad 13 Zaksloot in plaats van bermsloot in paragraaf 4.1 Natuur en landschap.

**Naam van de maatregel**

Aanpassen berminrichting

Zie maatregelblad 63 Aanpassen berminrichting in paragraaf 4.5 Oppervlaktewaterkwaliteit.

**Naam van de maatregel**

Aanpassen bermgrond

Zie maatregelblad 64 Aanpassen bermgrond in paragraaf 4.5 Oppervlaktewaterkwaliteit.

**Naam van de maatregel**

Bodemonderzoek

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Bij bodemonderzoek wordt de chemische kwaliteit van de grond en het grondwater onderzocht.
- Doel: Onderzoeken of en in welke mate sprake is van bodemverontreiniging op een bepaalde locatie. Het specifieke doel van het onderzoek is afhankelijk van het soort onderzoek.
- Noodzaak: Voldoen aan wet- en regelgeving:
  - vanuit de zorgplicht Wbb. Voorbeelden daarvan zijn bodemonderzoek bij verwerving, vervreemding en in gebruik geven van terreinen en bodemonderzoek in het kader van artikel 13 van de “gedraglijnen inzake bodemverontreiniging Staatseigendommen”, waarbij de materieelbeheerder de mogelijk verontreinigde objecten moet selecteren en onderzoeken. Deze onderzoeken zijn voor RWS opgenomen in Meerjarenprogramma Bodemsanering Staatseigendommen;
  - in bepaalde gevallen is bodemonderzoek wettelijk verplicht. Wanneer (mogelijk) sprake is van een geval van ernstige bodemverontreiniging moet een nader bodemonderzoek uitgevoerd worden om de omvang van de verontreiniging vast te stellen. Ook kan het bevoegd gezag een bevel geven om nader onderzoek uit te voeren;
  - bij aanvraag van een bouw- of milieuvergunning kan een bodemonderzoek verplicht zijn.Planmatige aanpak bodemverontreiniging:
  - vanuit het Nationaal Milieuplan-3 (NMP-3). Hierin is aangegeven dat in 2005 de omvang van de bodemproblematiek in beeld moet zijn gebracht en dat de bodemverontreinigingsproblematiek voor 2023 beheerbaar moet zijn. Verkeer & Waterstaat heeft als tussendoel geformuleerd dat in 2010 de meest urgente locaties gesaneerd moeten zijn;
  - vanuit het Meerjaren Programma Bodemsanering Staatseigendommen dat jaarlijks door de Ministerraad is vastgesteld.



Risicobeheersing in onderhoud en projecten (voorkomen onverwachte kostenposten en tijdsverlies):

- als voorbereiding op reconstructies of andere projecten waarbij inzicht in de aanwezige bodemkwaliteit gewenst is en/of grond aangekocht moet worden;
  - als voorbereiding op civieltechnische werkzaamheden waarbij bemalingen noodzakelijk zijn, om na te gaan of mogelijk grondwaterverontreinigingen worden aangetrokken of verplaatst;
  - vastleggen van de nulsituatie en de eindsituatie bij (onderhouds)werkzaamheden waarbij mogelijk bodemverontreiniging kan ontstaan;
  - na een ongewoon voorval waarbij (mogelijk) bodemverontreiniging is ontstaan, bijvoorbeeld ongelukken waarbij olieproducten in de bodem terecht zijn gekomen;
  - als voorbereiding op het verwijderen van puinverharding, om na te gaan of in de verharding verontreiniging (kans op asbest) aanwezig is.
- Varianten:
- vooronderzoek: historisch onderzoek met als doel een eerste inzicht te verkrijgen activiteiten die de kwaliteit van de bodem beïnvloed kunnen hebben;
  - verkennend bodemonderzoek: bepalen of op een locatie bodemverontreiniging aanwezig is;
  - oriënterend bodemonderzoek: onderzoek naar de aard en concentratie van verontreinigende stoffen en de plaats van voorkomen van bodemverontreiniging;
  - nader bodemonderzoek: bepalen ernst, omvang en urgentie van een bekende bodemverontreiniging;
  - risicobeoordeling: bepalen risico's voor de mens, het ecosysteem en verspreiding van een bekende bodemverontreiniging. Wanneer sprake is van onacceptabele risico's wordt tevens bepaald wanneer gestart moet worden met aanpak van de verontreiniging;
  - alternatieve onderzoeksmethoden zoals geofysisch onderzoek naar de aanwezigheid van ondergrondse objecten, luchtfoto-onderzoek voor het achterhalen van stortingen en dempingen etc..
- Toepassingsgebied: Alle terreinen die in beheer zijn bij RWS.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie bekend.

#### **Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: n.v.t.

- Voorbereiding:
  - bodemonderzoek moet worden uitgevoerd conform de NVN 5725 norm voor vooronderzoek, de NEN 5740 norm voor verkennend onderzoek, het protocol oriënterend onderzoek of het protocol nader onderzoek. Bij nader bodemonderzoek kan het echter zinvol zijn om af te wijken van het protocol en de onderzoeksstrategie af te stemmen op de locatie en de verwachte verontreinigingssituatie;
  - het bodemonderzoek moet worden uitgevoerd door gecertificeerde intermediairs;
  - aandachtspunt zijn verhoogde achtergrondwaarden. Inzicht hierin kan nodig zijn om de omvang van een verontreiniging te kunnen bepalen;
  - het bodemonderzoek moet beoordeeld worden door een deskundige op het gebied van bodem;
  - bodemonderzoek kan achterwege blijven als een toereikend bodemonderzoek is uitgevoerd, waarvan aangenomen mag worden dat de gerapporteerde situatie na het onderzoek niet is gewijzigd;
  - na afronding van een nader onderzoek moet bij het bevoegd gezag een beschikking ernst en urgentie worden aangevraagd. Hierin wordt de ernst van de bodemverontreiniging vastgelegd en indien van toepassing de termijn waarbinnen gestart moet worden met sanering;
  - op dit moment wordt gewerkt aan een AmvB Kwalibo die volgens de huidige planning in 2005 in werking moet treden. De amvb zal kwaliteitseisen stellen aan activiteiten in droge (en natte) bodems.
- Realisatietijd: Variërend van enkele weken voor een klein vooronderzoek tot meerdere maanden voor een uitgebreid nader bodemonderzoek en een voor- of verkennend onderzoek voor een groot aantal locaties. De proceduretijd voor een beschikking ernst en urgentie is 13 weken (met een eventuele verlenging van nog eens 13 weken).

### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: de kosten zijn van veel aspecten afhankelijk, onder andere van het soort onderzoek, de grootte van de locatie, de onderzoeksstrategie en het aantal locaties dat gezamenlijk wordt opgepakt. Dit maakt het niet mogelijk standaardprijzen aan te geven.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: n.v.t.
  - levensduur: n.v.t.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap			
Bodem	+	Het bodemonderzoek zelf heeft geen effect op de bodemkwaliteit. Door het uitvoeren van bodemonderzoek wordt eventueel aanwezige bodemverontreiniging wel in kaart gebracht, waardoor de daadwerkelijke aanpak van bodemverontreiniging wordt bevorderd.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: Vertraging in de uitvoering van projecten wanneer te laat in het proces bodemonderzoek wordt uitgevoerd. Bijvoorbeeld doordat tijdens de werkzaamheden bodemverontreiniging of asbest wordt aangetroffen en de werkzaamheden daardoor stilgelegd moeten worden.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: n.v.t.

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen: Vertraging in de uitvoering wanneer te laat in het proces bodemonderzoek wordt uitgevoerd. Bijvoorbeeld doordat tijdens de werkzaamheden bodemverontreiniging of asbest wordt aangetroffen en de werkzaamheden daardoor stilgelegd moeten worden.
- Aandachtspunten bij aanleg: n.v.t.
- Aandachtspunten bij beheer en onderhoud: Bodemonderzoeken kennen in de praktijk een geldigheidsduur van ongeveer vijf jaar. De noodzaak om een bodemonderzoek te actualiseren is afhankelijk van de situatie. Omstandigheden die een actualisatie noodzakelijk maken zijn bijvoorbeeld veranderingen in onderzoeksmethoden en analysetechnieken, bodemkwaliteitsnormen en terreinomstandigheden (denk aan nieuwbouw en aanleg van verhardingen).

- Evaluatieprogramma:
  - evaluatie voortgang: de voortgang van bodemonderzoek en -sanering wordt via de jaarlijkse actualisatie van het Meerjaren Programma Bodemsanering Staatseigendommen gemonitord;
  - evaluatie kwaliteit: de kwaliteit van uitgevoerd bodemonderzoek kan door een bodemdeskundige worden beoordeeld. Bij twijfel aan de kwaliteit kan een second opinion bij een gecertificeerde intermediair worden aangevraagd.

#### Meer informatie

- Literatuur:
  - Sdu, *"Leidraad bodembescherming"*.
  - Nederlands normalisatie-instituut, *"Nederlandse voornorm NVN 5725 bodem - Leidraad bij het uitvoeren van vooronderzoek bij verkennend, oriënterend en nader onderzoek"*, oktober 1999.
  - Nederlands normalisatie-instituut, *"Nederlandse norm NEN 5740 Bodem – Onderzoeksstrategie bij verkennend onderzoek – Onderzoek naar de milieuhygiënische kwaliteit van bodem en grond"*, oktober 1999.
  - Sdu, *"Protocol voor het oriënterend onderzoek naar de aard en concentratie van verontreinigende stoffen en de plaats van voorkomen van bodemverontreiniging"*, 1994.
  - Sdu, *"Nader onderzoeksrichtlijn ernst-, urgentie- en tijdstipbepaling"*, 1997.
  - Sdu, *"Urgentie van bodemsanering, de handleiding"*, 1995.
  - Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu i.s.m. Domeinen Ministerie van Financiën, *"Gedragslijnen inzake bodemverontreiniging Staatseigendommen"*, 1 april 2001.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Waterbodemonderzoek, -onderhoud en -sanering

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Bij waterbodemonderzoek wordt de chemische, fysische en biologische kwaliteit van de bodem van watergangen onderzocht. Bij onderhoudswerkzaamheden en bij waterbodemsanering wordt (verontreinigde) baggerspecie verwijderd.
- Doel:
  - waterbodemonderzoek: onderzoeken of en in welke mate sprake is van verontreiniging van de waterbodemonderzoek op een bepaalde locatie. Het specifieke doel van het onderzoek is afhankelijk van het soort onderzoek;
  - onderhoudswerkzaamheden: het waarborgen van de functie van de watergang;
  - waterbodemsanering: het noodzakelijk verwijderen van verontreinigd slib.
- Noodzaak: Voldoen aan wet- en regelgeving:
  - vanuit de verantwoordelijkheid als beheerder voor de water- en waterbodemonderzoek, ervan uitgaande dat eigendom, beheer en onderhoud van bermlopen langs het hoofdwegennet bij RWS ligt.Risicobeheersing:
  - als voorbereiding op reconstructies of andere projecten waarbij watergangen gedempt moeten worden. Voorafgaand aan demping moet het slib verwijderd worden, zodat inzicht in de hoeveelheid en kwaliteit van het materiaal gewenst is;
  - bepalen hoeveelheid en kwaliteit te verwijderen materiaal als voorbereiding op baggerwerkzaamheden.
- Varianten: Waterbodemonderzoek:
  - verkennend onderzoek: bepalen of op de locatie een waterbodemonderzoek aanwezig is;
  - bepalen hoeveelheid en kwaliteit slib;
  - inzicht verkrijgen in de bioaccumulatie;
  - nader onderzoek: bepalen ernst, omvang en urgentie van een bekende waterbodemonderzoek;
  - risicobeoordeling: bepalen risico's voor de mens, het ecosysteem en verspreiding van een bekende waterbodemonderzoek.Waterbodemsanering:
  - verwijderen verontreinigd slib door middel van baggeren;
  - isoleren van de waterbodemonderzoek (gebeurt bij uitzondering).
- Toepassingsgebied: Watergangen langs het hoofdwegennet in beheer bij RWS.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie bekend.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: n.v.t.
- Voorbereiding: Waterbodemonderzoek:
  - richtlijnen voor waterbodemonderzoek zijn de regeling vaststelling klassenindeling onderhoudsspecie, de NVN5720 richtlijn voor waterbodemonderzoek en de richtlijn nader onderzoek voor waterbodems;
  - het waterbodemonderzoek moet worden uitgevoerd door gecertificeerde intermediairs;
  - het waterbodemonderzoek moet beoordeeld worden door een deskundige op het gebied van waterbodemonderzoek;
  - waterbodemonderzoek kan achterwege blijven als een toereikend waterbodemonderzoek is uitgevoerd, waarvan aangenomen mag worden dat de gerapporteerde situatie na het onderzoek niet is gewijzigd;
  - na afronding van een nader onderzoek moet bij het bevoegd gezag een beschikking ernst en urgentie worden aangevraagd. Hierin wordt de ernst en van de waterbodemonderontreiniging vastgelegd en indien van toepassing de termijn waarbinnen gestart moet worden met sanering van de verontreiniging;
  - op dit moment wordt gewerkt aan een amvb Kwalibo die volgens de huidige planning in 2005 in werking moet treden. De amvb zal kwaliteitseisen stellen aan activiteiten in natte (en droge) bodems.
- Onderhoud:
  - voor het opruimen van vervuilde bagger uit sloten en vaarten die vanwege onderhoud worden uitgebaggerd, gelden aparte bepalingen, zoals het verlenen van een ontheffing op het opstellen van een saneringsplan. Hierbij kan de provincie voorwaarden stellen. Onderhoudsspecie mag onder bepaalde voorwaarden worden verspreid;
  - voor een zo klein mogelijk effect op het leven in bermsloten is het belangrijk om in september-oktober te baggeren en circa 10% van de bodem ongemoeid laten of een rand langs de oevervegetatie te ontzien;
  - voor ecologisch beheer wordt bij voorkeur een baggerpomp gebruikt;
  - vanwege het verschrallingsbeheer kan de bagger niet op de kant gezet worden.
- Waterbodemsanering:
  - voorafgaand aan sanering wordt vaak een heel traject van onderzoek, verkrijgen beschikking ernst en urgentie van de overheid, saneringsplan, verkrijgen beschikking van de overheid op het saneringsplan en bestek doorlopen;
  - aangeraden wordt om de uitvoering van de stappen uit het voortraject uit te besteden aan een gecertificeerde intermediair;
  - de verwerkingsmogelijkheden van vrijgekomen baggerspecie zijn afhankelijk van de kwaliteit (klassenindeling).

- Realisatietijd:
  - waterbodemonderzoek: afhankelijk van het soort onderzoek, variërend van enkele weken voor een klein verkennend onderzoek tot meerdere maanden voor een uitgebreid nader bodemonderzoek of een grootschalig verkennend onderzoek. De proceduretijd voor een beschikking ernst en urgentie is 13 weken (met een eventuele verlening van nog eens 13 weken);
  - baggerwerkzaamheden: afhankelijk van de lengte van de te baggeren watergang(en) en van de proceduretijden. De proceduretijd voor aanvraag van een beschikking op het saneringsplan is 13 weken (met een eventuele verlening van nog eens 13 weken). De proceduretijd voor een ontheffing op het saneringsplan is 4 weken. De proceduretijd voor een Wvo-vergunning is zes maanden.

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: de kosten voor waterbodemonderzoek bedragen circa € 500,00 per kilometer bermsloot;
  - uitvoering: de kosten voor waterbodemsanering bedragen circa € 8.000,00 tot € 16.000,00 per kilometer bermsloot.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: n.v.t.
- In de kostenraming opgenomen aspecten:
  - bij voorbereiding is uitgegaan van een eenvoudig waterbodemonderzoek conform de Regeling vaststelling klassenindeling onderhoudsspecie. Dit houdt in dat per vak van 500 meter (bermsloten zijn verdacht) 10 slibmonsters genomen moeten worden en 1 mengmonster moet worden geanalyseerd. In de kosten is geen rekening gehouden met planvorming, vergunningen, regelen afvoer baggerspecie en dergelijke;
  - bij uitvoering is uitgegaan van eenvoudig onderhoudsbaggerwerk van 200 m<sup>3</sup> baggerspecie per kilometer sloot. Baggerspecie wordt afgevoerd in het kader van verschrallingsbeheer. De volgende globale richtprijzen voor onderhoud/sanering zijn aangehouden: klasse 0 tot en met 3 baggerspecie afvoeren naar een ontwateringsdepot in eigen beheer en hergebruik van het ontwaterde materiaal (€ 40,00 per m<sup>3</sup>), klasse 4 baggerspecie afvoeren naar een stortplaats (€ 80,00 per m<sup>3</sup>).
- Peiljaar: 2002.

**Verwachte effecten****Effecten op de leefbaarheid**

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap	+	Het effect van onderhoud en sanering van watergangen op het thema natuur en landschap is tweeledig: aan de ene kant wordt met het op diepte houden van watergangen (baggerlaag < 10 cm en slootdiepte > 50 cm) negatieve effecten op het waterleven voorkomen, aan de andere kant wordt met het baggeren de flora en fauna verwijderd en verstoord. In veengebieden is eens in de 4 à 5 jaar baggeren het best. Op klei en zand eens in de 10 à 20 jaar en op zeer fijn zand in akkergebieden eens in de 7 jaar.	
Bodem	+	Waterbodemonderzoek zelf heeft geen effect op de bodemkwaliteit. Door het uitvoeren van onderzoek wordt eventueel aanwezigheid van verontreinigd slib wel in kaart gebracht, waardoor de daadwerkelijke aanpak wordt bevorderd. Bij waterbodemsanering wordt de kwaliteit van de waterbodem verbeterd en wordt de verspreiding van verontreinigd slib door stroming tegengegaan.	Mate van verontreiniging van de waterbodem.
Geluid			
Luchtkwaliteit			
Oppervlakte-waterkwaliteit	+	Het effect van onderhoud en sanering van watergangen op het thema oppervlaktewater is positief: met het op diepte houden van watergangen wordt voorkomen dat het water anaëroob wordt. Bij watergangen dieper dan circa 1 meter is er te weinig licht voor de vegetatie hetgeen een negatief effect heeft op de oppervlaktewaterkwaliteit.	

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

**Effecten op de bereikbaarheid**

Worden niet verwacht.

**Effecten op de verkeersveiligheid**

Worden niet verwacht.

**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: Werkzaamheden langs de weg kunnen de weggebruikers afleiden.

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: Het direct lozen van afstromend wegwater op de bermsloten.
- Ondersteunende andere maatregelen: Maatregelen die het ontstaan van waterbodemonverontreiniging voorkomen (zie de betreffende maatregelbladen):
  - ZOAB;
  - aanleggen afvoersysteem voor gecontroleerde afvoer van afval/run-off water.
 Maatregelen die voorkomen dat bij calamiteiten vrijgekomen stoffen (bijvoorbeeld minerale olie uit een gekantelde tankwagen) zich verspreiden naar watergangen, zoals het aanleggen van tijdelijke walletjes en compartimentering van sloten.
- Aandachtspunten bij aanleg: n.v.t.
- Aandachtspunten bij Waterbodemonderzoeken kennen in de praktijk een



- beheer en onderhoud: geldigheidsduur van 2 à 3 jaar, afhankelijk van de aanwas van slib.
- Evaluatieprogramma: De kwaliteit van uitgevoerd onderzoek en sanering kan door waterbodemeskundigen worden beoordeeld. Bij twijfel aan de kwaliteit van uitgevoerd onderzoek kan een second opinion bij een gecertificeerde intermediair worden aangevraagd.

**Meer informatie**

- Literatuur:
- Sdu, *"Leidraad bodembescherming"*, Aflevering 34, november 2001.
  - Rijkswaterstaat, RIZA & AKWA, *"Richtlijn nader onderzoek voor waterbodems: ernst- en urgentiebepaling van verontreinigde waterbodem"*, 1 maart 2002.
  - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Bermsloten ... Natuurlijk, een handreiking voor ontwerpers en groenmedewerkers van Rijkswaterstaat"*, 2000.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: Onderzoek naar de kwaliteit van het slib in bermsloten uitgevoerd door de directie Zuid-Holland (1990). De meeste sloten bevatten klasse 1 of 2 slib. Bagger uit bermsloten waarop direct afstromend wegwater geloosd werd was het sterkst verontreinigd, bagger uit bermsloten waarop niet direct werd geloosd en op een afstand van meer dan 15 meter van de weg viel meestal in klasse 1.

**Naam van de maatregel**

Bodemsanering

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Bij bodemsanering wordt verontreiniging in grond en/of grondwater weggenomen en/of worden de contactmogelijkheden met bodemverontreiniging weggenomen.
- Doel: Het wegnemen of isoleren van bodemverontreiniging zodat de locatie geschikt is voor het beoogde gebruik. Het saneringsdoel verschilt per locatie en is afhankelijk van het tijdstip waarop de bodemverontreiniging is ontstaan. Verontreinigingen ontstaan voor 1 januari 1987 worden functiegericht en kosteneffectief gesaneerd. Voor verontreinigingen ontstaan op of na 1 januari 1987 geldt de zorgplicht (art. 13 Wet bodembescherming). Deze verontreinigingen moeten volledig verwijderd worden. Het saneringsdoel wordt vastgelegd in een saneringsplan dat beschikt wordt door het bevoegd gezag.
- Noodzaak:
  - vanuit het Nationaal Milieuplan-3 (NMP-3). Hierin is aangegeven dat in 2005 de omvang van de bodemproblematiek in beeld moet zijn gebracht en dat de bodemverontreinigingsproblematiek voor 2023 beheersbaar moet zijn. Verkeer & Waterstaat heeft als tussendoel geformuleerd dat in 2010 de meest urgente locaties gesaneerd moeten zijn;
  - vanuit het Meerjaren Programma Bodemsanering Staatseigendommen dat jaarlijks wordt vastgesteld;
  - in het kader van vergunningen volgens de Bouwverordening en de Wet milieubeheer;
  - als voorbereiding op aanlegprojecten of reconstructies waarbij grondverzet plaatsvindt en bodemverontreiniging aanwezig is;
  - na een ongewoon voorval of calamiteit waarbij bodemverontreiniging is ontstaan;
  - in bepaalde gevallen is bodemsanering wettelijk verplicht. Wanneer sprake is van een geval van ernstige bodemverontreiniging waarvan aanpak urgent is, moet binnen een door het bevoegd gezag vastgestelde periode aangevangen worden met bodemsanering. Ook kan het bevoegd gezag een bevel geven om een saneringsplan op te stellen, de bodem te saneren of om tijdelijke beveiligingsmaatregelen te treffen.

- Varianten:
  - verwijdering van de verontreinigingen door ontgraving of in-situ technieken. In-situ technieken voor verwijdering van grondverontreiniging zijn gebaseerd op het stimuleren van biologische afbraak of het vervluchten van de verontreiniging. Voorbeelden zijn bodemluchtexttractie en persluchtinjectie. In-situ technieken voor verwijdering van grondwaterverontreiniging zijn gebaseerd op afbraak of extractie. Voorbeelden zijn persluchtinjectie, pompen en reinigen en natuurlijke afbraak;
  - isoleren van niet mobiele verontreinigingen door het aanbrengen van een leeflaag;
  - isoleren van mobiele verontreinigingen, dit kan civiel technisch (kuipconstructie), geohydrologisch (beheersonttrekkingen) of met een scherm in-situ middelen.
- Toepassingsgebied: Alle terreinen die in beheer zijn van RWS.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie bekend.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: geen informatie bekend
- Voorbereiding:
  - voorafgaand aan sanering wordt vaak een heel traject van bodemonderzoek, risicobeoordeling, verkrijgen beschikking ernst en urgentie van de overheid, saneringsonderzoek, saneringsplan, verkrijgen beschikking van de overheid op het saneringsplan en bestek doorlopen. Na de sanering wordt een evaluatierapport opgesteld (zie ook het maatregelblad bodemonderzoek);
  - aangeraden wordt om de stappen uit het voortraject uit te besteden aan een gecertificeerde intermediair;
  - bij de uitvoering van de werkzaamheden wordt een milieutechnisch toezichthouder ingezet voor directievoering en milieukundige begeleiding. Deze ziet er op toe dat de saneringswerkzaamheden worden uitgevoerd conform de beschikking op het saneringsplan, het bestek en de verleende vergunningen en stelt het evaluatierapport op;
  - omdat saneringsmaatregelen afgestemd mogen worden op het gebruik en niet alle verontreinigingen verwijderd hoeven te worden (functiegericht saneren), kunnen restverontreinigingen in de bodem achterblijven. Deze moeten worden geregistreerd en beheerd;
  - voor urgente gevallen kan het nodig zijn om voorafgaand aan de sanering tijdelijke beveiligingsmaatregelen te treffen om onacceptabele blootstellingen- en/of verspreidingsrisico's tegen te gaan;
  - conform de gedragsrichtlijnen inzake bodemverontreiniging in Staatseigendommen is het verplicht om kosten van bodemsanering zoveel mogelijk te verhalen op de veroorzaker;
  - op dit moment wordt gewerkt aan een amvb Kwalibo die volgens de huidige planning in 2005 in werking moet treden. De amvb zal kwaliteitseisen stellen aan activiteiten in droge (en natte) bodems.

- Realisatietijd: De realisatietijd verschilt per sanering en is afhankelijk van:
  - de proceduredtijd voor aanvraag van beschikking op het saneringsplan: 13 weken (met een eventuele verlening van nog eens 13 weken). In bepaalde gevallen is een verkorte procedure mogelijk;
  - de proceduredtijd benodigde vergunningen: variërend van circa 4 weken tot circa 6 maanden;
  - de saneringsduur: variërend van enkele weken voor een eenvoudige sanering, via meerdere jaren voor een grondwatersanering tot eeuwigdurende beheersing bij keuze voor IBC-maatregelen.

### Kosten

- Investeringskosten: voorbereiding en uitvoering: de kosten van voorbereiding en uitvoering zijn geheel afhankelijk van de grootte en duur van de sanering en de wijze waarop wordt gesaneerd.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: n.v.t.
  - levensduur: n.v.t.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Natuur en landschap		Het effect op natuur en landschap is tweeledig: aan de ene kant worden eventuele negatieve effecten van bodemverontreiniging op het bodemleven en flora en fauna weggenomen, aan de andere kant wordt met de bodemsanering bodemleven en flora en fauna weggenomen en verstoord.	
Bodem	+	Bij bodemsanering wordt de kwaliteit van de bodem geschikt gemaakt voor het beoogde gebruik.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

#### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: n.v.t.

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen: Maatregelen die het ontstaan van bodemverontreiniging voorkomen zoals ZOAB en afscherpende voorzieningen bij toepassing van categorie 2-bouwstoffen.
- Aandachtspunten bij aanleg: n.v.t.
- Aandachtspunten bij beheer en onderhoud: geen informatie bekend
- Evaluatieprogramma:
  - evaluatie voortgang: de voortgang van bodemonderzoek en – sanering wordt via de jaarlijkse actualisatie van het Meerjaren Programma Bodemsanering Staatseigendommen gemonitord;
  - evaluatie kwaliteit: de kwaliteit van een bodemsanering wordt door een bodemdeskundige beoordeeld.

**Meer informatie**

- Literatuur:
  - Sdu, *“Leidraad bodembescherming”*.
  - Sdu, *“Handboek bodemsaneringstechnieken”*.
  - Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu in samenwerking met Domeinen Ministerie van Financiën, *“Gedragslijnen inzake bodemverontreiniging Staatseigendommen”*, 1 april 2001.
  - UPR BEVER, *“Van trechter naar zeef, afwegingsproces saneringsdoelstelling”*, Bunnik, 15 oktober 1999.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend



### **7.3 Geluidsoverlast**





**Naam van de maatregel**

Verlagen maximum snelheid

Zie maatregelblad 24 Verlagen maximumsnelheid in paragraaf 4.1 Natuur en landschap.

**Naam van de maatregel**

Signalering bij stiltegebieden

Zie maatregelblad 26 Verkeersborden (signaleringsborden) in paragraaf 4.1 Natuur en landschap.

**Naam van de maatregel**

Stiller wegdek (ZOAB)

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Stil asfalt is een deklaag voor autowegen. De structuur van stil asfalt verandert het contact tussen wegdek en voertuig. Dit leidt (veelal) tot geluidsreductie. Daarnaast zakt het water weg in de poriën en stroomt het door de verharding af naar de wegberm waardoor minder verwaaiing, grotere verdamping en een buffering van water en vuil in de poriën ontstaat.
- Doel: Brongerichte aanpak van geluid.
- Noodzaak:
  - geluidsgevoelige omgeving;
  - rijksbeleid om het gebruik van ZOAB op hoofdwegen te stimuleren (door uitvoering van het ZOAB-programma zal naar verwachting rond 2010 vrijwel het gehele hoofdwegennet van ZOAB zijn voorzien).
- Varianten: Op dit moment worden zeven veel voorkomende deklagen gebruikt (CROW-publicatie 133). Daarnaast wordt er getest met dubbellaags zoab.
- Toepassingsgebied: Op alle rijkswegen.
- Status: wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: De invoering kan gebeuren bij vervanging van de deklaag van een weg. Hierbij is tijdelijke rijstrookafzetting noodzakelijk.
- Voorbereiding: geen informatie bekend
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: € 14/m<sup>2</sup> vervangingskosten.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: de kosten voor onderhoud bestaan vooral (circa 75% van het budget) uit grote onderhoudsprojecten waarbij de deklaag wordt vervangen of gerepareerd (rechterrijstrook circa 1 maal per 8 jaar, volledige reconstructie circa 1 maal per 14 à 15 jaar). Vaste jaarlijkse kosten bestaan uit kleinschalig onderhoud (zoals schoonmaken vluchtstrook en onkruidbestrijding), verhardingsonderzoek, het herstellen van schades ten gevolge van aanrijdingen en calamiteiten en het nemen van de benodigde verkeersmaatregelen en bedragen circa € 13.950,= per km;
  - levensduur: 8 tot 15 jaar.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: 2001.

## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicatoren
Natuur en landschap	+	Het gebied waarbinnen verstoring door geluid optreedt zal afnemen.	
Bodem	+	De belasting van de bodem als gevolg van verwaaiing en run off water neemt af. Uit onderzoek blijkt dat de gehalten aan zware metalen, PAK en minerale olie sterk in run-off water zeer sterk afneemt. Verder blijkt uit onderzoek op een locatie langs de A58 ten zuiden van Breda blijkt dat de gehalten in de bodem 10 jaar na openstelling van de weg nog vergelijkbaar zijn met de nulmeting.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Geluid	+	Zoab: Verlaging van 2 á 3 dB(A). Dubbellaags zoab: verlaging van 5 á 6 dB(A).	
Luchtkwaliteit		Alleen indien effect op de snelheid.	
Oppervlaktewater-kwaliteit	+	De belasting van het oppervlaktewater als gevolg van verwaaiing en run-off water neemt af. Uit onderzoek blijkt dat de gehalten aan zware metalen, PAK en minerale olie sterk in run-off water zeer sterk afneemt.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Externe veiligheid	+		Ongevalfrequentie vrachtverkeer (van belang zijn atmosferische tankauto of druktankauto)
Verdroging	?		

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Het effect van Zoab is afhankelijk van de omstandigheden van licht en weer:

- Zoab heeft bij regen een capaciteitsreductie van 6% ten opzichte van de ideale omstandigheid;
- Zoab heeft bij regen en wegverlichting een capaciteitsreductie van 8% ten opzichte van de ideale omstandigheid;
- Zoab heeft bij regen en duisternis een capaciteitsreductie van 9% ten opzichte van de ideale omstandigheid.

ZOAB dient voor het effect te worden vergeleken met DAB (Dicht Asfalt Beton). Daaruit valt af te leiden dat ZOAB een positief effect heeft op de capaciteit en dus op de bereikbaarheid. Ook bij deze maatregel spelen de omstandigheden van licht en weer:

- DAB heeft bij regen een capaciteitsreductie van 9% ten opzichte van de ideale omstandigheid;
- DAB heeft bij regen en wegverlichting een capaciteitsreductie van 10% ten opzichte van de ideale omstandigheid;
- DAB heeft bij regen en duisternis een capaciteitsreductie van 12% ten opzichte van de ideale omstandigheid.

### Effecten op de verkeersveiligheid

Voor de effecten van ZOAB op de verkeersveiligheid wordt verwezen naar het maatregelblad ZOAB in het rapport 'Effecten en Kosten van Verkeersveiligheidsmaatregelen'.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: Dubbellaags zoab is sneller versleten en dient daarom vaker vervangen te worden.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: Positief, alleen bij ijzel negatief.

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen: De belasting van de bodem kan verder verminderd worden door het toepassen van wegmeubilair van een ander materiaal of het stalen wegmeubilair te voorzien van een alternatieve beschermingslaag (vermindering emissie van zink).
- Aandachtspunten bij aanleg: geen informatie bekend
- Aandachtspunten bij beheer:
  - de geluidsreductie neemt geleidelijk af ten gevolge van "dichtslibben" van de structuur en slijtage;
  - om het positieve effect van ZOAB op de bodem- en oppervlaktewaterkwaliteit te behouden, moeten de vluchtstroken minimaal twee maal per jaar gereinigd worden.
- Evaluatieprogramma: dBWeg is een programma om geluidsemmissies langs een rijbaan te berekenen.

**Meer informatie**

- Literatuur:
  - K.P. Wilms en J.H. Dijkink, Koninklijke Wegenbouw Stevin bv, *"Geluidsreductie met dunne ZOAB"*, Asphalt nummer 2, 2000.
  - Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Groot Onderhoud aan Snelwegen, onderhoudsadvisering asfaltbetonverhardingen"*, 1992.
  - Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Handleiding Wegenbouw Ontwerp Verhardingen"*, 1994.
  - Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Integrale afweging verhardingsvarianten Rijksweg 73 Zuid"*, 2000.
  - Commissie Integraal Waterbeheer, *"Afstromend wegwater"*, concept 29 januari 2002.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Geluidsscherm verticale constructie

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Verticale geluidsschermen zijn wandvormige constructies, veelal bestaande uit stijlen waartussen, ter afdichting, elementen zijn aangebracht. Toepassing van een verticaal geluidsscherm vermindert het geluidsniveau achter het scherm.
- Doel: Beperken geluidsoverlast voor geluidsgevoelige bestemmingen (woon- en natuurgebieden).
- Noodzaak: Bij overschrijding van wettelijke toegestane normen is het nemen van een geluidsbeperkende maatregel wettelijk verplicht. Prioriteit hierbij is: bron-> overdracht -> ontvanger.
- Vergelijkbare maatregelen: Hellende constructie, luifelconstructie, tentconstructie, stapelconstructie en kunstmatig groeiende schermen.
- Varianten:
  - materialen: beton, glas, hout, kunststoffen, aluminium, staal en beplante schermen;
  - absorberend scherm: vangt een deel van het geluid op en zet het om in warmte;
  - reflecterend scherm: weerkaatst het geluid.
- Toepassingsgebied:
  - bebouwde kom: Keuze mede afhankelijk van ruimtebeslag;
  - natuurgebieden: keuze afhankelijk van landschappelijke inpasbaarheid.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - een geluidsscherm vraagt een minimaal ruimtebeslag. Hierdoor is deze constructie bijna overal toepasbaar, ook op bruggen. Toepassingsmogelijkheden op bestaande viaducten zijn afhankelijk van de draagconstructie;
  - een scherm moet minimaal 2 meter hoog zijn;
  - gezien het karakter van het stedelijke gebied en de daar beschikbare ruimte heeft het toepassen van geluidsschermen de voorkeur;
  - houdt rekening met extra benodigde ruimte van 1 à 1,5 meter voor het uitvoeren van werkzaamheden voor klein onderhoud en reparaties;
  - geluidsschermen moeten akoestisch gesloten worden uitgevoerd (geen openingen, spleten en onvoldoende dichte voegen);
  - door plaatsing dichtbij rijbaan kan met een geringere constructiehoogte worden volstaan, zonder dat afbreuk wordt gedaan aan de geluidsbeperkende werking van de constructie.

- Voorbereiding:
  - globaal akoestisch onderzoek: verschaft zekerheid omtrent de noodzaak en de realisatiemogelijkheden van geluidsbeperkende voorzieningen binnen de verkeersruimte van de (mogelijk toekomstige) wegverbinding;
  - akoestisch ontwerp: uitwerken van de vormgeving binnen de mogelijkheden van het tracé, bepaling alignment, dwarsprofiel en vorm van knooppunten en aansluitingen;
  - de geluidsisolatie van een geluidsscherm moet worden vastgesteld door meting in een isolatiekamer volgens de beproevingsmethoden als beschreven in NEN-EN 1793-2 "Intrinsieke waarden voor de geluidsisolatie". Overeenkomstig deze norm dient het scherm tijdens de meting in akoestisch opzicht gelijkwaardig te zijn aan de opleveringsklare versie van het bewuste schermtype (inclusief afdichtingsmaterialen, koppelingen en stijlen);
  - de geluidsabsorptie van een geluidsscherm moet worden vastgesteld door meting in een nagalmkamer volgens de beproevingsmethode beschreven in NEN-EN 1793-1 "Intrinsieke waarden voor de geluidsabsorptie". Overeenkomstig deze norm dient het scherm tijdens de meting in akoestisch opzicht gelijkwaardig te zijn aan de opleveringsklare versie van het bewuste schermtype (incl. afdichtingsmaterialen, koppelingen en stijlen);
  - uitwerken en detailleren akoestisch ontwerp: bijzondere aandacht besteden aan voorzieningen ten behoeve van de veiligheid van de weggebruiker en aan wegbouwkundige voorzieningen;
  - beheerplan: uitwerken van de beheerwerkzaamheden, zoals inspectie, reiniging, klein onderhoud en groot onderhoud;
  - over het algemeen zijn bedrijven minder gevoelig voor geluidsoverlast en kiezen ze bewust voor een locatie langs infrastructuur (zichtlocatie). Zicht vanaf de weg is dus heel belangrijk. Bedrijfsgebouwen zelf kunnen benut worden als geluidwerende bebouwing.
- Realisatietijd: Realisatietijd is sterk afhankelijk of de grond moet worden aangekocht waar het verticale geluidsscherm wordt gerealiseerd.

### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: (Hard)hout: € 34.000,00 / € 44.000,00;  
 Hout met kunststof: € 78.700,00 / € 88.400,00;  
 Staal met kunststof: € 58.500,00 / € 70.500,00;  
 Beton (en kunststof): € 159.000,00 / 227.500,00.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: het vast onderhoud betreft met name inspecties, herstel van kleine schades en reinigen van het scherm (graffiti en vervuiling door verkeer);
  - levensduur: gemiddeld 30 jaar, met een grote spreiding als gevolg van de diversiteit aan uitvoeringen.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: 150 meter nieuw geluidsscherm van 3 meter hoog inclusief fundering, inclusief grondwerk en inclusief 2 kozijnen en deuren.
- Peiljaar: 2002.

## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Geluid	+	Het toepassen van deze maatregel heeft een positief effect op het thema geluid: - het geluidsniveau achter het scherm neemt af. Elk materiaal heeft zijn eigen karakteristieken en effectiviteit. Ook worden aan elk materiaal andere eisen gesteld. In het algemeen kan als richtlijn worden aangehouden: - scherm 3 m hoog + afstand van 50 m = verlaging van 5 dB(A); - scherm 6 m hoog + afstand van 50 m = verlaging van 13 dB(A); - een absorberend scherm vangt een deel van het geluid op en zet het om in warmte. Dit in tegenstelling tot een reflecterend scherm dat het geluid alleen weerkaatst en daardoor minder efficiënt is; - wanneer gebruik wordt gemaakt van reflecterend materiaal heeft dit invloed op de geluidsbelasting aan de overzijde van de weg. Dit effect kan worden weggenomen door het absorberend uitvoeren van een scherm.	Belangrijke indicatoren voor geluidsoverlast zijn het aantal woningen met een geluidbelasting op de gevel groter dan een bepaalde waarde, het oppervlak geluidbelast gebied en de verstoring van stiltegebieden.
Natuur en landschap	-	Het toepassen van deze maatregel heeft een negatief effect op het thema natuur en landschap: - afgezien van de vraag of het wenselijk is dat de dieren een drukke weg kunnen oversteken, bemoeilijkt de aanwezigheid van een geluidsscherm een mogelijke oversteek; - schermen in metaal, kunststof, hout of beton hebben zo goed als geen ecologische functie; - doorzichtige schermen hebben als negatief effect dat er vaak vogels tegenaan vliegen; - barrièrewerking als gevolg van het geluidsscherm wordt vergroot; - door de aanwezigheid van schermen neemt het aantal verkeersslachtoffers onder dieren af. - de aardewal heeft een 'opstuwend' effect op vogels, waardoor de vogels op grotere hoogte over de weg vliegen en er minder verkeersslachtoffers vallen.	Belangrijke indicatoren voor natuur en landschap zijn het aantal opgeloste knelpunten, de barrièrewerking van de weg, het aantal verkeersslachtoffers onder dieren en de aanwezigheid van een actueel landschapsplan en groenbeheerplan.
Bodem		Deze maatregel heeft een neutraal effect op het thema bodem: verticale schermen gaan verwaaing van schadelijke stoffen tegen, waardoor voorkomen wordt dat deze in de bodem terechtkomen. Door het afspoelen van de schadelijke stoffen ontstaat er echter aan de voet van de constructies een verhoogd gehalte schadelijke stoffen in de bodem.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Lucht-kwaliteit		Deze maatregel heeft een neutraal effect op het thema luchtkwaliteit: de emissies worden gemengd over een grotere hoogte als gevolg van de afschermende werking.	Gehaltes aan SO <sub>2</sub> , VOS, NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , fijn stof, NO <sub>2</sub> , en HC in de lucht en de geurhinder.
Licht	+	Het toepassen van deze maatregel kan een positief effect hebben op het thema licht: een ondoorzichtig geluidsscherm, met een minimale hoogte van 1,50 meter, zal ook de lichtbundels van het langrijdende verkeer afschermen.	
Oppervlakte-waterkwaliteit	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema oppervlaktewaterkwaliteit: verticale schermen gaan verwaaing van schadelijke stoffen tegen, waardoor voorkomen wordt dat deze in het oppervlaktewater terechtkomen.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Externe veiligheid	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema externe veiligheid: een scherm kan de eventuele gevolgen van ongevallen voor de omgeving beperken (afscherming tegen warmtestraling).	Plaatsgebonden risico en groepsrisico.

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Door een geluidsscherm langs de weg lijkt de beschikbare ruimte minder. Bestuurders kunnen hierdoor last krijgen van bermvrees waardoor ze langzamer gaan rijden. Over het algemeen kan gesteld worden dat hoe meer ruimte wordt gegeven aan automobilisten hoe hoger de kans is dat men harder gaat rijden.

Hiernaast speelt de zichtafstand een belangrijke rol. Door zichtvermindering zal de bestuurder zijn snelheid verlagen en wordt de capaciteit gereduceerd. De volgtijd neemt door deze maatregel iets toe.



**Effecten op de verkeersveiligheid**

De plaatsing van geluidsschermen langs wegen kan er toe leiden dat het wegbeeld wordt beïnvloed. Daarbij moet gedacht worden aan een visuele versmalling. Dit kan vervolgens leiden tot een verlaging van de snelheid of het extra afstand bewaren tot de zijkant van de weg. Doorgaans heeft snelheidsverlaging een dit positief effect op de verkeersveiligheid. Wel kunnen gevaarlijke situaties ontstaan wanneer voertuigen plotseling en/of krachtig afremmen. Het handboek wegontwerp geeft de minimale afstand van het scherm tot de rijbaan aan.

**Opmerkingen effecten**

- |   |  |
|---|--|
| - Mogelijke neveneffecten:                    | Valwinden (luchtwerveling) kunnen leiden tot onveilige situaties.  |
| - Perceptie van de maatregel door gebruikers: | Bij de toepassing van een geluidsscherm langs een woonwijk moet rekening gehouden worden met de eisen en wensen van de bewoners. |

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- |  |   |
|--|---|
| - Strijdige andere maatregelen:            | geen informatie bekend  |
| - Ondersteunende andere maatregelen:       | - Stil asfalt (ZOAB), heeft wettelijk ook een hogere prioriteit (bron-> overdracht -> ontvanger);<br>- isoleren woningen.   |
| - Aandachtspunten bij aanleg:              | - bij toepassing langs een woonwijk moet ook rekening gehouden worden met het uitzicht vanuit de woningen;<br>- indien door optredende geluidsreflecties tegen geluidsschermen de geluidsniveaus onvoldoende worden gereduceerd, wordt vanuit akoestiek aanbevolen om gebruik te maken van absorberende schermen dan wel over te gaan tot schuin geplaatste schermen. |
| - Aandachtspunten bij beheer en onderhoud: | - ter voorkoming van kieren in het geluidsscherm moet er regelmatig gecontroleerd worden;<br>- voor een optimaal akoestisch effect is het wenselijk begroeiing tot onder de bovenrand van een scherm terug te snoeien.  |
| - Evaluatieprogramma:                      | dBWeg is een programma om geluidsemmissies langs een rijbaan te berekenen.  |

**Meer informatie**

- |                        |   |
|------------------------|---|
| - Literatuur:          | - CROW, " <i>Richtlijnen geluidsbepalende constructies langs wegen (GCW – 2001)</i> ", CROW-publicatie 166, maart 2002.<br>- Nationaal pakket Duurzaam Bouwen, Publicatie van CROW en het nationaal dubo centrum (Gouda), 2000.<br>- Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) i.s.m. de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), " <i>Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water</i> ", Utrecht, 1995. |
| - Praktijkvoorbeelden: | - A1, Stroe;<br>- A9, Amstelveen;<br>- A10, ringweg Amsterdam.  |
| - Pilots:              | geen informatie bekend  |
| - Studies:             | geen informatie bekend  |

**Naam van de maatregel**

Geluidsscherm hellende constructie

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Geluidsschermen zijn wandvormige constructies, veelal bestaande uit stijlen waartussen, ter afdichting, elementen zijn aangebracht. Hellende schermen worden onder een bepaalde hoek langs de weg geplaatst. Toepassing van een hellend scherm vermindert het geluidsniveau achter het scherm.
- Doel: Beperken geluidsoverlast voor geluidsgevoelige bestemmingen of geluidsgevoelige natuurgebieden.
- Noodzaak: Bij overschrijding van wettelijke toegestane normen is het nemen van een geluidsbeperkende maatregel wettelijk verplicht. Prioriteit hierbij is: bron-> overdracht -> ontvanger.
- Vergelijkbare maatregelen: Verticale constructie, Luifelconstructie, tentconstructie, stapelconstructie en kunstmatig groeiende schermen.
- Varianten:
  - materialen: beton, glas, hout, kunststoffen, aluminium, staal en beplante schermen;
  - absorberend scherm: vangt een deel van het geluid op en zet het om in warmte;
  - reflecterend scherm: weerkaatst het geluid.
- Toepassingsgebied:
  - met name in de bebouwde kom: Gezien het karakter van het stedelijke gebied en de daar beschikbare ruimte heeft het toepassen van geluidsschermen de voorkeur (zie ook maatregelbladen: verticale constructie, luifelconstructie, tentconstructie, stapelconstructie en kunstmatig groeiende schermen);
  - kunnen ook worden toegepast in natuurgebieden.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - een hellend geluidsscherm vraagt een minimaal ruimtebeslag, echter meer dan verticale schermen. Hierdoor is deze constructie bijna overal toepasbaar. Toepassing op bestaande bruggen en viaducten is afhankelijk van draagconstructie;
  - door plaatsing dichtbij rijbaan kan met een geringere constructiehoogte worden volstaan, zonder dat afbreuk wordt gedaan aan de geluidsbeperkende werking van de constructie;
  - houd rekening met extra benodigde ruimte van 1 à 1,5 meter voor het uitvoeren van werkzaamheden voor klein onderhoud en reparaties.

- Voorbereiding:
  - globaal akoestisch onderzoek: verschaft zekerheid omtrent de noodzaak en de realisatiemogelijkheden van geluidsbeperkende voorzieningen binnen de verkeersruimte van de (mogelijk toekomstige) wegverbinding;
  - akoestisch ontwerp: uitwerken van de vormgeving binnen de mogelijkheden van het tracé, bepaling alignment, dwarsprofiel en vorm van knooppunten en aansluitingen;
  - uitwerken en detailleren akoestisch ontwerp: bijzondere aandacht besteden aan voorzieningen ten behoeve van de veiligheid van de weggebruiker en aan wegbouwkundige voorzieningen
  - beheerplan: uitwerken van de beheerwerkzaamheden, zoals inspectie, reiniging, klein onderhoud en groot onderhoud;
  - over het algemeen zijn bedrijven minder gevoelig voor geluidsoverlast en kiezen ze bewust voor een locatie langs infrastructuur (zichtlocatie). Zicht vanaf de weg is dus heel belangrijk. De bedrijfsgebouwen zelf kunnen ook benut worden als geluidwerende bebouwing.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

#### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: (Hard)hout: € 34.000,00 / € 44.000,00;  
 Hout met kunststof: € 78.700,00 / € 88.400,00;  
 Staal met kunststof: € 58.500,00 / € 70.500,00;  
 Beton (en kunststof): € 159.000,00 / 227.500,00.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: het vast onderhoud betreft met name inspecties, herstel van kleine schades en reinigen van het scherm (graffiti en vervuiling door verkeer);
  - levensduur: gemiddeld 30 jaar, met een grote spreiding als gevolg van de diversiteit aan uitvoeringen.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: 150 meter nieuw geluidsscherm van 3 meter hoog inclusief fundering, inclusief grondwerk en inclusief 2 kozijnen en deuren.
- Peiljaar: 2002.

**Verwachte effecten****Effecten op de leefbaarheid**

Thema		Effect*	Indicatoren
Geluid	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema geluid: <ul style="list-style-type: none"> <li>- het geluidsniveau achter het scherm neemt af. Bij hellende schermen wordt het geluid omhoog gekaatst. Het komt niet direct bij het scherm, maar op een andere, verder weg gelegen plaats, weer naar beneden;</li> <li>- elk materiaal heeft zijn eigen karakteristieken en effectiviteit. Ook worden aan elk materiaal andere eisen gesteld;</li> <li>- wanneer gebruik wordt gemaakt van reflecterend materiaal heeft dit invloed op de geluidsbelasting aan de overzijde van de weg. Dit effect kan worden weggenomen door het absorberend uitvoeren van een scherm.</li> </ul>	Belangrijke indicatoren voor geluidsoverlast zijn het aantal woningen met een geluidbelasting op de gevel groter dan een bepaalde waarde, het oppervlak geluidbelast gebied en de verstoring van stiltegebieden.
Natuur en landschap	-	Deze maatregel heeft een negatief effect op het thema natuur en landschap: <ul style="list-style-type: none"> <li>- afgezien van de vraag of het wenselijk is dat de dieren een drukke weg kunnen oversteken, bemoeilijkt de aanwezigheid van een geluidsscherm een mogelijke oversteek. Hierdoor neemt het aantal verkeersslachtoffers onder dieren af;</li> <li>- schermen in metaal, kunststof, hout of beton hebben zo goed als geen ecologische functie.</li> <li>- barrièrewerking van de weg wordt vergroot;</li> <li>- doorzichtige schermen hebben als negatief effect dat er vaak vogels tegenaan vliegen;</li> <li>- het geluidsscherm heeft een 'opstuwend' effect op vogels, waardoor de vogels op grotere hoogte over de weg vliegen en er minder verkeersslachtoffers vallen.</li> </ul>	Belangrijke indicatoren voor natuur en landschap zijn het aantal opgeloste knelpunten, de barrièrewerking van de weg, het aantal verkeersslachtoffers onder dieren en de aanwezigheid van een actueel landschapsplan en groenbeheerplan.
Bodem		Deze maatregel heeft een neutraal effect op het thema bodem: hellende constructies gaan verwaaing van schadelijke stoffen tegen, waardoor voorkomen wordt dat deze in de bodem terechtkomen. Door het afspoelen van de schadelijke stoffen ontstaat er echter aan de voet van de constructies een verhoogd gehalte schadelijke stoffen in de bodem.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Luchtkwaliteit		Deze maatregel heeft een neutraal effect op het thema luchtkwaliteit: de emissies worden gemengd over een grotere hoogte als gevolg van de afschermende werking.	Gehaltes aan SO <sub>2</sub> , VOS, NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , fijn stof, NO <sub>2</sub> , en HC in de lucht en de geurhinder.
Licht	+	Deze maatregel kan een positief effect hebben op het thema licht: een ondoorzichtig geluidsscherm, met een minimale hoogte van 1,50 meter, zal ook de lichtbundels van het langsrijdende verkeer afschermen.	
Oppervlakte-waterkwaliteit	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema oppervlaktewaterkwaliteit: hellende schermen gaan verwaaing van schadelijke stoffen tegen, waardoor voorkomen wordt dat deze in het oppervlaktewater terechtkomen.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Externe veiligheid	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema externe veiligheid: een hellend scherm kan de eventuele gevolgen van ongevallen voor de omgeving beperken (afscherming tegen warmtestraling).	Plaatsgebonden risico en groepsrisico.

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

**Effecten op de bereikbaarheid**

Door een geluidsscherm langs de weg lijkt de beschikbare ruimte minder. Bestuurders kunnen hierdoor last krijgen van bermvrees waardoor ze langzamer gaan rijden. Naarmate het scherm meer naar binnen helt (richting wegdek) lijkt de beschikbare ruimte nog minder dan bij een verticale constructie (bij gelijke afstand) en wordt de rijsnelheid iets lager.

Bij naar buiten hellende constructie geldt het tegenovergestelde. Over het algemeen kan gesteld worden dat hoe meer ruimte wordt gegeven aan automobilisten hoe hoger de kans is dat men harder gaat rijden.

Hiernaast speelt de zichtafstand een belangrijke rol. Door zichtvermindering zal de bestuurder zijn snelheid verlagen en wordt de capaciteit gereduceerd. De volgtijd neemt door deze maatregel iets toe.

### Effecten op de verkeersveiligheid

De plaatsing van geluidsschermen langs wegen kan er toe leiden dat het wegbeeld wordt beïnvloed. Daarbij moet gedacht worden aan een visuele versmalling. Dit kan vervolgens leiden tot een verlaging van de snelheid of het extra afstand bewaren tot de zijkant van de weg. Doorgaans heeft snelheidsverlaging een dit positief effect op de verkeersveiligheid. Wel kunnen gevaarlijke situaties ontstaan wanneer voertuigen plotseling en/of krachtig afremmen. Het handboek wegontwerp geeft de minimale afstand van het scherm tot de rijbaan aan.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: valwinden kunnen leiden tot onveilige situaties.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers:
  - de schuinstand van het scherm is afwijkend van het overige verticale wegbeeld (lichtmasten, bebording, geleiderail, etc.) en heeft daardoor een onrustiger wegbeeld tot gevolg;
  - de schuinstand heeft ook tot gevolg dat het wegbeeld minder inzichtelijk wordt, met andere woorden het verloop van de weg is minder duidelijk te voorzien.

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - Stil asfalt (ZOAB) heeft wettelijk ook een hogere prioriteit (bron-> overdracht -> ontvanger);
  - isoleren woningen.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - bij toepassing langs een woonwijk moet ook rekening gehouden worden met het uitzicht vanuit de woningen. Een doorzichtig, of begroeid scherm heeft de voorkeur boven een hoog geblindeerd scherm;
  - indien door optredende geluidsreflecties tegen geluidsschermen de geluidsniveaus onvoldoende worden gereduceerd, wordt vanuit akoestiek aanbevolen om gebruik te maken van absorberende schermen dan wel over te gaan tot schuin geplaatste schermen.
- Aandachtspunten bij beheer:
  - ter voorkoming van kieren in het geluidsscherm moet er regelmatig gecontroleerd worden;
  - doorzichtige hellende constructies moeten vaak worden schoongemaakt.
- Evaluatieprogramma: dBWeg is een programma om geluidsemmissies langs een rijbaan te berekenen.

### Meer informatie

- Literatuur:
  - CROW, *"Richtlijnen geluidsbeperkende constructies langs wegen (GCW – 2001)"*, CROW-publicatie 166, maart 2002.
  - Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), *"Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water"*, Utrecht, 1995.
  - Nationaal pakket Duurzaam Bouwen, Publicatie van CROW en het nationaal dubo centrum (Gouda), 2000.

- Praktijkvoorbeelden:
  - A2, Maarheeze;
  - A9, Gaasperdamweg;
  - A10, Ringweg;
  - A28, Groningen.
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Luifelconstructie

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Een luifelconstructie is een geknikt of gebogen geluidsscherm, waarbij de bovenkant van de luifel zich, afhankelijk van de vereiste afscherpende werking, in meer of mindere mate tot boven de rijstroken zal uitstrekken. De weg ligt op maaiveldhoogte. De luifel kan gedeeltelijk open zijn. Luifels kunnen enkelzijdig of aan beide zijden van de weg voorkomen. De toepassing van een luifel vermindert het geluidsniveau achter het scherm.
- Doel: Beperken geluidsoverlast voor geluidsgevoelige bestemmingen (woon- en natuurgebieden).
- Noodzaak: Bij overschrijding van wettelijke toegestane normen is het nemen van een geluidsbeperkende maatregel wettelijk verplicht. Prioriteit hierbij is: bron-> overdracht -> ontvanger.
- Vergelijkbare maatregelen: Verticale constructie, hellende constructie, tentconstructie, stapelconstructie en kunstmatig groeiende schermen.
- Varianten:
  - materialen: beton, glas, hout, kunststoffen, aluminium, staal en beplante schermen;
  - absorberend scherm: vangt een deel van het geluid op en zet het om in warmte;
  - reflecterend scherm: weerkaatst het geluid.
- Toepassingsgebied:
  - bebouwde kom: Keuze mede afhankelijk van ruimtebeslag;
  - natuurgebieden: keuze afhankelijk van landschappelijke inpasbaarheid.
- Status: Wordt af en toe toegepast, weinig informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - een luifelconstructie vraagt een minimaal ruimtebeslag. Hierdoor is deze constructie bijna overal toepasbaar, echter niet op bestaande bruggen en viaducten (deze zijn niet op het extra moment van de luifelconstructie berekend);
  - een luifelconstructie moet minimaal 4,5 à 5 meter hoog zijn;
  - gezien het karakter van het stedelijke gebied en de daar beschikbare ruimte heeft het toepassen van luifelconstructie de voorkeur;
  - houd rekening met extra benodigde ruimte van 1 à 1,5 meter voor het uitvoeren van werkzaamheden voor klein onderhoud en reparaties.
- Voorbereiding:
  - globaal akoestisch onderzoek: verschaft zekerheid omtrent de noodzaak en de realisatiemogelijkheden van geluidsbeperkende voorzieningen binnen de verkeersruimte van de (mogelijk toekomstige) wegverbinding;

- akoestisch ontwerp: uitwerken van de vormgeving binnen de mogelijkheden van het tracé, bepaling alignement, dwarsprofiel en vorm van knooppunten en aansluitingen;
- de geluidsisolatie van een luifelconstructie moet worden vastgesteld door meting in een isolatiekamer volgens de beproevingsmethoden als beschreven in NEN-EN 1793-2 "Intrinsieke waarden voor de geluidsisolatie". Overeenkomstig deze norm dient de constructie tijdens de meting in akoestisch opzicht gelijkwaardig te zijn aan de opleveringsklare versie van het bewuste schermtype (inclusief afdichtingsmaterialen, koppelingen en stijlen);
- de geluidsabsorptie van een luifelconstructie moet worden vastgesteld door meting in een nagalmkamer volgens de beproevingsmethode beschreven in NEN-EN 1793-1 "Intrinsieke waarden voor de geluidsabsorptie". Overeenkomstig deze norm dient de constructie tijdens de meting in akoestisch opzicht gelijkwaardig te zijn aan de opleveringsklare versie van het bewuste schermtype (inclusief afdichtingsmaterialen, koppelingen en stijlen);
- uitwerken en detailleren akoestisch ontwerp: bijzondere aandacht besteden aan voorzieningen ten behoeve van de veiligheid van de weggebruiker en aan wegbouwkundige voorzieningen;
- beheerplan: uitwerken van de beheerwerkzaamheden, zoals inspectie, reiniging, klein onderhoud en groot onderhoud;
- over het algemeen zijn bedrijven minder gevoelig voor geluidsoverlast en kiezen ze bewust voor een locatie langs infrastructuur (zichtlocatie). Zicht vanaf de weg is dus heel belangrijk. Bedrijfsgebouwen zelf kunnen benut worden als geluidwerende bebouwing.
- Realisatietijd: Realisatietijd is sterk afhankelijk of de grond moet worden aangekocht waar de luifelconstructie komt te liggen.

#### Kosten

- Investeringskosten: - voorbereiding en uitvoering: circa € 29.500.000,00.
- Jaarlijkse kosten: - beheer- en onderhoudskosten: het vast onderhoud betreft met name inspecties, herstel van kleine schades en reinigen van het scherm (graffiti en vervuiling door verkeer);
- levensduur: gemiddeld 30 jaar, met een grote spreiding als gevolg van de diversiteit aan uitvoeringen.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: 1996.



## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Geluid	+	Het toepassen van deze maatregel heeft een positief effect op het thema geluid: <ul style="list-style-type: none"> <li>- het geluidsniveau achter het scherm neemt af;</li> <li>- wanneer gebruik wordt gemaakt van reflecterend materiaal heeft dit invloed op de geluidsbelasting aan de overzijde van de weg. Dit effect kan worden weggenomen door het absorberend uitvoeren van een scherm;</li> <li>- onder een luifel treden meervoudige reflecties op. Hierdoor is het moeilijk de invloed van deze vorm van schermconstructies te berekenen.</li> </ul>	Belangrijke indicatoren voor geluidsoverlast zijn het aantal woningen met een geluidbelasting op de gevel groter dan een bepaalde waarde, het oppervlak geluidbelast gebied en de verstoring van stiltegebieden.
Natuur en landschap	-	Maatregel heeft zeker negatief effect op het thema Natuur en landschap: <ul style="list-style-type: none"> <li>- afgezien van de vraag of het wenselijk is dat de dieren een drukke weg kunnen oversteken, bemoeilijkt de aanwezigheid van een luifelconstructie een mogelijke oversteek;</li> <li>- schermen in metaal, kunststof, hout of beton hebben zo goed als geen ecologische functie;</li> <li>- door de invloed van de luifelconstructie (met name bij glasconstructie) op de temperatuur achter de constructie ontstaat daar meestal een geheel nieuw microklimaat met daarbij horende flora;</li> <li>- barrièrewerking van de weg wordt vergroot;</li> <li>- doorzichtige schermen hebben als negatief effect dat er vaak vogels tegenaan vliegen;</li> <li>- door de aanwezigheid van luifelconstructies neemt het aantal verkeersslachtoffers onder dieren af;</li> <li>- de luifelconstructie heeft een 'opstuwend' effect op vogels, waardoor de vogels op grotere hoogte over de weg vliegen en er minder verkeersslachtoffers vallen.</li> </ul>	Belangrijke indicatoren voor natuur en landschap zijn het aantal opgeloste knelpunten, de barrièrewerking van de weg, het aantal verkeersslachtoffers onder dieren en de aanwezigheid van een actueel landschapsplan en groenbeheerplan.
Bodem		Deze maatregel heeft een neutraal effect op het thema bodem: luifelconstructies gaan verwaaing van schadelijke stoffen tegen, waardoor voorkomen wordt dat deze in de bodem terechtkomen. Door het afspoelen van de schadelijke stoffen ontstaat er echter aan de voet van de constructies een verhoogd gehalte schadelijke stoffen in de bodem.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Luchtkwaliteit	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema luchtkwaliteit: <ul style="list-style-type: none"> <li>- de emissies worden gemengd over een grotere hoogte als gevolg van de afschermende werking;</li> <li>- de emissies worden door de kleinere opening meer naar de wegas verschoven.</li> </ul>	Gehaltes aan SO <sub>2</sub> , VOS, NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , fijn stof, NO <sub>2</sub> , en HC in de lucht en de geurhinder.
Licht	+	Deze maatregel kan een positief effect hebben op het thema licht: een ondoorzichtige luifel zal ook de lichtbundels van het langsrijdende verkeer afschermen.	
Oppervlakte-waterkwaliteit	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema oppervlaktewaterkwaliteit: luifels gaan verwaaing van schadelijke stoffen tegen, waardoor voorkomen wordt dat deze in het oppervlaktewater terechtkomen.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Externe veiligheid	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema externe veiligheid: een luifel kan de eventuele gevolgen van ongevallen voor de omgeving beperken (afscherming tegen warmtestraling).	Plaatsgebonden risico en groepsrisico.

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Door een luifelconstructie langs de weg lijkt de beschikbare ruimte minder. Bestuurders kunnen hierdoor last krijgen van bermvrees waardoor ze langzamer gaan rijden. Naarmate de afstand tot de constructie korter is en/of de hoogte van het scherm lager is lijkt de beschikbare ruimte nog minder dan bij een verticale constructie en wordt de snelheid meer beperkt. Over het algemeen kan gesteld worden dat hoe meer ruimte wordt gegeven aan automobilisten hoe hoger de kans is dat men harder gaat rijden. Hiernaast speelt de zichtafstand een belangrijke rol. Door zichtvermindering zal de bestuurder zijn snelheid verlagen en wordt de capaciteit gereduceerd. De volgtijd neemt door deze maatregel iets toe.

### Effecten op de verkeersveiligheid

De plaatsing van geluidsschermen langs wegen kan er toe leiden dat het wegbeeld wordt beïnvloed. Daarbij moet gedacht worden aan een visuele versmalling. Dit kan vervolgens leiden tot een verlaging van de snelheid of het extra afstand bewaren tot de zijkant van de weg. Doorgaans heeft snelheidsverlaging een dit positief effect op de verkeersveiligheid. Wel kunnen gevaarlijke situaties ontstaan wanneer voertuigen plotseling en/of krachtig afremmen. Het handboek wegontwerp geeft de minimale afstand van het scherm tot de rijbaan aan.

### Opmerkingen effecten

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mogelijke neveneffecten:</li> <li>- Perceptie van de maatregel door gebruikers:</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- hogere bouwkosten;</li> <li>- mogelijke problemen met gladheid, als gevolg van de beïnvloeding van de temperatuur aan grond door het scherm;</li> <li>- valwinden kunnen leiden tot onveilige situaties.</li> <li>- bij de toepassing van een luifelconstructie langs een woonwijk moet rekening gehouden worden met de eisen en wensen van de bewoners.</li> </ul> |
|---|--|

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strijdige andere maatregelen:</li> <li>- Ondersteunende andere maatregelen:</li> <li>- Aandachtspunten bij aanleg:</li> <li>- Aandachtspunten bij beheer:</li> <li>- Evaluatieprogramma:</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>geen informatie bekend</li> <li>- stil asfalt (ZOAB) heeft wettelijk ook een hogere prioriteit (bron-&gt; overdracht -&gt; ontvanger);</li> <li>- isoleren woningen.</li> <li>- bij toepassing langs een woonwijk moet ook rekening gehouden worden met het uitzicht vanuit de woningen;</li> <li>- indien door optredende geluidsreflecties tegen luifelconstructie de geluidsniveaus onvoldoende worden gereduceerd, wordt vanuit akoestiek aanbevolen om gebruik te maken van absorberende schermen dan wel over te gaan tot schuin geplaatste schermen.</li> <li>- ter voorkoming van kieren in de luifelconstructie moet er regelmatig gecontroleerd worden.</li> <li>dBWeg is een programma om geluidsemmissies langs een rijbaan te berekenen.</li> </ul> |
|--|---|

### Meer informatie:

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Literatuur:</li> <li>- Praktijkvoorbeelden:</li> <li>- Pilots:</li> <li>- Studies:</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- CROW, <i>"Richtlijnen geluidsbepalende constructies langs wegen (GCW – 2001)"</i>, CROW-publicatie 166, maart 2002.</li> <li>- Nationaal pakket Duurzaam Bouwen, Publicatie van CROW en het nationaal dubo centrum (Gouda), 2000.</li> <li>- Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Bouwdienst, <i>"Handboek voor het ontwerp van bijzondere afschermdende constructies langs rijkswegen"</i>, 1<sup>e</sup> versie, geluid en luchtkwaliteit, 2000</li> <li>- Handreiking maatregelen voor fauna langs weg en water, Publicatie van de Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&amp;W) in samenwerking met de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), Utrecht, 1995.</li> <li>- A28, Zeist</li> <li>geen informatie bekend</li> <li>geen informatie bekend</li> </ul> |
|--|---|

**Naam van de maatregel**

Tentvormige constructie

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Een tentvormige constructie is een geluidsscherm dat als grotendeels lichtdoorlatende overkapping over de weg is gelegen. De overkapping heeft een tussenwand. In het dak kunnen sleuven/roosters zijn aangebracht voor ventilatie, en eventueel ook voor daglicht toetreding. De toepassing van een tentvormige constructie vermindert het geluidsniveau buiten de constructie.
- Doel: Beperken geluidsoverlast voor geluidsgevoelige bestemmingen (woon- en natuurgebieden).
- Noodzaak: Bij overschrijding van wettelijke toegestane normen is het nemen van een geluidsbeperkende maatregel wettelijk verplicht. Prioriteit hierbij is: bron-> overdracht -> ontvanger.
- Vergelijkbare maatregelen: Verticale constructie, hellende constructie, luifelconstructie, stapelconstructie en kunstmatig groeiende schermen.
- Varianten: DODO-variant (deels open, deels dichte overkappingen)
- Toepassingsgebied:
  - bebouwde kom: keuze mede afhankelijk van ruimtebeslag;
  - natuurgebieden: keuze afhankelijk van landschappelijke inpasbaarheid.
- Status: Is enkele malen toegepast, weinig informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - vanwege overkapping moeten er maatregelen genomen worden voor vervoer gevaarlijke stoffen, omdat deze in principe niet door (lange) tunnels mogen worden geleid.
- Voorbereiding:
  - globaal akoestisch onderzoek: verschaft zekerheid omtrent de noodzaak en de realisatiemogelijkheden van geluidsbeperkende voorzieningen binnen de verkeersruimte van de (mogelijk toekomstige) wegverbinding;
  - akoestisch ontwerp: uitwerken van de vormgeving binnen de mogelijkheden van het tracé, bepaling alignment, dwarsprofiel en vorm van knooppunten en aansluitingen;
  - uitwerken en detailleren akoestisch ontwerp: bijzondere aandacht besteden aan voorzieningen ten behoeve van de veiligheid van de weggebruiker en aan wegbouwkundige voorzieningen;
  - beheerplan: uitwerken van de beheerwerkzaamheden, zoals inspectie, reiniging, klein onderhoud en groot onderhoud.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding en uitvoering: € 54.500.000,00.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: het vast onderhoud betreft met name inspecties, herstel van kleine schade en reinigen van het scherm (graffiti en vervuiling door verkeer);
  - levensduur: gemiddeld 30 jaar, met een grote spreiding als gevolg van de diversiteit aan uitvoeringen.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: 1996.

## Verwachte effecten

## Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Geluid		Deze maatregel heeft een positief effect op het thema geluid: <ul style="list-style-type: none"> <li>- het geluidsniveau buiten de constructie neemt af;</li> <li>- de geluidsreductie naar de omgeving is sterk afhankelijk van de geluidsisolatie van de schil (de wanden en het dak) van de constructie.</li> </ul>	Belangrijke indicatoren voor geluidsoverlast zijn het aantal woningen met een geluidbelasting op de gevel groter dan een bepaalde waarde, het oppervlak geluidbelast gebied en de verstoring van stiltegebieden.
Natuur en landschap	-	Deze maatregel heeft zeker negatief effect op het thema natuur en landschap: <ul style="list-style-type: none"> <li>- afgezien van de vraag of het wenselijk is dat de dieren een drukke weg kunnen oversteken, bemoeilijkt de aanwezigheid van een geluidsscherm een mogelijke oversteek;</li> <li>- schermen in metaal, kunststof, hout of beton hebben zo goed als geen ecologische functie;</li> <li>- barrièrewerking van de weg wordt vergroot;</li> <li>- doorzichtige schermen hebben als negatief effect dat er vaak vogels tegenaan vliegen;</li> <li>- door de aanwezigheid van schermen neemt het aantal verkeersslachtoffers onder dieren af;</li> <li>- door de bijna geheel overkapte constructie, zullen vogels over de constructie heen geleid worden en vallen er aanzienlijk minder verkeersslachtoffers.</li> </ul>	Belangrijke indicatoren voor natuur en landschap zijn het aantal opgeloste knelpunten, de barrièrewerking van de weg, het aantal verkeersslachtoffers onder dieren en de aanwezigheid van een actueel landschapsplan en groenbeheerplan.
Bodem		Deze maatregel heeft een neutraal effect op het thema bodem: tentvormige constructies gaan verwaaing van schadelijke stoffen tegen, waardoor voorkomen wordt dat deze in de bodem terechtkomen. Door het afspoelen van de schadelijke stoffen ontstaat er echter aan de voet van de constructies een verhoogd gehalte schadelijke stoffen in de bodem.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Lucht-kwaliteit	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema luchtkwaliteit: <ul style="list-style-type: none"> <li>- de omgeving naast de tentconstructie wordt afgeschermd van de directe uitstoot van schadelijke stoffen door het gemotoriseerd wegverkeer; de afscherming is bij het midden van de tentconstructie het sterkst;</li> <li>- er ontstaat een verhoogde concentratie schadelijke stoffen bij de tunnelmond van de tentconstructie;</li> <li>- via spleten en ventilatiesleuven vindt emissie plaats, hierdoor verbeterd de luchtkwaliteit in de tentconstructie, maar verslechterd deze voor de omgeving.</li> </ul>	Gehaltes aan SO <sub>2</sub> , VOS, NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , fijn stof, NO <sub>2</sub> , en HC in de lucht en de geurhinder.
Licht	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema licht: een tentconstructie schermt het merendeel van de verlichting af.	
Oppervlakte-waterkwaliteit	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema oppervlaktewaterkwaliteit: tentvormige constructies gaan verwaaing van schadelijke stoffen tegen, waardoor voorkomen wordt dat deze in het oppervlaktewater terechtkomen.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Externe veiligheid	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema externe veiligheid: een DODO-variant kan de eventuele gevolgen van ongevallen voor de omgeving beperken. Het effect van een dichte variant is minder groot omdat het vervoer van gevaarlijke stoffen in principe niet door (lange) tunnels mag worden geleid.	Plaatsgebonden risico en groepsrisico.

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

**Effecten op de bereikbaarheid**

Door een tentvormige constructie over de weg lijkt de beschikbare ruimte minder. Bestuurders kunnen hierdoor last krijgen van bermvrees waardoor ze langzamer gaan rijden. Naarmate de afstand tot de constructie korter is en/of de hoogte van de constructie lager is lijkt de beschikbare ruimte nog minder dan bij een verticale constructie en wordt de snelheid iets meer beperkt. Over het algemeen kan gesteld worden dat hoe meer ruimte wordt gegeven aan automobilisten hoe hoger de kans is dat men harder gaat rijden.

Hiernaast speelt de zichtafstand een belangrijke rol. Er bestaat een hogere kans op zichtvermindering, waardoor capaciteit wordt verminderd (tunneleffect). De volgtijd neemt door deze maatregel iets toe.

**Effecten op de verkeersveiligheid**

De plaatsing van geluidsschermen langs wegen kan er toe leiden dat het wegbeeld wordt beïnvloed. Daarbij moet gedacht worden aan een visuele versmalling. Dit kan vervolgens leiden tot een verlaging van de snelheid of het extra afstand bewaren tot de zijkant van de weg. Doorgaans heeft snelheidsverlaging een dit positief effect op de verkeersveiligheid. Wel kunnen gevaarlijke situaties ontstaan wanneer voertuigen plotseling en/of krachtig afremmen. Het handboek wegontwerp geeft de minimale afstand van het scherm tot de rijbaan aan.

**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - stil asfalt (ZOAB), heeft wettelijk ook een hogere prioriteit (bron-> overdracht -> ontvanger);
  - isoleren woningen.
- Aandachtspunten bij aanleg: Constructies die daglicht doorlaten zullen uit veiligheidsoverwegingen in kunststof worden uitgevoerd. Dit zijn van nature lichte materialen met een lage geluidsisolatie.
- Aandachtspunten bij beheer: geen informatie bekend
- Evaluatieprogramma: dBWeg is een programma om geluidsemmissies langs een rijbaan te berekenen.

**Meer informatie**

- Literatuur: CROW, "Richtlijnen geluidsbeperkende constructies langs wegen (GCW – 2001)", CROW-publicatie 166, maart 2002.
- Praktijkvoorbeelden: Sijtwende (gecombineerd met woningbouw).
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Stapelconstructie

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Stapelconstructies zijn constructies, samengesteld uit gestapelde elementen waartussen of waarin grond of ander vulmateriaal wordt aangebracht, waarop begroeiing mogelijk is. Stapelconstructies hebben vaak een absorberend effect, waardoor het geluidsniveau verminderd wordt.
- Doel: Beperken geluidsoverlast voor geluidsgevoelige bestemmingen (woon- en natuurgebieden).
- Noodzaak: Bij overschrijding van wettelijke toegestane normen is het nemen van een geluidsbeperkende maatregel wettelijk verplicht. Prioriteit hierbij is: bron-> overdracht -> ontvanger.
- Vergelijkbare maatregelen: Verticale constructie, hellende constructie, tentconstructie, luifelconstructie en kunstmatig groeiende schermen.
- Varianten:
  - verticale wand;
  - taludafwerking (liggend tegen een bestaande ophoging).
- Toepassingsgebied:
  - bebouwde kom: keuze mede afhankelijk van ruimtebeslag;
  - natuurgebieden: keuze afhankelijk van landschappelijke inpasbaarheid.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - bevoeiing van de stapelconstructie is in het merendeel van de gevallen noodzakelijk;
  - stapelconstructies hebben een beperkte maximale hoogte vanwege de constructiewijze;
  - de toe te passen beplanting moet bestand zijn tegen droogte, wind, gladheidsbestrijdingsmiddelen en uitlaatgassen;
  - struikvormers komen het meest in aanmerking, maar ook stamvormers zijn een mogelijke begroeiing;
  - de begroeiing is sterk afhankelijk van de afstand van de stapelconstructie tot de snelweg;
  - het te gebruiken vulmateriaal moet tenminste voldoende voedingswaarde bezitten en het vermogen hebben om vocht vast te houden;
  - door plaatsing dichtbij rijbaan kan met een geringere constructiehoogte worden volstaan, zonder dat afbreuk wordt gedaan aan de geluidsbeperkende werking van de constructie;
  - voor meer informatie over de constructieve aspecten, het vulmateriaal en beplanting wordt verwezen naar "*Richtlijnen geluidsbeperkende constructies langs wegen (GCW 2001)*".
- Voorbereiding:
  - globaal akoestisch onderzoek: verschaft zekerheid omtrent de noodzaak en de realisatiemogelijkheden van geluidsbeperkende voorzieningen binnen de verkeersruimte van de (mogelijk toekomstige) wegverbinding;
  - akoestisch ontwerp: uitwerken van de vormgeving binnen de mogelijkheden van het tracé, bepaling alignment, dwarsprofiel en vorm van knooppunten en aansluitingen.
  - uitwerken en detailleren akoestisch ontwerp: bijzondere

- aandacht besteden aan voorzieningen ten behoeve van de veiligheid van de weggebruiker en aan wegbouwkundige voorzieningen;
- beheerplan: uitwerken van de beheerwerkzaamheden, zoals inspectie, reiniging, klein onderhoud en groot onderhoud.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: het vast onderhoud betreft met name inspecties, herstel van kleine schades en reinigen van het scherm (graffiti en vervuiling door verkeer);
  - levensduur: gemiddeld 30 jaar, met een grote spreiding als gevolg van de diversiteit aan uitvoeringen.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Geluid	+	Het toepassen van deze maatregel heeft een positief effect op het thema geluid: <ul style="list-style-type: none"> <li>- het geluidsniveau achter het scherm neemt af;</li> <li>- elk materiaal heeft zijn eigen karakteristieken en effectiviteit. Ook worden aan elk materiaal andere eisen gesteld. In het algemeen kan als richtlijn worden aangehouden:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- scherm 3 m hoog + afstand van 50 m = verlaging van 5 dB(A);</li> <li>- scherm 6 m hoog + afstand van 50 m = verlaging van 13 dB(A);</li> </ul> </li> <li>- een absorberend scherm vangt een deel van het geluid op en zet het om in warmte. Dit in tegenstelling tot een reflecterend scherm dat het geluid alleen weerkaatst en het geluid over een groter gebied verspreid.</li> </ul>	Belangrijke indicatoren voor geluidsoverlast zijn het aantal woningen met een geluidbelasting op de gevel groter dan een bepaalde waarde, het oppervlak geluidbelast gebied en de verstoring van stiltegebieden.
Natuur en landschap	-	Maatregel heeft een negatief effect op het thema Natuur en landschap: <ul style="list-style-type: none"> <li>- afgezien van de vraag of het wenselijk is dat de dieren een drukke weg kunnen oversteken, bemoeilijkt de aanwezigheid van een stapelconstructie een mogelijke oversteek;</li> <li>- barrièrewerking van de weg wordt vergroot;</li> <li>- door de aanwezigheid van schermen neemt het aantal verkeersslachtoffers onder dieren af;</li> <li>- het geluidsscherm heeft een 'opstuwend' effect op vogels, waardoor de vogels op grotere hoogte over de weg vliegen en er minder verkeersslachtoffers vallen.</li> </ul>	Belangrijke indicatoren voor natuur en landschap zijn het aantal opgeloste knelpunten, de barrièrewerking van de weg, het aantal verkeersslachtoffers onder dieren en de aanwezigheid van een actueel landschapsplan en groenbeheerplan.
Bodem		Deze maatregel heeft een neutraal effect op het thema bodem: stapelconstructies gaan verwaaiing van schadelijke stoffen tegen, waardoor voorkomen wordt dat deze in de bodem terechtkomen. Door het afspoelen van de schadelijke stoffen ontstaat er echter aan de voet van de constructies een verhoogd gehalte schadelijke stoffen in de bodem.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Lucht-kwaliteit	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema luchtkwaliteit: <ul style="list-style-type: none"> <li>- de emissies worden gemengd over een grotere hoogte als gevolg van de afschermende werking;</li> <li>- de emissies worden door de kleinere opening meer naar de wegas verschoven.</li> </ul>	Gehaltes aan SO <sub>2</sub> , VOS, NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , fijn stof, NO <sub>2</sub> , en HC in de lucht en de geurhinder.
Licht	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema licht: een ondoorzichtig scherm, met een minimale hoogte van 1,50 m, zal ook de lichtbundels van het langrijdende verkeer afschermen.	
Oppervlakte-waterkwaliteit	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema oppervlaktewaterkwaliteit: verticale schermen gaan verwaaiing van schadelijke stoffen tegen, waardoor voorkomen wordt dat deze in het oppervlaktewater terechtkomen.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.

Externe veiligheid	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema externe veiligheid: een scherm kan de eventuele gevolgen van ongevallen voor de omgeving beperken (afscherming tegen warmtestraling).	Plaatsgebonden risico en groepsrisico.
--------------------	---	---	--

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Door een stapelconstructie langs de weg lijkt de beschikbare ruimte minder. Bestuurders kunnen hierdoor last krijgen van bermvrees waardoor ze langzamer gaan rijden. Over het algemeen kan gesteld worden dat hoe meer ruimte wordt gegeven aan automobilisten hoe hoger de kans is dat men harder gaat rijden.

Hiernaast speelt de zichtafstand een belangrijke rol. Door zichtvermindering zal de bestuurder zijn snelheid verlagen en wordt de capaciteit gereduceerd. De volgtijd neemt door deze maatregel iets toe.

### Effecten op de verkeersveiligheid

De plaatsing van geluidsschermen langs wegen kan er toe leiden dat het wegbeeld wordt beïnvloed. Daarbij moet gedacht worden aan een visuele versmalling. Dit kan vervolgens leiden tot een verlaging van de snelheid of het extra afstand bewaren tot de zijkant van de weg. Doorgaans heeft snelheidsverlaging een dit positief effect op de verkeersveiligheid. Wel kunnen gevaarlijke situaties ontstaan wanneer voertuigen plotseling en/of krachtig afremmen. Het handboek wegontwerp geeft de minimale afstand van het scherm tot de rijbaan aan.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: Valwinden kunnen leiden tot onveilige situaties.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - stil asfalt (ZOAB), heeft wettelijk ook een hogere prioriteit (bron-> overdracht -> ontvanger);
  - isoleren woningen.
- Aandachtspunten bij aanleg
  - bezonning en vochtvoorziening zijn belangrijke voorwaarden voor een stapelconstructie;
  - de keuze voor een beplantingsoort wordt bepaald door de bodemsamenstelling en de waterhuishouding in de omgeving.
- Aandachtspunten bij beheer:
  - beheer en onderhoud aan het dragende gedeelte;
  - niet aangeslagen plantmateriaal moet na het groeiseizoen worden verwijderd en door nieuw materiaal worden vervangen;
  - het is aan te bevelen de stapelconstructies op te nemen in het beheerplan groenvoorzieningen. In dit beheerplan moet onder andere worden opgenomen:
    - het verwijderen van niet gewenste plantensoorten (onkruid);
    - inboet na het eerste groeiseizoen;
  - controle op ziekten, plaggen, groeiontwikkeling alsmede de beoordeling of ingrijpen noodzakelijk is;



- noodzaak tot water geven of bespuiten met verdampingremmende middelen;
  - snoeien van beplanting (binnen het gewenste dwarsprofiel;
  - functioneren van een eventueel aan te brengen bevoeiingssysteem.
- Evaluatieprogramma: dBWeg is een programma om geluidsemmissies langs een rijbaan te berekenen.

**Meer informatie**

- Literatuur: CROW, "*Richtlijnen geluidsbeperkende constructies langs wegen (GCW – 2001)*", CROW-publicatie 166, maart 2002.
- Praktijkvoorbeelden: A12, Maarn / Driebergen  
A27, Maartensdijk  
A28, Amersfoort  
A73
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Aardewal

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Aardewallen zijn trapeziumvormige gewichtsconstructies bestaande uit zand, grond of steenachtige materialen. De aardewal is opgebouwd uit een kern en een taludafdekking met grond. De toepassing van een aardewal vermindert het geluidsniveau achter de wal.
- Doel: Beperken geluidsoverlast voor geluidsgevoelige bestemmingen (woon- en natuurgebieden).
- Noodzaak: Bij overschrijding van wettelijke toegestane normen is het nemen van een geluidsbeperkende maatregel wettelijk verplicht. Prioriteit hierbij is: bron-> overdracht -> ontvanger.
- Varianten:
  - zand;
  - grond;
  - steenachtige materialen (waaronder puin);
  - Terre Armée.
- Toepassingsgebied:
  - bebouwde kom: keuze mede afhankelijk van ruimtebeslag;
  - natuurgebieden: keuze afhankelijk van landschappelijke inpasbaarheid.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - de aardewal heeft een groter ruimtebeslag dan andere geluidsbeperkende constructies;
  - gezien het karakter van een natuurgebied heeft het toepassen van een natuurlijk ontwerp (aardewal) of natuurlijke materialen de voorkeur;
  - door het hoge eigen gewicht van de constructie kan het aanbrengen van een aardewal, naast een bestaande weg, leiden tot zettingen. Deze effecten moeten vooraf worden gekwantificeerd, zodat deze gegevens meegewogen worden bij het kiezen van de meest aantrekkelijke afscherming;
  - aan de teen van het talud (wegzijde) van de aardewal moet een drainage systeem aangebracht worden met op regelmatige afstanden de mogelijkheid afstromend water af te voeren naar de waterhuishouding. De voorkeur gaat uit naar een rioleringsstelsel met opvangputten en afvoerputten;
  - voor de kern en de op de taluds en de kruin aan te brengen afdekking worden specifieke eisen gesteld ten aanzien van de kwaliteit en de samenstelling van de materialen;
  - gradering van de materialen in de wal moet zodanig zijn, dat geen ongewenste inspoeling van fijn materiaal in de poriën van het grove materiaal optreedt;

- materialen die gebruikt worden mogen geen schadelijke stoffen bevatten. Het materiaal moet daarop ter plaatse worden onderzocht. Wel mag gebruik gemaakt worden van licht verontreinigde stoffen.
- Voorbereiding:
  - globaal akoestisch onderzoek: verschaft zekerheid omtrent de noodzaak en de realisatiemogelijkheden van geluidsbeperkende voorzieningen binnen de verkeersruimte van de (mogelijk toekomstige) wegverbinding;
  - akoestisch ontwerp: uitwerken van de vormgeving binnen de mogelijkheden van het tracé, bepaling alignment, dwarsprofiel en vorm van knooppunten en aansluitingen;
  - uitwerken en detailleren akoestisch ontwerp: bijzondere aandacht besteden aan voorzieningen ten behoeve van de veiligheid van de weggebruiker en aan wegbouwkundige voorzieningen;
  - beheerplan: uitwerken van de beheerwerkzaamheden, zoals inspectie, reiniging, klein onderhoud en groot onderhoud.
- Realisatietijd: Realisatietijd is sterk afhankelijk of de grond moet worden aangekocht waar de wal komt te liggen.

#### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend.
  - uitvoering: alleen ingezaaid met grasland € 13.000,00; ingeplant met struik met m<sup>2</sup> € 14.250,00; ingeplant met boom per 9 m<sup>2</sup> € 16.000,00.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: betreft met name het inspecteren en bijhouden van de op de geluidswal aangebrachte groenvoorzieningen, de kosten hiervan bedragen gemiddeld circa € 2.100,= per km.;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: 150 meter aardewal van kleigrond bij transportafstand 5 km door bebouwde kom, voetbreedte van 2 m en hoogte van 3 m en taludhelling van 1:1. Inclusief opschonen terrein en inzaaien met graszaad (ook tussen aanplant) en exclusief de levering van kleigrond.
- Peiljaar: 2002.

## Verwachte effecten

### Effecten op leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicatoren
Geluid	+	Het toepassen van deze maatregel heeft een positief effect op het thema geluid: - er moet uitgegaan worden van een vermindering van circa 2 dB van de reductie voor een aardewal met een stompe hoek of begroeiing; - het inklinken van de grond bij een walconstructie zorgt na verloop van tijd voor verlaging van de hoogte (= minder effect).	Belangrijke indicatoren voor geluidsoverlast zijn het aantal woningen met een geluidbelasting op de gevel groter dan een bepaalde waarde, het oppervlak geluidbelast gebied en de verstoring van stiltegebieden.
Natuur en landschap	-	Het toepassen van deze maatregel heeft een negatief effect op het thema natuur en landschap: - afgezien van de vraag of het wenselijk is dat de dieren een drukke weg kunnen oversteken, bemoeilijkt de aanwezigheid van een aardewal een mogelijke oversteek; - barrièrewerking als gevolg van de aardewal wordt vergroot maar is minder dan bij het toepassen van een geluidsscherm; - aardewallen kunnen ook een ecologische functie vervullen (achterzijde). Effectiviteit van de ecologische functie is afhankelijk van het ontwerp, de inrichting en de vorm van beheer; - voor het onderhoud en beheer van een aardewal wordt een groenbeheerplan opgesteld, waar ook de nabije omgeving in meegenomen kan worden; - de aardewal heeft een 'opstuwend' effect op vogels, waardoor de vogels op grotere hoogte over de weg vliegen en er minder verkeersslachtoffers vallen.	Belangrijke indicatoren voor natuur en landschap zijn het aantal opgeloste knelpunten, de barrièrewerking van de weg, het aantal verkeersslachtoffers onder dieren en de aanwezigheid van een actueel landschapsplan en groenbeheerplan.
Bodem	+	Het toepassen van deze maatregel heeft een positief neveneffect door de mogelijkheid tot hergebruik van verontreinigde grond en het streven naar een gesloten grondbalans.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Luchtkwaliteit		Deze maatregel heeft een neutraal effect op het thema luchtkwaliteit: de emissies worden gemengd over een grotere hoogte als gevolg van de afschermende werking.	Gehaltes aan SO <sub>2</sub> , VOS, NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , fijn stof, NO <sub>2</sub> , en HC in de lucht en de geurhinder.
Licht	+	Deze maatregel kan een positief effect hebben op het thema licht: een aardewal, met een minimale hoogte van 1,50 meter, zal ook de lichtbundels van het langsrijdende verkeer afschermen.	
Oppervlakte-waterkwaliteit	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema oppervlaktewaterkwaliteit: aardewallen gaan verwaaiing van schadelijke stoffen tegen, waardoor voorkomen wordt dat deze in het oppervlaktewater terechtkomen.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Externe veiligheid	?	Het effect van deze maatregel op het thema externe veiligheid is onbekend: een aardewal kan een drukgolf tegenhouden, maar ook versterken.	Plaatsgebonden risico en groepsrisico.

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Obstakelafstand en zicht spelen nauwelijks een rol omdat de afstand van de aardewal tot aan het wegdek groter is. Mede hierdoor is het effect op de capaciteit gering.

### Effecten op de verkeersveiligheid

Obstakelafstand en zicht spelen nauwelijks een rol omdat de afstand van de aardewal tot aan het wegdek groter is. Mede hierdoor is het effect op de verkeersveiligheid gering.

**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten:
  - mogelijkheid tot hergebruik van verontreinigde grond en het streven naar een gesloten grondbalans;
  - valwinden kunnen leiden tot onveilige situaties.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers:
  - geen informatie bekend

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen:
  - geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - stil asfalt (ZOAB), heeft wettelijk ook een hogere prioriteit (bron-> overdracht -> ontvanger);
  - scherm op aardewal;
  - begroeiing op de aardewal;
  - isoleren woningen.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - het eigen gewicht van een aardewal kan effect hebben op de naastgelegen weg;
  - aangeplante vegetatie, zowel op de aardewal als in de nabijheid van de aardewal, die boven de kruin van een aardewal uitsteekt, vermindert de efficiëntie;
  - om efficiënt te zijn moeten aardewallen een vlakke kruin hebben met een minimum breedte tussen 1 - 1,5 meter;
  - de beste geluidsdemping verkrijgt men als het talud van de aardewal langs de wegzijde aangelegd is onder een helling van 45°.
- Aandachtspunten bij beheer:
  - de aardewal biedt de mogelijkheid van eenvoudig onderhoud, mits het talud een helling heeft van 1:2 (grasachtige begroeiing);
  - het beheer en onderhoud van aardewallen is vooral gericht op de begroeiing;
  - door inklinken grond dient de aardewal na verloop van tijd weer opgehoogd te worden. In verband met de gewenste akoestische afscherming is het aan te bevelen de aardewal éénmaal per jaar te controleren op hoogte.
- Evaluatieprogramma:
  - dBWeg is een programma om geluidsemmissies langs een rijbaan te berekenen.

**Meer informatie**

- Literatuur:
  - CROW, "*Richtlijnen geluidsbeperkende constructies langs wegen (GCW – 2001)*", CROW-publicatie 166, maart 2002.
  - Nationaal pakket Duurzaam Bouwen, Publicatie van CROW en het nationaal dubo centrum (Gouda), 2000.
- Praktijkvoorbeelden:
  - A1, Twello;
  - A16, IJsselmonde;
  - A12, De Meern;
  - A27, Blaricum;
  - A28, (scherm op een aardewal).
- Pilots:
  - geen informatie bekend
- Studies:
  - Er wordt momenteel gekeken naar de mogelijkheden om te bouwen in een aardewal.

**Naam van de maatregel**

Kunstmatig groeiend scherm

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Een kunstmatig groeiend scherm is een kooiconstructie opgevuld met een humeus grondmengsel. De toepassing van een groeiend scherm vermindert het geluidsniveau achter het scherm.
- Doel: Beperken geluidsoverlast voor geluid gevoelige gebieden.
- Noodzaak: Bij overschrijding van wettelijke toegestane normen is het nemen van een geluidsbeperkende maatregel wettelijk verplicht. Prioriteit hierbij is: bron-> overdracht -> ontvanger.
- Vergelijkbare maatregelen: Verticale constructie, luifelconstructie, hellende constructie, tentconstructie en stapelconstructie.
- Toepassingsgebied:
  - bebouwde kom: keuze mede afhankelijk van ruimtebeslag;
  - natuurgebieden: keuze afhankelijk van landschappelijke inpasbaarheid.
- Status: Is enkele malen toegepast, weinig kennis aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - totdat het wortelstelsel zich volledig heeft gevormd, en als fundering dienst kan doen, is een hulpconstructie van belang. Het verwijderen van de hulpconstructie is toelaatbaar als het scherm voldoet aan de eisen wat betreft windbelasting, etc.;
  - voor het onderhoud van groeiende schermen dient aan weerszijden van het scherm een ruimte van 1,5 meter gereserveerd te worden.
- Voorbereiding:
  - globaal akoestisch onderzoek: verschaft zekerheid over de noodzaak en de realisatiemogelijkheden van geluidsbeperkende voorzieningen binnen de verkeersruimte van de (mogelijk toekomstige) wegverbinding;
  - akoestisch ontwerp: uitwerken van de vormgeving binnen de mogelijkheden van het tracé, bepaling alignment, dwarsprofiel en vorm van knooppunten en aansluitingen;
  - uitwerken en detailleren akoestisch ontwerp: bijzondere aandacht besteden aan voorzieningen ten behoeve van de veiligheid van de weggebruiker en aan wegbouwkundige voorzieningen;
  - beheerplan: uitwerken van de beheerwerkzaamheden, zoals inspectie, reiniging, klein onderhoud en groot onderhoud.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: het vast onderhoud betreft met name inspecties, herstel van kleine schades en verwijderen van graffiti;
  - levensduur: gemiddeld 30 jaar, met een grote spreiding als gevolg van de diversiteit aan uitvoeringen.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

**Verwachte effecten**

**Effecten op de leefbaarheid**

Thema		Effect*	Indicatoren
Geluid	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema geluid: het geluidsniveau achter het scherm neemt af.	Belangrijke indicatoren voor geluidsoverlast zijn het aantal woningen met een geluidbelasting op de gevel groter dan een bepaalde waarde, het oppervlak geluidbelast gebied en de verstoring van stiltegebieden.
Natuur en landschap	-	Deze maatregel heeft een negatief effect op het thema Natuur en landschap: <ul style="list-style-type: none"> <li>- afgezien van de vraag of het wenselijk is dat de dieren een drukke weg kunnen oversteken, bemoeilijkt de aanwezigheid van een kunstmatig groeiend scherm een mogelijke oversteek;</li> <li>- barrièrewerking van de weg wordt vergroot;</li> <li>- door de aanwezigheid van schermen neemt het aantal verkeersslachtoffers onder dieren af;</li> <li>- het geluidsscherm heeft een 'opstuwend' effect op vogels, waardoor de vogels op grotere hoogte over de weg vliegen en er minder verkeersslachtoffers vallen.</li> </ul>	Belangrijke indicatoren voor natuur en landschap zijn het aantal opgeloste knelpunten, de barrièrewerking van de weg, het aantal verkeersslachtoffers onder dieren en de aanwezigheid van een actueel landschapsplan en groenbeheerplan.
Bodem		Deze maatregel heeft een neutraal effect op het thema bodem: kunstmatig groeiende scherm gaan verwaaiing van schadelijke stoffen tegen, waardoor voorkomen wordt dat deze in de bodem terechtkomen. Door het afspoelen van de schadelijke stoffen ontstaat er echter aan de voet van de constructies een verhoogd gehalte schadelijke stoffen in de bodem.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Luchtkwaliteit		Deze maatregel heeft een neutraal effect op het thema luchtkwaliteit: de emissies worden gemengd over een grotere hoogte als gevolg van de afschermdende werking.	Gehaltes aan SO <sub>2</sub> , VOS, NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , fijn stof, NO <sub>2</sub> en HC in de lucht en de geurhinder.
Licht	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema licht: een ondoorzichtig geluidsscherm, met een minimale hoogte van 1,50 meter, zal ook de lichtbundels van het langsrijdende verkeer afschermen.	
Oppervlaktewaterkwaliteit	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema oppervlaktewaterkwaliteit: kunstmatig groeiende schermen gaan verwaaiing van schadelijke stoffen tegen, waardoor voorkomen wordt dat deze in het oppervlaktewater terechtkomen.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Externe veiligheid	+	Deze maatregel heeft een positief effect op het thema externe veiligheid: een scherm kan de eventuele gevolgen van ongevallen voor de omgeving beperken (afscherming tegen warmtestraling).	Plaatsgebonden risico en groepsrisico.

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

**Effecten op de bereikbaarheid**

Door een geluidsscherm langs de weg lijkt de beschikbare ruimte minder. Bestuurders kunnen hierdoor last krijgen van bermvrees waardoor ze langzamer gaan rijden. Over het algemeen kan gesteld worden dat hoe meer ruimte wordt gegeven aan automobilisten hoe hoger de kans is dat men harder gaat rijden.

Hiernaast speelt de zichtafstand een belangrijke rol. Door zichtvermindering zal de bestuurder zijn snelheid verlagen en wordt de capaciteit gereduceerd, maar omdat deze constructie slechts binnen de bebouwde kom voorkomt, is het effect op de capaciteit gering.

**Effecten op de verkeersveiligheid**

De plaatsing van geluidsschermen langs wegen kan er toe leiden dat het wegbeeld wordt beïnvloed. Daarbij moet gedacht worden aan een visuele versmalling. Dit kan vervolgens leiden tot een verlaging van de snelheid of het extra afstand bewaren tot de zijkant van de weg. Doorgaans heeft snelheidsverlaging een dit positief effect op de verkeersveiligheid. Wel kunnen gevaarlijke situaties ontstaan wanneer voertuigen plotseling en/of krachtig afremmen. Het handboek wegontwerp geeft de minimale afstand van het scherm tot de rijbaan aan.

**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten: Valwinden kunnen leiden tot onveilige situaties.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - stil asfalt (ZOAB) heeft wettelijk ook een hogere prioriteit (bron-> overdracht -> ontvanger);
  - isoleren woningen.
- Aandachtspunten bij aanleg: De keuze voor een beplantingssoort wordt bepaald door de bodemsamenstelling en de waterhuishouding in de omgeving.
- Aandachtspunten bij beheer: Niet aangeslagen plantmateriaal moet na het groeiseizoen worden verwijderd en door nieuw materiaal worden vervangen.
- Evaluatieprogramma: dBWeg is een programma om geluidsemmissies langs een rijbaan te berekenen.

**Meer informatie**

- Literatuur: CROW, "*Richtlijnen geluidsbeperkende constructies langs wegen (GCW – 2001)*", CROW-publicatie 166, maart 2002.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend



**Naam van de maatregel**

Afscherming door middel van groen

Zie maatregelblad 17 Afscherming door middel van groen in paragraaf 4.1 Natuur en landschap.

**Naam van de maatregel**

Isoleren van woningen

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Om de geluidsoverlast in woningen te verlagen, is het mogelijk de 'geluidsgevoelige ruimten' (woon-, eet-, slaapkamers) in woningen te isoleren.
- Doel: Het verlagen van het geluidsniveau in woningen langs rijkswegen.
- Noodzaak: Bij overschrijding van wettelijke toegestane normen is het nemen van een geluidsbeperkende maatregel wettelijk verplicht. Prioriteit hierbij is: bron-> overdracht -> ontvanger.
- Toepassingsgebied: Woonfunctie langs hoofdwegennet.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, veel kennis aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: Voor het isoleren van woningen kan gedacht worden aan:
  - (dubbele) kierdichting;
  - akoestische beglazing in kozijnen, deuren, dakramen, schuifpuiken, etc.;
  - dakisolatie
  - gipsplaten en isolerende laag op vloeren en wanden;
  - geluidsbeperkende ventilatie.
- Voorbereiding:
  1. wettelijke overschrijding vaststellen;
  2. aard van te nemen maatregelen vaststellen;
  3. uitvoering maatregelen in overleg met bewoners.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: geen; de bewoners / woningbouwvereniging onderhouden het huis en de getroffen voorzieningen;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

**Verwachte effecten****Effecten op de leefbaarheid**

Thema		Effect*	Indicator
Geluid	+	Door het toepassen van maatregelen bij de ontvanger, neemt de geluidsoverlast in de woning af. De daadwerkelijke geluidsbelasting verandert niet.	
Natuur en landschap			
Bodem			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

**Effecten op de bereikbaarheid**

Worden niet verwacht.

**Effecten op de verkeersveiligheid**

Worden niet verwacht.

**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen: Stil asfalt (zoab) en geluidsschermen, hebben wettelijk ook een hogere prioriteit (bron-> overdracht -> ontvanger).
- Aandachtspunten bij aanleg: geen informatie bekend
- Aandachtspunten bij beheer en onderhoud: Het beheer en onderhoud is de verantwoordelijkheid van de bewoners.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend

**Meer informatie**

- Literatuur: CROW, "*Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen*", 1998.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend



## **7.4 Luchtkwaliteit**



**Naam van de maatregel**

Verlagen maximum snelheid

Zie maatregelblad 24 Verlagen maximum snelheid in paragraaf 4.1 Natuur en landschap.

**Naam van de maatregel**

Schermen

Zie de maatregelbladen voor diverse schermen (46 tot en met 52) in paragraaf 4.3  
Geluidsoverlast.



## 7.5 Oppervlaktewaterkwaliteit



**Naam van de maatregel**

Verlagen maximum snelheid

Zie maatregelblad 24 Verlagen maximum snelheid in paragraaf 4.1 Natuur en landschap.

**Naam van de maatregel**

Signalering bij ecologisch kwetsbare gebieden

Zie maatregelblad 26 Verkeersborden (signaleringsborden) in paragraaf 4.1 Natuur en landschap.

**Naam van de maatregel**

ZOAB

Zie maatregelblad 45 Stiller wegdek in paragraaf 4.3 Geluidsoverlast.

**Naam van de maatregel**

Bovengrondse infiltratievoorzieningen

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: In een bovengrondse infiltratievoorziening wordt het run off water van wegen op het maaiveld verzameld, waarna het in de bodem kan infiltreren (greppels, velden of bassins).
- Doel: Beperken van negatieve beïnvloeding door run off water op de kwaliteit van grond en grond- en oppervlaktewater en het vasthouden van water in het gebied.
- Noodzaak: Vanuit de NMP-3 doelstelling om de risico's voor mens en milieu als gevolg van verspreiding van stoffen tot een aanvaardbaar of verwaarloosbaar niveau terug te brengen, en de zorgplicht Wbb die een ieder heeft om er zorg voor te dragen dat de grond en het grondwater niet verontreinigd worden. Tevens is dit een maatregel om het water zo lang mogelijk in het gebied te houden en zo min mogelijk water af te voeren. Dit past in het beleid van de commissie waterbeheer 21<sup>ste</sup> eeuw (vasthouden, bergen en dan pas afvoeren).
- Varianten:
  - Helofytenfilter;
  - ondergrondse infiltratievoorziening;
  - zaksloot;
  - aanpassen bermgrond;
  - aanpassen berminrichting.
- Toepassingsgebied: Overal langs het hoofdwegennet.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, weinig informatie bekend.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - de grondwaterstand dient voldoende diep (min. 0,8 m) te liggen, zodat infiltratie mogelijk is;
  - de doorlatendheid van de bodem dient voldoende groot te zijn (liefst groter dan 1 m/d);
  - de afmetingen en berging van de infiltratievoorziening zijn afhankelijk van het oppervlak dat op de voorziening afwatert;
  - de infiltratievoorziening dient een overstortmogelijkheid te hebben naar oppervlaktewater;
  - de extra technische maatregelen die genomen moeten worden is afhankelijk van het gebied waarin de infiltratievoorziening zich bevindt: een waterwingebied, een kwetsbaar gebied, etc. In kwetsbare gebieden dient gecontroleerd geïnfiltreerd te worden.
- Voorbereiding:
  - berekenen van de bergings- en infiltratiecapaciteit en afmetingen van de bovengrondse infiltratievoorziening;
  - overleg met waterbeheerder over de frequentie en de hoeveelheid water die de vanuit de voorziening mag overstorten op oppervlaktewater;
  - overleg met de provincie over de ligging van kwetsbare en niet kwetsbare gebieden en over de toepassing van ondergrondse infiltratievoorzieningen in kwetsbare gebieden. De provincie kan voor kwetsbare gebieden extra eisen aan de wijze van afwatering stellen;
  - onderzoek naar doorlatendheid bodem en eventueel toepassen van grondverbetering door het mengen van de

- reeds aanwezige grond met goed doorlatend zand;
- bodemonderzoek om vast te stellen of verontreinigingen aanwezig zijn die zich bij infiltratie van regenwater kunnen verspreiden;
- overleg met waterkwaliteitsbeheerder of overstort uit de infiltratievoorziening vergunningplichtig is;
- overleg zodat infiltratievoorziening passend is in landschaps/inrichtingsplan;
- overleg met de wegbeheerder zodat de maatregel past binnen het beheerplan.
- Realisatietijd: Enkele maanden tot een jaar.

### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering:
    - wadi: per m<sup>1</sup> € 80,00;
    - greppel, bodembreedte 0,4 m € 3,00 per m<sup>1</sup>;
    - greppel, bodembreedte 3 m € 10,00 per m<sup>1</sup>.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze bestaan met name uit het maaien van de vegetatie, het verwijderen van het maaisel, jaarlijks inspecteren van de overloopvoorzieningen en het herstellen van eventuele beschadigingen en verstoppingen;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten:
  - bodemverbetering;
  - bij wadi: kleikorrel infiltratieconstructie, inclusief drain en filterdoek, slok-ops (overstortvoorziening).
- Peiljaar 2002

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Bodem	-	Infiltratie van regenwater leidt tot accumulatie van verontreinigingen in de bovenste decimeters van de bodem (verontreiniging boven S-waarde in de bovenste 40 cm). De verontreinigingen kunnen na verloop van tijd doorslaan naar het grondwater.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Oppervlakte-waterkwaliteit	+	Het run off water wordt in de bodem geïnfiltreerd en niet rechtstreeks afgevoerd naar het oppervlaktewater. Dit heeft een positief effect op de oppervlaktewaterkwaliteit. Bij het toepassen van een helofytenfilter mag extra effect van de beplanting worden verwacht.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Verdroging	+	Het infiltreren van water is een goede maatregel om verdroging tegen te gaan.	Hoogte (gemiddelde) grondwaterstand
Natuur en landschap			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: Maatregelen die voorkomen dat water in de bodem infiltreert zoals folie en scherm.
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - grondverbetering onder en/of rondom de infiltratievoorziening door het vermengen van aanwezige grond met goed doorlatend zand. Deze grondverbetering zorgt ervoor dat het regenwater goed in de bodem kan wegzakken. Daarnaast is het de bedoeling dat verontreinigingen gebonden worden in deze laag;
  - maatregelen die een positief effect hebben op de kwaliteit van het run off water zoals ZOAB en het niet gebruiken van koper, lood en zink in het straatmeubilair. Deze metalen logen uit, stromen met het regenwater mee af en komen uiteindelijk in de bodem terecht.
- Aandachtspunten bij aanleg Infiltratievoorzieningen mag tijdens de aanleg niet vol gaan zitten met 'bouwzand', dit komt de infiltratiecapaciteit niet ten goede.
- Aandachtspunten bij beheer:
  - de verontreinigingen die opgevangen worden in de bodem kunnen na verloop van tijd doorslaan naar het grondwater. Om dit te voorkomen is het noodzakelijk dat de laag onder en/of rondom de voorziening periodiek wordt vervangen (eens in de 10 tot 30 jaar afhankelijk van het aangesloten verharde oppervlak). Hiervoor geldt tevens de zorgplicht Wbb;
  - monitoring om het eventueel doorslaan van verontreinigingen bijtijds te constateren;
  - om nutriënten en verontreinigingen die opgenomen worden door de planten in zaksloot uit het systeem te verwijderen zal de vegetatie periodiek gemaaid en het maaisel afgevoerd dienen te worden;
  - overloopvoorzieningen moeten jaarlijks geïnspecteerd worden, zodat eventuele beschadigingen en verstoppingen tijdig hersteld kunnen worden.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend



**Meer informatie**

- Literatuur:
  - Commissie Integraal Waterbeheer, Werkgroep VI, *"Afstromend wegwater"*, 29 januari 2002.
  - Elsevier Waterwijzer, *"Hemelwater in de praktijk"*.
- Praktijkvoorbeelden:
  - Ruwenbos, Enschede;
  - De Vliert, 's-Hertogenbosch;
  - Amsterdamseweg, Arnhem;
  - Nassaulaan, Groesbeek.
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Ondergrondse infiltratievoorzieningen

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Een ondergrondse infiltratievoorziening bestaat uit een zekere berging, die omhuld is met een filterdoek. Het regenwater wordt in de voorziening gebracht waarna het langzaam infiltreert. De voorzieningen bestaan in diverse varianten: leidingen, koffers etc. Ze kunnen zowel centraal als decentraal worden aangelegd.
- Doel: Beperken van negatieve beïnvloeding door run off water op de kwaliteit van grond en grond- en oppervlaktewater en het vasthouden van water in het gebied.
- Noodzaak: Vanuit de NMP-3 doelstelling om de risico's voor mens en milieu als gevolg van verspreiding van stoffen tot een aanvaardbaar of verwaarloosbaar niveau terug te brengen, en de zorgplicht Wbb die een ieder heeft om er zorg voor te dragen dat de grond en het grondwater niet verontreinigd worden. Tevens is dit een maatregel om het water zo lang mogelijk in het gebied te houden en zo min mogelijk water af te voeren. Dit past in het beleid van de commissie waterbeheer 21<sup>ste</sup> eeuw (vasthouden, bergen en dan pas afvoeren).
- Varianten: Bovengrondse infiltratievoorzieningen, wadi's, zaksloot.
- Toepassingsgebied: Overal langs het hoofdwegennet
- Status: Wordt regelmatig toegepast, weinig informatie bekend.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - de grondwaterstand dient voldoende diep (meer dan 1 m onder maaiveld) te liggen, zodat infiltratie mogelijk is;
  - de doorlatendheid van de bodem dient voldoende groot te zijn (liefst groter dan 1 m/d);
  - de afmetingen en berging van de ondergrondse infiltratievoorziening zijn afhankelijk van het oppervlak dat op de voorziening is aangesloten;
  - de ondergrondse infiltratievoorziening dient een overstortmogelijkheid te hebben naar oppervlaktewater;
  - de extra technische maatregelen die genomen moeten worden zijn afhankelijk van het gebied waarin de voorziening zich bevindt: een waterwingebied, een kwetsbaar gebied, etc. In kwetsbare gebieden dient gecontroleerd geïnfiltreerd te worden.
- Voorbereiding:
  - berekenen van de bergingscapaciteit en afmetingen van de ondergrondse infiltratievoorziening;
  - overleg met waterbeheerder over de frequentie en de hoeveelheid water die de vanuit de voorziening mag overstorten op oppervlaktewater;
  - overleg met de provincie over de ligging van kwetsbare en niet kwetsbare gebieden en over de toepassing van een zaksloot in kwetsbare gebieden. De provincie kan voor kwetsbare gebieden extra eisen aan de wijze van afwatering stellen;
  - onderzoek naar doorlatendheid bodem en eventueel toepassen van grondverbetering (mengen van de aanwezige grond met goed doorlatend zand);

- bodemonderzoek om vast te stellen of verontreinigingen aanwezig zijn die zich bij infiltratie van regenwater kunnen verspreiden;
- overleg met waterkwaliteitsbeheerder of overstort uit de voorziening vergunningplichtig is.
- Realisatietijd: Enkele maanden tot een jaar.

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: deze kosten bestaan met name uit het uitvoeren van bodemonderzoek en doorlatendheidsonderzoek
  - uitvoering: ondergrondse infiltratiekoffer/sleuf € 47,00 per m.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer en onderhoudskosten: geen informatie bekend;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: Ondergrondse infiltratiekoffer: filterdoek, grind, drains, ontgraven en aanvullen grond
- Peiljaar 2002

**Verwachte effecten****Effecten op de leefbaarheid**

Thema		Effect*	Indicator
Bodem	-	Infiltratie van regenwater leidt tot accumulatie van verontreinigingen in de bovenste decimeters van de bodem (verontreiniging boven S-waarde in de bovenste 40 cm). De verontreinigingen kunnen na verloop van tijd doorslaan naar het grondwater.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Oppervlaktewaterkwaliteit	+	Het run off water wordt in de bodem geïnfiltreerd en niet rechtstreeks afgevoerd naar het oppervlaktewater. Dit heeft een positief effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Verdroging	+	Het infiltreren van water is een goede maatregel om verdroging tegen te gaan.	Hoogte (gemiddelde) grondwaterstand
Natuur en landschap			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

**Effecten op de bereikbaarheid**

Worden niet verwacht.

**Effecten op de verkeersveiligheid**

Worden niet verwacht.

**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: Omdat de voorziening ondergronds wordt aangebracht is deze niet zichtbaar voor de weggebruiker.

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: Maatregelen die voorkomen dat water in de bodem infiltreert zoals folie en scherm.
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - aanbrengen van een grondverbetering onder en/of rondom de infiltratievoorziening door het mengen van de reeds aanwezige grond met goed doorlatend zand. Deze grondverbetering zorgt ervoor dat het regenwater goed in de bodem kan wegzakken. Daarnaast is het de bedoeling dat verontreinigingen gebonden worden in deze laag;
  - maatregelen die een positief effect hebben op de kwaliteit van het run off water zoals ZOAB en het niet gebruiken van koper, lood en zink in het straatmeubilair. Deze metalen logen uit, stromen met het regenwater mee af en komen uiteindelijk in de bodem terecht.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - de ondergrondse infiltratievoorziening mag tijdens de aanleg niet vol gaan zitten met 'bouwzand', dit komt de infiltratiecapaciteit niet ten goede;
  - goed verdichten rondom de voorziening analoog met rioolaanleg.
- Aandachtspunten bij beheer:
  - de verontreinigingen die opgevangen worden in de bodem kunnen na verloop van tijd door kunnen slaan naar het grondwater. Om dit te voorkomen is het noodzakelijk dat de laag onder en/of rondom de voorziening periodiek wordt vervangen (eens in de 10 tot 30 jaar afhankelijk van het aangesloten verharde oppervlak). Hiervoor geldt tevens de zorgplicht Wbb;
  - monitoring om het eventueel doorslaan van verontreinigingen bijtijds te kunnen constateren;
  - eventueel aanwezige zand- en bladvangers moeten regelmatig geïnspecteerd te worden en indien nodig schoongemaakt.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend

**Meer informatie**

- Literatuur:
  - Commissie Integraal Waterbeheer, Werkgroep VI, "Afstromend wegwater", concept 29 januari 2002.
  - Elsevier Waterwijzer, "Hemelwater in de praktijk".
- Praktijkvoorbeelden:
  - Prinsjagt Eindhoven;
  - Stadshagen Zwolle.
- Pilots: Lieven de Keystraat Almelo
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Zaksloot in plaats van bermsloot

Zie maatregelblad 13 Zaksloot in plaats van bermsloot in paragraaf 4.1 Natuur en landschap.

**Naam van de maatregel**

Aanpassen berminrichting

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Het aanpassen van de berminrichting is het creëren van berging in de berm zodat meer run off van wegen kan infiltreren. Daarnaast kan de begroeiing worden aangepast aan de hydrologische en ecotoxicologische randvoorwaarden, zodat bijvoorbeeld meer water infiltreert of bepaalde stoffen worden opgenomen door de begroeiing.
- Doel: Beperken van negatieve beïnvloeding door run off water op de kwaliteit van grond en grond- en oppervlaktewater en het vasthouden van water in het gebied.
- Noodzaak: Vanuit de NMP-3 doelstelling om de risico's voor mens en milieu als gevolg van verspreiding van stoffen tot een aanvaardbaar of verwaarloosbaar niveau terug te brengen, en de zorgplicht Wbb die een ieder heeft om er zorg voor te dragen dat de grond en het grondwater niet verontreinigd worden. Tevens is dit een maatregel om het water zo lang mogelijk in het gebied te houden en zo min mogelijk water af te voeren. Dit past in het beleid van de commissie waterbeheer 21<sup>ste</sup> eeuw (vasthouden, bergen en dan pas afvoeren).
- Varianten:
  - infiltratievoorzieningen;
  - zaksloot.
- Toepassingsgebied: Overal langs het hoofdwegennet.
- Status: In experimenteel stadium

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - de doorlatendheid van de bodem dient voldoende groot te zijn (liefst groter dan 1 m/d);
  - de berm dient voor overtollig water een afvoermogelijkheid te hebben naar oppervlaktewater;
  - indien de berm afwijkt van het standaard wegprofiel (zie RONA/ROA), is een geleiderail noodzakelijk;
  - de extra technische maatregelen die genomen moeten worden zijn afhankelijk van het gebied waarin de berm zich bevindt: een waterwingebied, een kwetsbaar gebied, etc. In kwetsbare gebieden dient gecontroleerd geïnfiltreerd te worden;
  - inpassing in landschapsplan in verband met gewenste flora en fauna en hydrologische omstandigheden.
- Voorbereiding:
  - berekenen van de infiltratie- en bergingscapaciteit en afmetingen van de berm;
  - bepalen van de samenstelling van de begroeiing;
  - overleg met wegbeheerder over verkeersveiligheid (minimum breedte, afschot, maximum diepte, draagkracht, etc.);
  - overleg met waterbeheerder over de hoeveelheid water die vanuit de voorziening mag overstorten op oppervlaktewater;
- overleg met de provincie over de ligging van kwetsbare en niet kwetsbare gebieden en over de toepassing van een zaksloot

- Realisatietijd: in kwetsbare gebieden. De provincie kan voor kwetsbare gebieden extra eisen aan de wijze van afwatering stellen;
  - onderzoek naar de doorlatendheid van de bodem en eventueel toepassen van grondverbetering;
  - overleg met waterkwaliteitsbeheerder of afstroming vanaf de berm vergunningplichtig is.
- Enkele maanden tot een jaar.

### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: de kosten bestaan uit het eventueel vervangen van slecht doorlatende lagen, het aanbrengen van een goed filterende en doorlatende toplaag met grasbegroeiing en het aanbrengen van een drain onder de berm. Uitgangspunt is dat direct naast de berm een sloot ligt. Kosten: € 6.100 bij een weglengte van 500 m en bermbreedte van 10 m.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze bestaan uit periodiek (2x per jaar) gras maaien en afvoer (composteren). Daarnaast dient de grond gemonitord te worden op accumulatie van verontreinigingen. Op de lange termijn (10-30 jaar) dient de verontreinigde grond te worden vervangen. Kosten: € 3.900 per jaar voor het bovengenoemde wegvak, € 2.400 voor vervanging van de grond, € 1.500 voor afvoer en composteren;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: Grondverzet, toplaagmateriaal leveren en aanbrengen, gras inzaaien, toplaag vervangen na 30 jaar, alle toeslagen.
- Peiljaar 1999

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Bodem	-	Infiltratie van regenwater leidt tot accumulatie van verontreinigingen in de bovenste decimeters van de bodem. De verontreinigingen zouden na verloop van tijd door kunnen slaan naar het grondwater. Indien het maaisel wordt afgevoerd, vertraagt de opname van verontreiniging door begroeiing dit proces.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Oppervlaktewaterkwaliteit	+	Het run off water wordt deels in de bodem geïnfilteerd en niet rechtstreeks afgevoerd naar het oppervlaktewater. Dit heeft een positief effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Verdroging	+	Het infiltreren van water is een goede maatregel om verdroging tegen te gaan.	Hoogte (gemiddelde) grondwaterstand
Natuur en landschap	+	Het vaker maaien en afvoeren van de vegetatie kan tot vershraling leiden, met als gevolg een hogere diversiteit.	
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

**Effecten op de bereikbaarheid**

Worden niet verwacht.

**Effecten op de verkeersveiligheid**

Worden niet verwacht.

**Opmerkingen effecten**

- |   |   |
|---|---|
| - Mogelijke neveneffecten:                    | geen informatie bekend  |
| - Perceptie van de maatregel door gebruikers: | Er is geen zichtbaar verschil met een "normale" berm. Mogelijk is een geleiderail noodzakelijk. |

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| - Strijdige andere maatregelen:      | geen informatie bekend  |
| - Ondersteunende andere maatregelen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>- maatregelen die een positief effect hebben op de kwaliteit van het run off water zoals ZOAB en het niet gebruiken van koper, lood en zink in het straatmeubilair. Deze metalen logen uit, stromen met het regenwater mee af en komen uiteindelijk in de bodem terecht. Bij ZOAB komt tevens minder regenwater tot afstroming;</li> <li>- het aanpassen van de bermgrond waardoor meer water kan infiltreren.</li> </ul>  |
| - Aandachtspunten bij aanleg         | De berm mag tijdens de aanleg niet vol gaan zitten met 'bouwzand', dit komt de infiltratiecapaciteit niet ten goede.  |
| - Aandachtspunten bij beheer:        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- de verontreinigingen die opgevangen worden in de bodem zouden na verloop van tijd door kunnen slaan naar het grondwater. Om dit te voorkomen is het noodzakelijk dat de laag onder en/of rondom de voorziening periodiek wordt vervangen (eens in de 10 tot 30 jaar afhankelijk van het aangesloten verharde oppervlak). Hiervoor geldt tevens de zorgplicht Wbb;</li> <li>- de verontreinigingen in het maaisel kunnen de mogelijkheden voor het gebruik van het maaisel (bijvoorbeeld veevoer of compost) beperken. Eventueel is verbranding noodzakelijk;</li> <li>- monitoring om het eventueel doorslaan van verontreinigingen naar het grondwater of te hoge concentraties in het maaisel bijtijds te constateren;</li> <li>- afstemmen met beheer bebakeningstrook die frequenter wordt gemaaid;</li> <li>- afstemmen met de principes van ecologisch bermbeheer (natuurlijke vegetatie laten terugkomen).</li> </ul> |
| - Evaluatieprogramma:                | geen informatie bekend  |



**Meer informatie**

- Literatuur:
  - Commissie Integraal Waterbeheer, Werkgroep VI, *"Afstromend wegwater"*, concept 29 januari 2002.
  - Elsevier Waterwijzer, *"Hemelwater in de praktijk"*.
  - Commissie Integraal Waterbeheer, *"Rendement en kosten behandeling van afstromend regenwater"*, achtergrondrapport bij CIW rapport *"Behandeling wegwater"*.
  - *"Richtlijnen Ontwerp (Niet) Autosnelwegen (RONA/ROA)"*
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Aanpassen bermgrond

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Het aanpassen van de bermgrond is het verbeteren van de toplaag van de berm, door de huidige toplaag te vermengen met goed doorlatende grond, zodat meer run off van wegen kan infiltreren. Daarbij dient de filtrerende werking van de toplaag behouden te blijven zodat medeaafstromende verontreinigingen worden afgevangen.
- Doel: Beperken van negatieve beïnvloeding door run off water op de kwaliteit van grond en grond- en oppervlaktewater en het vasthouden van water in het gebied.
- Noodzaak: Vanuit de NMP-3 doelstelling om de risico's voor mens en milieu als gevolg van verspreiding van stoffen tot een aanvaardbaar of verwaarloosbaar niveau terug te brengen, en de zorgplicht Wbb die een ieder heeft om er zorg voor te dragen dat de grond en het grondwater niet verontreinigd worden. Tevens is dit een maatregel om het water zo lang mogelijk in het gebied te houden en zo min mogelijk water af te voeren. Dit past in het beleid van de commissie waterbeheer 21<sup>ste</sup> eeuw (vasthouden, bergen en dan pas afvoeren).
- Varianten: Infiltratievoorzieningen.
- Toepassingsgebied: Overal langs het hoofdwegennet.
- Status: Wordt nog weinig actief toegepast; wel in combinatie met aanleg berging in de berm. Weinig informatie bekend.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - de doorlatendheid van de bodem dient voldoende groot te zijn (liefst groter dan 1 m/d);
  - de afmeting van de berm is afhankelijk van het oppervlak dat hierop afwatert en het percentage van de run off dat geïnfiltreerd dient te worden;
  - de berm dient voor overtollig water een afvoermogelijkheid te hebben naar een greppel of oppervlaktewater;
  - de extra technische maatregelen die genomen moeten worden zijn afhankelijk van het gebied waarin de berm zich bevindt: een waterwingebied, een kwetsbaar gebied, etc. In kwetsbare gebieden dient gecontroleerd geïnfiltreerd te worden.
- Voorbereiding:
  - berekenen van de infiltratiecapaciteit en afmetingen van de berm;
  - bepalen van de samenstelling van de bermgrond;
  - overleg met wegbeheerder over verkeersveiligheid (minimum breedte, afschot, draagkracht, etc.);
  - overleg met waterbeheerder over de hoeveelheid water die vanuit de voorziening mag afstromen naar oppervlaktewater;
  - overleg met de provincie over de ligging van de berm in kwetsbare of niet kwetsbare gebieden;
  - onderzoek naar doorlatendheid bodem en eventueel toepassen van grondverbetering;
  - overleg met waterkwaliteitsbeheerder of afstroming vanaf de berm vergunningplichtig is;

- overleg of de (inrichting en opbouw) van de berm past in het landschapsplan, in verband met gewenste vegetatie en de vegetatie die geschikt is bij deze berm.
- Realisatietijd: Enkele maanden tot een jaar.

#### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: circa 10% van de uitvoeringskosten;
  - uitvoering: de kosten bestaan uit het eventueel vervangen van slecht doorlatende lagen en het aanbrengen van een goed filterende en doorlatende toplaag met grasbegroeiing. Aanbrengen en storten grond kost circa € 11,00 per m<sup>3</sup>.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: deze bestaan uit het periodiek maaien van het gras en het monitoren van de grond op accumulatie van verontreinigingen. Op de lange termijn (10-30 jaar) dient de verontreinigde grond te worden vervangen. Verzamelen afvoeren van blad en afval, verticuteren, maaien en afvoeren, bezanden en plaatselijk inzaaien kost € 0,50 per m<sup>1</sup> bij een strook van 4,20 m breed, per m<sup>2</sup> is dit circa € 0,11;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: Grondverzet.
- Peiljaar: 2002.

#### Verwachte effecten

##### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Bodem	-	Infiltratie van regenwater leidt tot accumulatie van verontreinigingen in de bovenste decimeters van de bodem (verontreiniging boven S-waarde in de bovenste 40 cm). De verontreinigingen kunnen na verloop van tijd doorslaan naar het grondwater.	Mate van verontreiniging van de bodem.
Oppervlaktewater-kwaliteit	+	Het run off water wordt deels in de bodem geïnfiltreerd en niet rechtstreeks afgevoerd naar het oppervlaktewater. Dit heeft een positief effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.	Mate van verontreiniging van het oppervlaktewater.
Verdroging	+	Het infiltreren van water is een goede maatregel om verdroging tegen te gaan.	Hoogte (gemiddelde) grondwaterstand
Natuur en landschap			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

##### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

##### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

**Opmerkingen effecten**

- Mogelijke neveneffecten:
  - indien de infiltratiecapaciteit of afvoermogelijkheid onvoldoende zijn treedt plasvorming op;
  - door het ontwerp af te stemmen op de gewenste vegetatie kan een ecologische berm of schrale berm gerealiseerd worden. Er is geen zichtbaar verschil met een "normale" berm.
- Perceptie van de maatregel door gebruikers:

**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - de berm zo inrichten dat meer water geborgen kan worden en dat meer water geïnfiltreerd kan worden;
  - passende vegetatie, die nutriënten en verontreinigingen opneemt kan de doorslag van verontreinigingen naar het grondwater beperken;
  - maatregelen die een positief effect hebben op de kwaliteit van het run off water zoals ZOAB en het niet gebruiken van koper, lood en zink in het straatmeubilair. Deze metalen logen uit, stromen met het regenwater mee af en komen uiteindelijk in de bodem terecht.
- Aandachtspunten bij aanleg: De berm mag tijdens de aanleg niet vol gaan zitten met 'bouwzand', dit komt de infiltratiecapaciteit niet ten goede.
- Aandachtspunten bij beheer:
  - de verontreinigingen die opgevangen worden in de bodem kunnen na verloop van tijd doorslaan naar het grondwater. Om dit te voorkomen is het noodzakelijk dat de laag onder en/of rondom de voorziening periodiek wordt vervangen (eens in de 10 tot 30 jaar afhankelijk van het aangesloten verharde oppervlak). Hiervoor geldt tevens de zorgplicht Wbb;
  - de maaifrequentie en de afvoer van het maaisel beïnvloeden de ophoping van verontreinigingen. Laagfrequent maaien (tweemaal per jaar) en afvoeren/composteren heeft de voorkeur;
  - monitoring om het eventueel doorslaan van verontreinigingen bijtijds te constateren.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend

**Meer informatie**

- Literatuur:
  - Commissie Integraal Waterbeheer, Werkgroep VI, "Afstromend wegwater", concept 29 januari 2002.
  - Elsevier Waterwijzer, "Hemelwater in de praktijk".
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend
- Pilots: geen informatie bekend
- Studies: geen informatie bekend

**Naam van de maatregel**

Schermen.

Zie de maatregelbladen voor diverse schermen (46 tot en met 52) in paragraaf 4.3  
Geluidsoverlast.



## 7.6 Lichthinder





**Naam van de maatregel**

Aanpassingen aan installaties

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Aanpassingen aan installaties zijn technische aanpassingen aan wegverlichting die de hoeveelheid licht, de verlichtingsduur of de verlichtingsruimte beperken, of die invloed hebben op de golflengte van het licht.
- Doel: Verminderen van verstoring van dieren door kunstlicht.
- Noodzaak: Rijkswaterstaat streeft naar afstemming van het gebruik van wegverlichting op eisen gesteld vanuit verkeersveiligheid (een goede veilige route) en vanuit ecologie (een natuurlijke dag-nachtritme).
- Varianten: Mogelijke aanpassingen zijn:
  - lampkleur: minimalisatie van emissie van kortgolvig licht (ultraviolet tot blauwgroen) en langgolvig licht (oranje en rood);
  - brandintensiteit: gebruik van lampen die kunnen worden gedimd (dynamische wegverlichting, zie ook het maatregelblad dynamische wegverlichting);
  - afschermende armaturen: beperking verlichte ruimte naar boven en zijdelings naar de berm en omgeving;
  - aanpassingen van lichtpunthoogte en/of -afstand;
  - brandduur: beperking verlichtingsduur en vermijding van tijdelijke inschakeling van verlichting 's nachts;
  - toespitsen op mogelijkheden van "hergebruik" van de verlichting door het wegverkeer zelf (reflecterende middelen).
- Toepassingsgebied: Natuurgebied waar voor de verkeersveiligheid en bereikbaarheid (doorstroming) verlichting noodzakelijk is en andere maatregelen geen oplossing bieden.
- Status: Nog in een experimenteel stadium.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - voor het ontwerpen van de verlichtingsinstallatie wordt ook verwezen naar deel 3 van de Aanbevelingen voor openbare verlichting (Commissie Openbare Verlichting Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde, 1997);
  - bij een keuze voor armaturen geldt dat bij de specificaties voor de installatie rekening moet worden gehouden met de nauwkeurigheid waarmee de masten en armaturen worden aangebracht, en met welke tilhoek het armatuur moet worden gemonteerd;
  - om openbare verlichting dynamisch te kunnen schakelen zijn een aantal nieuwe elementen nodig. Dit betreft met name data-inwinning van verkeers- en weersgegevens, het schakelbaar maken van de verlichting en de aansturing van de verlichtingsinstallatie.
- Voorbereiding: geen informatie bekend.
- Realisatietijd: geen informatie bekend.

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: € 60.000,- / 100.000,- per kilometer.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: geen informatie bekend;

- In de kostenraming opgenomen aspecten: - levensduur: geen informatie bekend.
- Peiljaar: geen informatie bekend.

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Lichthinder	+	Voor de effecten van lichthinder wordt verwezen naar 'fysiologische en psychologische verblinding'.	Toename van het aantal strekkende kilometers met aangepaste wegverlichting.
Natuur en landschap	+	Verwacht wordt dat door het aanpassen van installaties de verstoring van dieren door kunstlicht afneemt, maar er is geen literatuur aanwezig waarin de effecten van aanpassingen beschreven zijn. Wel zijn in de literatuur negatieve effecten van kunstlicht op de natuur beschreven. Kunstlicht lijkt met name een versturende werking te hebben op processen als voortplanting, trek, rui, ruimtelijke oriëntatie en de verdeling van activiteiten over het etmaal.	
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit	+	De maatregel heeft een positief effect op het thema luchtkwaliteit: door energiebesparing nemen schadelijke emissies (CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , fijn stof, VOS) af.	Uitstoot SO <sub>2</sub> , VOS, NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> (Mton per jaar), fijn stof (= PM <sub>10</sub> ), NO <sub>2</sub> en HC.
Energie	+	Het energieverbruik van dynamische wegverlichting waarbij geschakeld kan worden tussen een laag en normaalverlichtingsniveau (gelijk aan conventionele installaties) is lager dan het energieverbruik van een conventioneel systeem. In een proefproject op de A12 bij Gouda is een daling van het energieverbruik met 35% gemeten.	Vermindering van de CO <sub>2</sub> -uitstoot (Mton per jaar) en van het energieverbruik (MJ).

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Door aanpassingen aan verlichting kan 's nachts het zicht verminderen met het gevolg dat er lagere snelheden zullen worden gereden. Het uiteindelijke effect op de capaciteit is afhankelijk van de snelheidsverandering en de verkeersafwikkeling! De maatregel heeft waarschijnlijk nauwelijks een effect op de bereikbaarheid.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Het betreft technische aanpassingen aan wegverlichting die de hoeveelheid licht, de verlichtingsduur of de verlichtingsruimte beperken, of die invloed hebben op de golflengte van het licht. Het effect van dergelijke maatregelen moet vooral gezocht worden in een toename van de verkeersonveiligheid door een verminderde aanstraling van het wegdek. De waarneembaarheid van het verloop van de weg kan verminderen wat kan resulteren in een toename van het aantal eenzijdige ongevallen of ongevallen waarbij men tegen een vast voorwerp botst. Aan de andere kant kan vermindering van de lichtsterkte resulteren in afname van visuele hinder of verblinding door verlichting op nevengelegen rijbanen en wegen. Ook kan minder licht leiden tot lagere gemiddelde rijnsnelheden en daarmee een verlaagde kans op ongevallen.

#### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend.
- Perceptie van de In een belevingsonderzoek voor een proefproject op de A12 bij

maatregel door gebruikers: Gouda bleek dat het concept dynamische wegverlichting een brede steun krijgt van automobilisten.

#### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend.
- Ondersteunende andere maatregelen: De werking van afschermende armaturen wordt versterkt bij gebruik van hoge druk natriumlampen.
- Aandachtspunten bij aanleg:
  - visuele landschappelijke verstoring wordt verminderd door gebruik van lagere lichtpunthoogte en minder masten. Een optimum tussen lichtpunthoogte en het aantal masten moet worden gezocht;
  - de verlichtingsbron moet voor voldoende verticale geleiding zorgen (overgang tussen weg en berm moet goed zichtbaar zijn);
  - afschermende armaturen verminderen de verlichting van de omgeving en daarmee een deel van de visuele geleiding, daarom is extra aandacht voor de opstellingswijze van lichtmasten nodig;
  - bij lagedruknatriumlampen overheerst één golflengte (geel natriumlicht), waardoor de verstoring beperkt blijft door deze ene golflengte. Nadeel is dat de lampen relatief groot zijn. Hogedruknatriumlampen zijn kleiner, maar geven licht met meer golflengten. Een nadeel hiervan kan dus zijn dat de grotere verdeling over het lightspectrum een grotere verstoring van fauna geeft.
- Aandachtspunten bij beheer:
  - bij het gebruik van een schakelregime moet de installatie getrapt uitgeschakeld worden, om een plotselinge overgang van verlicht naar onverlicht te voorkomen;
  - procedures voor een handmatige bediening van een schakelinstallatie moeten zodanig zijn dat de verlichting niet onnodig op een hoog niveau ingeschakeld blijft;
  - door het onderhoud van de lichtinstallatie met een extra, tussentijdse, schoonmaakbeurt uit te breiden, kan het geïnstalleerde vermogen (en daarmee het energieverbruik) met enkele procenten worden teruggebracht.
- Evaluatieprogramma: geen informatie bekend.

#### Meer informatie

- Literatuur:
  - Richtlijn openbare verlichting natuurgebieden, Publicatie 112 van CROW, 1997.
  - Wegverlichting en natuur, een literatuurstudie naar de werking en effecten van licht en verlichting op de natuur, DWW ontsnipperingsreeks deel 34, DWW, juli 1997.
  - Dynamische openbare verlichting (DYNO), covernota, AVV, januari 1999.
  - Beleidsnota Openbare Verlichting op Rijkswegen (Concept), AVV, oktober 2001.
  - fysiologische en psychologische verblinding, AVV, Folles, et al. / Ellen van Bergen, TNO-TM.
- Praktijkvoorbeelden: geen informatie bekend.
- Pilots: Proefproject DYNO, uitgevoerde door AVV in samenwerking met TNO-MT, Volker Stevin R&T, KNMI, Hogenboom, Philips, Poort en

- Studies:                      Meteo Consult, 1999.  
                                     geen informatie bekend.

**Naam van de maatregel**

Schermen

Zie de maatregelbladen voor diverse schermen (46 tot en met 52) in paragraaf 4.3  
Geluidsoverlast.



## **7.7 Externe veiligheid**





**Naam van de maatregel**

Routering vervoer gevaarlijke stoffen.

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Niet toelaten van gevaarlijke stoffen op een bepaald traject door de stroom te verplaatsen naar een gunstiger traject.
- Doel: Verminderen externe risico's tot een acceptabel niveau.
- Noodzaak:
  - bij overschrijding van de normen voor de kans dat een ongeval met een transport van gevaarlijke stoffen de dood veroorzaakt van één (plaatsgebonden risico (PR)) of meerdere personen (groepsrisico (GR)) die niet direct bij het ongeval waren betrokken, zonder dat de slachtoffers invloed hadden op het risico dat ze liepen. De bevoegdheid tot routering ligt bij de minister van V&W, provincies en gemeenten;
  - routeplichtige stoffen uit het Reglement Vervoer over Land van Gevaarlijke Stoffen mogen alleen langs bepaalde routes worden vervoerd, die door de minister van V&W, provincies en gemeenten worden aangewezen.
- Varianten: n.v.t.
- Toepassingsgebied: Daar waarin de huidige of toekomstige situatie:
  - sprake is van overschrijding van de normen voor plaatsgebonden en/of groepsrisico;
  - (veel) gevaarlijke stoffen vervoerd worden;
  - een weg de bebouwde kom doorsnijdt.
- Status: In principe is het hele hoofdwegennet opengesteld voor het vervoer van gevaarlijke stoffen, met uitzondering van langere tunnels zoals de Coentunnel en de Beneluxtunnel. Voor de overige tunnels wordt onderscheid gemaakt tussen categorie 0 tunnels, waarin alles is toegestaan en in categorie 1 tunnels, waarin brandgevaarlijke stoffen zijn toegestaan. Daarnaast is de verpakkingsgrootte van belang. Momenteel is er landelijk discussie over het toepassen van routering op het hoofdwegennet.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: Aanbrengen bebordingssysteem.
  - Voorbereiding: Risico-inventarisatie: inzicht in het PR en het GR kan als volgt verkregen worden:
    - in de Risicoatlas wegverkeer, AVIV (1997) wordt een indicatie gegeven van (bijna) knelpunten ten aanzien van externe veiligheid langs wegen;
    - tellingen kunnen een indicatie geven van de hoeveelheden en soorten gevaarlijke stoffen die worden vervoerd. Vervoer van brandbare gassen (LPG) is vaak de risicobepalende factor voor het GR. Voor het PR zijn dat de brandbare vloeistoffen. Samen met onder andere verkeersgegevens en gegevens over de bevolkingsdichtheid kunnen mogelijke knelpunten in kaart worden gebracht. Daarnaast is het zinnig om na te gaan welke mogelijkheden hulpverlenings- en rampbestrijdingsdiensten hebben bij ongevallen;
    - in principe kan de externe veiligheid kwalitatief of semi-kwantitatief bepaald worden. De Handreiking externe veiligheid vervoer gevaarlijke stoffen geeft hiervoor vuistregels. Alleen in (bijna) knelpuntsituaties zijn berekeningen noodzakelijk. Berekeningen kunnen worden uitgevoerd met de IPO RisicoBerekeningsMethodiek (IPO-RBM).
- RWS heeft een signaalfunctie ten aanzien van externe veiligheid. De bevoegdheid tot routing ligt bij de minister van V&W.
- Aandachtspunten bij het toepassen van de maatregel zijn:
- bepaald moet worden of de maatregel leidt tot onacceptabele risico's op de alternatieve route. Hierbij moet ook onderzocht worden of de alternatieve route leidt tot beperkingen in de uitbreidingsmogelijkheden voor nieuwe, kwetsbare bestemmingen;
  - het is zinnig om bij de voorbereiding lokale overheden, hulpverleners en rampenbestrijders te betrekken. Zij kunnen nuttige inzichten bieden en de eigen mogelijkheden in geval een ongeluk optimaliseren;
  - wanneer in de nieuwe situatie meer kilometers moeten worden gereden, moet bepaald worden of die extra tijd en extra brandstof in alle redelijkheid opwegen tegen de veiligheidswinst, waarbij de veiligheid voorop staat;
  - voldoen aan de normen voor externe veiligheid betekent niet automatisch hetzelfde als veilig. De normering gaat namelijk uit van een overlijdensrisico, een risico op ernstig gewonden wordt niet beschouwd.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: de kosten van het plaatsen van één verkeersbord bedragen circa € 500,00.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: een verkeersbord moet 1 maal per 5 jaar vervangen worden;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming

- opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Externe veiligheid	+		Afname van het plaatsgebonden risico en van het groepsrisico.
Natuur en landschap			
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Door wijzigingen in routing kan de intensiteit in zeer geringe mate afnemen op de ene weg en toenemen op de andere weg (verleggen van verkeersstromen). Er gaat echter een groter effect uit van de wijzigingen in de samenstelling van het verkeer, door een toename van vrachtauto's op een bepaalde weg neemt de capaciteit van deze weg af.

N.B. alleen bij grote vervoersstromen is sprake van dit effect. Normaliter zal dit effect vrijwel nihil zijn.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Het verminderen van de stroom van vrachtvoertuigen met gevaarlijke stoffen kan tot gevolg hebben dat de onderlinge snelheidsverschillen tussen de diverse voertuigen gaan afnemen. De kans op een ongeval waarbij een transportvoertuig met gevaarlijke stoffen betrokken is neemt daardoor af. De mate waarin deze kans afneemt is onder andere afhankelijk van de afname van het aantal voertuigen met gevaarlijke stoffen, de mate van onderlinge snelheidsverschillen en de verzadigingsgraad van de weg (wel of geen file). Gerealiseerd moet worden dat aanpassingen in de routing van gevaarlijke stoffen kan leiden tot een verschuiving van het verkeersveiligheidsprobleem, maar dat ook sprake kan zijn van zekere risicospreiding.

#### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend

#### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: Maatregelen waarbij de rijstrook smaller wordt zoals herindeling dwarsprofiel/dynamische rijbaanindeling, plusstrook en spitsstrook.

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| - Ondersteunende andere maatregelen: | Maatregelen die de verkeersveiligheid bevorderen zoals: <ul style="list-style-type: none"> <li>- vluchthavens/vluchtstroken;</li> <li>- maatregelen die de kans op ongevallen verkleinen, bijvoorbeeld verlagen ritdynamiek, verlagen maximumsnelheid, doelgroepstrook (vrachtwagens) en een inhaalverbod voor vrachtverkeer;</li> <li>- maatregelen die eventuele gevolgen van ongevallen voor de omgeving kunnen beperken zoals geluidsschermen (afscherming tegen warmtestraling) en aardenwallen (kunnen drukgolf tegenhouden, maar deze in sommige gevallen door reflectie ook versterken).</li> </ul> |
| - Aandachtspunten bij aanleg:        | geen informatie bekend  |
| - Aandachtspunten bij beheer:        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- groei van de transportstroom op de alternatieve route kan op den duur leiden tot een afname van de externe veiligheid;</li> <li>- de basisgegevens over een transportroute voor gevaarlijke stoffen zijn relevant voor een goede rampenbestrijding. Het gaat dan bijvoorbeeld om aantallen transporten en om welke stoffen het gaat.</li> </ul>  |
| - Evaluatieprogramma:                | geen informatie bekend  |

#### Meer informatie

- |                        |  |
|------------------------|--|
| - Literatuur:          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- VNG, <i>"Handreiking externe veiligheid vervoer gevaarlijke stoffen"</i>, 1998;</li> <li>- Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer i.s.m. Dienst Weg- en Waterbouwkunde, <i>"Leidraad Milieueffecten van benuttingsmaatregelen"</i>, december 2001.</li> </ul>                         |
| - Praktijkvoorbeelden: | geen informatie bekend   |
| - Pilots:              | geen informatie bekend   |
| - Studies:             | <p>Project Veiligheid Vervoer over de Weg (VeVoWeg), Bouwdienst Rijkswaterstaat, 1998.</p> <p>Project Rompnet, regulering van het wegennet zodat een belangrijke veiligheidswinst is te boeken vanwege de optimale aansturing van het vervoersproces en vanwege het terugbrengen van indirect ruimtebeslag rondom de infrastructuur.</p> |

**Naam van de maatregel**

Vluchthavens / vluchtstroken

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Aanleggen van vluchthavens of vluchtstroken in situaties waar deze (tijdelijk) niet aanwezig zijn. Op vluchthavens en vluchtstroken kan in geval van nood of pech buiten de rijbaan worden gestopt. Vluchtstroken bieden daarnaast vrije ruimte voor hulpdienstvoertuigen bij calamiteiten.
- Doel: Verminderen externe risico's tot een acceptabel niveau.
- Noodzaak: Op basis van eisen gesteld vanuit de verkeersveiligheid.
- Varianten:
  - vluchthavens;
  - vluchtstroken.
- Toepassingsgebied: Daar waar vluchtstroken (tijdelijk) ontbreken, bijvoorbeeld bij een spitsstrook en vluchtstrookgebruik door speciale doelgroepen.
- Status: Wordt regelmatig toegepast, weinig informatie bekend.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: Vluchthavens:
  - de onderlinge afstand is 1.000 tot 2.000 m (indicatie), afhankelijk van de verkeersintensiteit, aanwezigheid van verzorgingsplaatsen en andere plaatselijke omstandigheden;
  - vluchthavens worden bij voorkeur voorzien van een praatpaal, waarbij de inzittenden op voldoende afstand van de rijbaan moeten kunnen wachten op de hulpverlening;
  - aanbrengen bebordingssysteem.Vluchtstroken:
  - de breedte van de vluchtstrook bedraagt normaal 2,45 m en is gedimensioneerd op de afmetingen van een personenauto. de totale breedte van de verharding moet het mogelijk maken dat een stilstaande vrachtauto met lage snelheid kan worden gepasseerd. De breedte is maximaal 3,40 m (gedimensioneerd op stilstaande vrachtauto);
  - de vluchtstrook dient in relatie tot de functie en eventueel in samenhang bij gebruik bij werk in uitvoering voldoende daadkrachtig te worden uitgevoerd.
- Voorbereiding: Wanneer sprake is van wijziging of uitbreiding van een hoofdweg moet een tracé-/m.e.r.-procedure gevolgd worden.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: geen informatie bekend.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: geen informatie bekend;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: geen informatie bekend

## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Externe veiligheid	+	Effect is niet rekenkundig te bepalen	Afname van het plaatsgebonden en groepsrisico.
Natuur en landschap	?	Mogelijk verlies van natuurwaarden door vernietiging van een deel van de berm.	Biotoopverlies: afname van het aantal vierkante meters aan leefgebied.
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit			

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Over het algemeen kan gesteld worden dat hoe meer ruimte wordt gegeven aan automobilisten hoe hoger de kans is dat men harder gaat rijden. Door vluchthavens wordt de vrije ruimte vergroot met als gevolg dat de snelheid toeneemt. De toename speelt mogelijk alleen bij de pechhaven zelf, waar dan sprake is van een ander rijgedrag.

### Effecten op de verkeersveiligheid

Er zijn geen effecten bekend van vluchthavens op de verkeersveiligheid. Effecten van vluchstroken zijn:

- vermindering van kop/staart ongevallen tijdens filevorming door stilgevallen voertuigen;
- vermindering van het aantal ongevallen met hulpdienstvoertuigen op de aanrijroutes naar calamiteiten;
- verlaging van de aanrijtijd door hulpdienstvoertuigen.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- Strijdige andere maatregelen: Maatregelen waarbij de rijstrook smaller wordt zoals herindeling dwarsprofiel/dynamische rijbaanindeling, plusstrook en spitsstrook.
- Ondersteunende andere maatregelen:
  - routing vervoer gevaarlijke stoffen;
  - maatregelen die de kans op ongevallen verkleinen, bijvoorbeeld verlagen ritdynamiek, verlagen maximumsnelheid, doelgroepstrook (vrachtwagens) en een inhaalverbod voor vrachtverkeer;
  - aanvullende veiligheidsvoorzieningen zoals extra detectie en camerabewaking;
  - maatregelen die eventuele gevolgen van ongevallen voor de omgeving kunnen beperken zoals geluidsschermen (afscherming tegen warmtestraling) en aardenwallen (kunnen drukgolf tegenhouden, maar deze in sommige gevallen door reflectie ook versterken).

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| - Aandachtspunten bij aanleg: | - bij aanleg van vluchthavens zal een gedeelte van de berm vernietigd worden. Hierdoor kunnen natuurwaarden (gebieden en soorten) verloren gaan. Doorgaans is de berm niet compensatieplichtig. Verstoring die tot buiten de berm reikt kan wel compensatieplichtig zijn. |
| - Aandachtspunten bij beheer: | geen informatie bekend  |
| - Evaluatieprogramma:         | geen informatie bekend  |

**Meer informatie**

- |                        |  |
|------------------------|--|
| - Literatuur:          | - CROW, <i>"Handboek Wegontwerp wegen buiten de bebouwde kom, Basiscriteria"</i> , CROW-publicatie 164a, februari 2002.  |
|                        | - CROW, <i>"Handboek Wegontwerp wegen buiten de bebouwde kom, Stroomwegen"</i> , CROW-publicatie 164b, februari 2002.  |
|                        | - Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer i.s.m. Dienst Weg- en Waterbouwkunde, <i>"Leidraad Milieueffecten van benuttingsmaatregelen"</i> , december 2001. |
| - Praktijkvoorbeelden: | geen informatie bekend   |
| - Pilots:              | geen informatie bekend   |
| - Studies:             | Project Veiligheid Vervoer over de Weg (VeVoWeg), Bouwdienst Rijkswaterstaat, 1998.  |





## 7.8 Energie



**Naam van de maatregel**

Zonnecollectoren (PV)

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Toepassing van zonnecellen (zogenaamde foto-voltaïsche (PV) systemen) is een techniek om uit zonnestraling elektriciteit op te wekken.
- Doel: Energiebesparing door de winning van duurzame energie op en langs de snelweg.
- Noodzaak: Winning van duurzame energie past binnen het concept duurzaam bouwen en het doel van het rijk om in 2004 tenminste 10% duurzame energie af te nemen.
- Varianten:
  - autonome PV-systemen: systemen die (direct en/of via opslag in accu's) stroom leveren aan stand-alone apparatuur;
  - netgekoppelde PV-systemen: systemen die de opgewekte energie (of het surplus daaraan) toevoeren aan het reeds bestaande elektriciteitsnet.
- Toepassingsgebied: In principe overal. Autonome PV-systemen kunnen toegepast worden op locaties waar netwerkvoorziening niet voorhanden is of waar aankoppeling aan het net te duur wordt geacht. Autonome PV-systemen kunnen overwogen worden voor alle locaties waar nu een aggregaat wordt ingezet en daar waar slechts een klein vermogen noodzakelijk is. Mogelijk interessante (toekomstige) toepassingen van autonome PV-systemen zijn:
  - seinen met zonnecellen in combinatie met LED's. Geschikte toepassingen zijn installaties die slechts een beperkte tijd aanstaan, bijvoorbeeld waarschuwingsseinlampen voor beweegbare bruggen;
  - reflectoren of lichtindicatoren in wegdek of op paaltjes langs de snelweg uitgerust met een lichtbron en een accu. Het licht wordt in de richting van het verkeer uitgezonden door middel van een speciaal ontworpen optisch systeem;
  - verkeersgeleidingssysteem boven de weg;
  - energievoorziening van gebouwen en apparatuur die gebruikt worden voor wegonderhoud;
  - waarschuwingssysteem voor mistbanken in combinatie met lichtindicatoren.Netgekoppelde PV-systemen kunnen ingezet worden voor grootschalige energieopwekking. Mogelijke toepassingen van netgekoppelde PV-systemen zijn:
  - zonnecellen op geluidsschermen, dit is naar waarschijnlijk één van de meest belovende toepassingen. Hierbij zijn varianten mogelijk in hoogte op of langs het scherm en oriëntatie op windrichting. Ook kan gekozen worden voor dubbel werkende zonnepanelen (doorzichtige basis zodat het zonlicht van beide kanten de cellen kan bereiken);
  - informatiepanelen (DRIP) met zonnecellen.
- Status: Nog in een experimenteel stadium.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - autonome PV-systemen hebben vrijwel altijd een geringe opbrengst. Bij groter gebruik kan een combinatie met kleine windgeneratoren aantrekkelijk zijn. Deze leveren ook in de winter energie, waardoor de zonnecellen kleiner kunnen zijn en per saldo minder investeringen nodig zijn;
  - autonome PV-systemen hebben meestal een gering ruimtebeslag;
  - mogelijke nadelen van autonome PV-systemen zijn de afhankelijkheid van de heersende weersgesteldheid waardoor beperkingen kunnen optreden aan de hoeveelheid opgewekte elektriciteit.
- Voorbereiding: Overwogen kan worden om zonnecellen aan te brengen op schermen die nu, als gevolg van de toename van het verkeer, het geluid onvoldoende terugbrengen om zodoende wel aan de normen te voldoen.
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering:
    - sein met zonnecellen: circa € 225,00 per jaar meer dan een sein zonder zonnecellen. Wanneer meer dan 160 m kabel moet worden aangelegd, zijn de kosten lager dan bij conventionele energievoorziening;
    - geluidsscherm met zonnecellen: circa € 900.000-1.300.000 per km.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: geen informatie bekend;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: Geluidsscherm met een netgekoppeld PV-systeem van 1 km lengte, 2 m hoogte, piekvermogen van  $95 \text{ W}_p/\text{m}^2$  en productiekosten per  $\text{W}_p$  van 4,5-7 €. De aanlegkosten worden sterk bepaald door de omstandigheden ter plaatse. Bij gebruik van een autonoom PV-systeem wordt bespaard op de investeringskosten voor aanleg van een gebruikelijke installatie.
- Peiljaar: 2000.

## Verwachte effecten

### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Energie	+	De maatregel heeft een positief effect op het thema energie: met behulp van zonnecellen wordt duurzame energie opgewekt. De opbrengst is afhankelijk van het type systeem (autonoom of netgekoppeld) en van de oriëntatie van de cellen. De voordelen van netgekoppelde PV-systemen op geluidsschermen zijn vermogen (100 W <sub>p</sub> per m <sup>2</sup> ) en geen verder ruimtebeslag of horizonvervuiling. De mogelijke opbrengst wordt bepaald door het beschikbare oppervlak, de oriëntatie van het geluidsscherm, de hoeveelheid inkomende zonnestraling en het effect van eventueel aanwezige schaduw. De optimale oriëntatie is zuid onder een hoek van 30% met de horizontaal tot 45%. De jaarlijkse opbrengst van een scherm van 1 km lengte, een hoogte van 2 m, panelen georiënteerd op het zuiden en een piekvermogen van het PV-paneel van 95 W <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> is circa 540 GJ. Schermen die niet precies op het zuiden zijn gericht brengen minder op maar dat verschil is niet groot (in de orde van procenten). Dubbelwerkende zonnepanelen brengen meer op, bij een optimale oriëntatie ongeveer 115%.	CO <sub>2</sub> -uitstoot in Mton per jaar en MJ.
Natuur en landschap			
Bodem			
Geluid	+	De maatregel kan een positief effect hebben op het thema geluid: zonnepanelen kunnen zodanig boven op een scherm geplaatst worden dat ze een bijdrage leveren aan de geluidsbepijking (zie ook de maatregelbladen van de verschillende geluidsschermen).	Afname van woningen met grenswaarden van meer dan - 70 dB(A); - 65 dB(A); - 60 dB(A).  Afname van de geluidsbelasting van de EHS / stiltegebieden (locatiespecifiek).
Luchtkwaliteit	+	De maatregel kan een positief effect hebben op het thema luchtkwaliteit: zonnepanelen kunnen zodanig boven op een scherm geplaatst worden dat ze een bijdrage leveren aan de menging van emissies over een grotere hoogte als gevolg van de afscherpende werking van het scherm (zie ook de maatregelbladen van de verschillende geluidsschermen). Daarnaast vervangt de duurzaam opgewekte elektriciteit een evenredig aandeel conventionele stroom, waarmee schadelijke emissies (CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , fijn stof, VOS) worden vermeden. Dit gebeurt echter niet op de locatie zelf, maar daar waar de energie wordt opgewekt.	Uitstoot SO <sub>2</sub> , VOS, NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> (Mton per jaar), fijn stof (= PM <sub>10</sub> ), NO <sub>2</sub> en HC.

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

### Effecten op de bereikbaarheid

Worden niet verwacht.

### Effecten op de verkeersveiligheid

Worden niet verwacht.

### Opmerkingen effecten

- Mogelijke neveneffecten: geen informatie bekend
- Perceptie van de maatregel door gebruikers: geen informatie bekend



**Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit**

- Strijdige andere maatregelen: geen informatie bekend
- Ondersteunende andere maatregelen: Het onderhoud van lichtinstallaties uitbreiden met een extra, tussentijdse, schoonmaakbeurt. Hierdoor kan het geïnstalleerde vermogen, en daarmee het energieverbruik, met enkele procenten worden teruggebracht.
- Aandachtspunten bij aanleg: De bereikbaarheid van de schermen voor technisch onderhoud.
- Aandachtspunten bij beheer en onderhoud:
  - vandalisme is een aandachtspunt. Dit kan voorkomen worden door de zonnecellen “onzichtbaar” te integreren;
  - het niet schoonmaken van zonnecellen leidt tot een verlies aan opbrengst (circa 10% opbrengstverlies na één jaar). Bij een voldoende grote hoek met de horizontaal (>15%) is de reinigende werking van de opvallende regen voldoende om dit effect te beperken;
  - autonome PV-systemen vragen doorgaans weinig onderhoud.
- Evaluatieprogramma: Evaluatie opbrengst: verzamelen en interpreteren van gegevens over de opbrengst in relatie tot de technische kenmerken van het systeem en in relatie tot de kosten.

**Meer informatie**

- Literatuur: Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, “*Het energieke Wegdek*”, december 2000.
- Praktijkvoorbeelden:
  - geluidsscherm met zonnestroom langs de A27 ter hoogte van De Bilt. De zonnepanelen zijn boven op het scherm aangebracht, zodanig dat ze ook een bijdrage leveren aan de geluidsbepierking. De oriëntatie van de panelen is westzuidwest. De productie is ongeveer 119 GJ per jaar, en wordt aan het net geleverd;
  - ook in andere Europese landen worden PV-systemen op geluidsschermen aangebracht. Interessante projecten zijn te vinden in Zwitserland, Oostenrijk en Duitsland.
- Pilots: Langs de A9 bij Ouderkerk aan de Amstel zijn 2.160 zonnepanelen geplaatst in het bovenste gedeelte van een geluidsscherm. Het is een netgekoppeld systeem. De panelen hebben een vermogen van 220 kW<sub>p</sub> en produceren 634 GJ per jaar. De oriëntatie van het scherm is zuidzuidwest georiënteerd. Om het vuil worden te voorkomen is de hellingshoek van de panelen tamelijk rechtop (50°).
- Studies: Energiebesparing in Grond-, Weg- en Waterbouw van Rijkswaterstaat en Novem.

**Naam van de maatregel**

Warmteterugwinning uit asfalt

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Asfalt wordt heet in de zomer (tot 50 à 60°C) doordat het grote donkergekleurde oppervlak warmte absorbeert. Deze warmte wordt aan het asfalt onttrokken door een systeemvloeistof onder het wegdek door te pompen. In de zomer wordt de opgewarmde systeemvloeistof gekoeld door grondwater afkomstig uit een koude bron. Het opgewarmde grondwater wordt daarna opgeslagen in een warme bron. In de winter wordt daaruit relatief warm grondwater onttrokken om de nu koude systeemvloeistof te verwarmen. Het afgekoelde grondwater wordt vervolgens weer opgeslagen in een koude bron (warmte-koudeopslag in de bodem).
- Doel: Energiebesparing door de winning van duurzame energie op en langs de snelweg.
- Noodzaak: Winning van duurzame energie past binnen het concept duurzaam bouwen en het doel van het rijk om in 2004 tenminste 10% duurzame energie af te nemen. Opgemerkt wordt dat energiewinning niet tot de kerntaken van RWS behoort. Energiewinning zal dus door een derde partij uitgevoerd moeten worden, waarbij RWS kan faciliteren.
- Varianten:
  - warmterugwinning door middel van watervoerende buizen in het wegdek;
  - warmterugwinning door middel van een systeem waarbij water door een poreuze laag ZOAB, die boven is afgesloten door een laag dicht asfalt stroomt (ZOWAB). Vooralsnog wordt niet gedacht aan toepassing bij auto(snel)wegen.
- Toepassingsgebied: In principe overall, afhankelijk van hetgeen met het surplus aan warmte gedaan wordt. Mogelijke toepassingen zijn:
  - verwarming van woningen en kantoren;
  - verwarmen van het wegdek in de winter, waardoor minder strooiacties nodig zijn;
  - verlengen van de levensduur en verminderen van het onderhoud van de weg. Doordat het asfalt in de zomer minder heet wordt, treedt minder spoorvorming op.
- Status: Nog in een experimenteel stadium. RWS volgt de pilootprojecten die de leveranciers momenteel uitzetten. Op dit moment is warmteterugwinning uit asfalt nog niet direct geschikt voor het hoofdwegennet, er bestaat nog onzekerheid over de technische voor- en nadelen, financiering van meerkosten en de afname van het energiesurplus.



**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten:
  - een ingebouwd buizensysteem kan constructieve risico's met zich meebrengen;
  - eventuele negatieve effecten van de buizen op levensduur en onderhoud kunnen mogelijk worden opgeheven door een versterkend rooster;
  - er is weinig bekend over de eventuele invloed van temperatuurschommelingen op de structurele levensduur;
  - een punt van aandacht bij ZOWAB is stripping (het loslaten van de bitumenhuid van het steenskelet);
  - de invloed van warmteterugwinning uit asfalt op de spoorvorming van deklagen bij ZOAB is onbekend. Het effect op rafeling (het loslaten van materiaal uit het oppervlak) is naar verwachting zeer klein (het onderhoudsbudget wordt bij ZOAB in grote mate bepaald door rafeling).
- Voorbereiding:

Voor de voorbereiding worden de volgende stappen aanbevolen:

  - uitvoeren van een globale kosten-batenanalyse met onderscheid in situaties met en zonder afnemers om de financiële haalbaarheid te bepalen;
  - als het systeem niet rendabel is, nagaan of de waardering van niet in geld uit te drukken baten (zoals het milieuvoordeel) de toepassing rechtvaardigt;
  - onderzoeken van de technische haalbaarheid;
  - aanleggen van een proefvak met daarin een volledig systeem;
  - als de toepassing technisch haalbaar is, onderzoeken of het systeem ook vanuit organisatorisch en juridisch oogpunt haalbaar is;
  - wanneer besloten de maatregel toe te passen, onderzoeken wat het effect vanwege locatiespecifieke aspecten op de haalbaarheid is;
  - actief lopende pilots en ontwikkelingen volgen.

Aandachtspunten bij de voorbereiding:

  - afhankelijk van onttrekkings- en infiltratiedebiet en van de provincie kan in het kader van de grondwaterwet voor warmte-koudeopslag in de bodem een vergunning nodig zijn;
  - de afstand tussen bron en afnemer mag niet te groot zijn. Wanneer afnemers ontbreken moet de hoeveelheid te winnen warmte goed afgestemd worden op de warmtebehoefte in de winter, zodat de warmtebalans in de bodem niet verstoord wordt;
  - als er wel afnemers zijn moeten heldere afspraken gemaakt worden over verdeling van taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden, kosten, risico's, levering en leveringsvoorwaarden;
  - als het systeem faalt, kan dat leiden tot claims van de afnemers van het surplus aan warmte of (bij optredende gladheid) tot claims van de weggebruikers;
  - een enkele of een versnipperde toepassing van de maatregel is voor gladheidbestrijding niet interessant. Uitzondering hierop vormt mogelijk de toepassing op kunstwerken en toe- en afritten die gevoeliger zijn voor gladheid.

- Realisatietijd: De realisatietijd is onder meer afhankelijk van het aantal betrokkenen (denk ook aan afnemers), de nog te onderzoeken kennisleemtes en de aanlegmethode.

### Kosten

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: de aanleg van een buizensysteem (inclusief aquifers en transportleidingen) kost circa 57 à 79 EUR/m<sup>2</sup>, afhankelijk van de locatie en het aantal m<sup>2</sup>.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: geen informatie bekend;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- Baten  
Uit onderzoek (literatuurverwijzing 1) blijkt dat de op dat moment bekende opbrengsten uit eventuele verkoop en eventuele besparingen op gladheidsbestrijding en spoorvormingsgerelateerd onderhoud niet voldoende zijn om de kosten van het systeem terug te verdienen. Mogelijk kunnen de niet in geld uit te drukken baten (milieuvordelen en imago RWS) de toepassing van het systeem wel rechtvaardigen.
- In de kostenraming opgenomen aspecten: geen informatie bekend
- Peiljaar: 2000

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Energie	+	De maatregel heeft een positief effect op het thema energie: met behulp van warmteterugwinning uit asfalt wordt op duurzame wijze energie opgewekt.	Vermindering van de CO <sub>2</sub> -uitstoot (Mton per jaar) en van het energieverbruik (MJ)
Natuur en landschap	+	Wanneer de maatregel wordt gebruikt als gladheidsbestrijding komt er minder wegzout in het milieu terecht.	
Bodem-kwaliteit	+	Wanneer de maatregel wordt gebruikt als gladheidsbestrijding komt er minder wegzout in het bodem terecht.	
Geluidsoverlast			
Lucht-kwaliteit	+	De maatregel heeft een positief effect op het thema luchtkwaliteit: de duurzaam omgewekte elektriciteit vervangt een evenredig aandeel conventionele stroom, waarmee schadelijke emissies (CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , fijn stof, VOS) worden vermeden. Dit gebeurt echter niet op de locatie zelf, maar daar waar de energie wordt opgewekt.	Uitstoot SO <sub>2</sub> , VOS, NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> (Mton per jaar), fijn stof (= PM <sub>10</sub> ), NO <sub>2</sub> en HC.
Oppervlakte-waterkwaliteit	+	Wanneer de maatregel wordt gebruikt als gladheidsbestrijding komt er minder wegzout in het oppervlaktewater terecht.	

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

De bereikbaarheid wordt verbeterd als de maatregel er inderdaad toe leidt dat de frequentie van het onderhoud afneemt en gladheid over grotere wegvaklengtes kan worden voorkomen. Spoorvorming kan verstrend werken op de verkeersafwikkeling.

#### Effecten op de verkeersveiligheid

Een enkele of versnipperende toepassing heeft naar verwachting niet of nauwelijks effect op de verkeersveiligheid. Als warmterugwinning uit asfalt over een grotere lengte wordt toegepast zal met name de kans op ongevallen en de schade aan wegmeubilair ten gevolge van een glad wegdek gaan afnemen. De mate waarin deze afname optreedt is in belangrijke mate afhankelijk

van locale, specifieke omstandigheden zoals de weersomstandigheden (temperatuur, neerslag en dergelijke).

#### Opmerkingen effecten

- |   |   |
|---|---|
| - Mogelijke neveneffecten:                    | Toepassing van de maatregel heeft in potentie een positief effect op het imago van RWS. |
| - Perceptie van de maatregel door gebruikers: | geen informatie bekend  |

#### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| - Strijdige andere maatregelen:      | geen informatie bekend  |
| - Ondersteunende andere maatregelen: | geen informatie bekend  |
| - Aandachtspunten bij aanleg:        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- het rendement van de warmtewisselaars is afhankelijk van de intree- of uittree-temperatuur en het debiet;</li> <li>- bij het opslaan van warmte in de bodem treedt temperatuursvereffening (daling) op. Bij temperaturen boven ongeveer 30 °C wordt de dichtheid van de opgeslagen warme watermassa zo laag dat convectiestromingen gaan optreden, waardoor de warmte-uitwisseling met de omgeving toeneemt. De meeste ontwikkelaars streven daarom naar een uittree-temperatuur tussen de 20 en 25 °C.</li> </ul> |
| - Aandachtspunten bij beheer:        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- een buizensysteem ligt zodanig diep dat de deklaag normaal kan worden vervangen. Wanneer een uitvullaag moet worden aangebracht, zal het systeem plaatselijk dieper in de constructie komen te liggen en daardoor minder effectief worden;</li> <li>- een voordeel van ZOWAB is dat de watervoerende asfaltlaag uit één materiaal is opgebouwd en daardoor gemakkelijk te recyclen is.</li> </ul>  |
| - Evaluatieprogramma:                | Aandachtspunten bij evaluatie en verder onderzoek zijn kennisleemten in de financiële haalbaarheid, de technische haalbaarheid en de organisatorische en juridische haalbaarheid.   |

#### Meer informatie

- |                        |  |
|------------------------|--|
| - Literatuur:          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rijkswaterstaat, Bouwdienst / Dienst weg- en waterbouwkunde, <i>“Warmteterugwinning uit asfalt, Hoofdrapportage, Inventarisatie systemen, relevante aspecten en leemten in kennis”</i>, 2000.</li> <li>- Rijkswaterstaat, Bouwdienst / Dienst weg- en waterbouwkunde, <i>“Warmteterugwinning uit asfalt, Commentaar ontwikkelaars op hoofdrapportage, Inventarisatie systemen, relevante aspecten en leemten in kennis”</i>, 2000.</li> </ul> |
| - Praktijkvoorbeelden: | Asfaltcollector in de rondweg op het industrieterrein Ecofactorij in Apeldoorn.  |

- Pilots:
  - test bij de Haringvlietsluizen waarbij het wegdek 's zomers met een collector systeem werd gekoeld en 's winters werd verwarmd om schade door krimpen en uitzetten te voorkomen;
  - asfaltproefvak in de provinciale weg N34 bij Zuidlaren, waarin voor de temperatuurregulering buizen zijn ingebouwd;
  - zes proefvakken op het Business Park Arnhem. Hier heeft KEMA in samenwerking met KWS ZOWAB aangebracht;
  - commerciële asfaltcollector in Scharwoude. De energie wordt gebruikt voor koeling en verwarming van een kantoorgebouw en een laboratorium.
- Studies: Energiebesparing in Grond-, Weg- en Waterbouw van Rijkswaterstaat en Novem.

**Naam van de maatregel**

Dynamische wegverlichting.

**Omschrijving van de maatregel**

- Toelichting: Dynamische wegverlichting is het dynamisch schakelen van verlichting, zodat het verlichtingsniveau wordt aangepast aan de verkeers- en weersomstandigheden. Het aangeboden verlichtingsniveau is onder alle omstandigheden voldoende hoog, terwijl de weg niet onnodig sterk wordt verlicht.
- Doel:
  - energiebesparing op verlichting;
  - verminderen van verstoring van dieren door kunstlicht.
- Noodzaak:
  - energiebesparing is onderdeel van duurzaam bouwen. RWS heeft zichzelf tot doel gesteld te werken volgens het concept duurzaam bouwen, en streeft naar een energie-efficiëntieverbetering van 20% in de periode 1995-2010.
- Varianten:
  - schakelbaar tussen verschillende verlichtingsniveaus, bijvoorbeeld een systeem dat schakelt tussen normale verlichtingssterkte (100%) en een verlaagd verlichtingsniveau (20%);
  - traploos regelbaar.
- Toepassingsgebied: Zie ook het maatregelblad aanpassingen aan installaties.
- Status: Overal waar verlichting aanwezig is.  
Is enkele malen toegepast, weinig informatie aanwezig.

**Realiseerbaarheid**

- Technische aspecten: Om openbare verlichting dynamisch te kunnen schakelen zijn een aantal nieuwe elementen nodig. Dit betreft het verkrijgen van verkeers- en weergegevens, het schakelbaar of regelbaar (van 0% tot 100%) maken van de verlichting en de aansturing van de verlichtingsinstallatie.
- Voorbereiding: geen informatie bekend
- Realisatietijd: geen informatie bekend

**Kosten**

- Investeringskosten:
  - voorbereiding: geen informatie bekend;
  - uitvoering: circa € 108.000,00 per km, de meerkosten ten opzichte van standaard verlichting bedragen circa € 30.000,00 per km.
- Jaarlijkse kosten:
  - beheer- en onderhoudskosten: de energie- en milieukosten bedragen circa € 1.656,00 per km;
  - levensduur: geen informatie bekend.
- Baten  
De verwachting is dat landelijke toepassing van schakelbare verlichtingsregimes tot een jaarlijkse besparing op de energiekosten kan leiden van 500 tot 900 duizend EURO per jaar.

- In de kostenraming opgenomen aspecten: De kostprijsgegevens zijn afkomstig uit de praktijkproef op de A12 bij Gouda. De kostenraming is gebaseerd op: tweemaal een enkelzijdige mastopstelling, schakelbaar tussen 20 en 100%, masten met een 18 meter lichtpunthoogte, een grotere tussenafstand tussen de masten en SON-T plus 250W lampen. Verwacht wordt dat de kosten bij grootschaliger toepassing in de praktijk gunstiger zullen zijn. In deze praktijkproef bleek een systeem dat schakelt tussen normale verlichtingssterkte (100%) en een verlaagd verlichtingsniveau (20%) het meest kosteneffectief.
- Peiljaar: 1997.

### Verwachte effecten

#### Effecten op de leefbaarheid

Thema		Effect*	Indicator
Energie	+	Het energieverbruik van dynamische wegverlichting waarbij geschakeld kan worden tussen een laag en normaalverlichtingsniveau (gelijk aan conventionele installaties) is lager dan het energieverbruik van een conventioneel systeem. Zowel bij een proefproject op de A12 bij Gouda als bij toepassing van dynamische wegverlichting langs de A50 is een daling van het energieverbruik met 35% gemeten.	Vermindering van de CO <sub>2</sub> -uitstoot (Mton per jaar) en van het energieverbruik (MJ).
Natuur en landschap	+	Verwacht wordt dat door het aanpassen van installaties de verstoring van dieren door kunstlicht afneemt, maar er is geen literatuur aanwezig waarin de effecten van aanpassingen beschreven zijn. Wel zijn in de literatuur negatieve effecten van kunstlicht op de natuur beschreven. Kunstlicht lijkt met name een versturende werking te hebben op voortplanting, trek, rui, ruimtelijke oriëntatie en de verdeling van activiteiten over het etmaal van de fauna. Daarnaast trekt kunstlicht andere levensvormen aan.	
Bodem			
Geluid			
Luchtkwaliteit	+	De maatregel heeft een positief effect op het thema luchtkwaliteit: door energiebesparing nemen schadelijke emissies (CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , fijn stof, VOS) af. Dit gebeurt echter niet op de locatie zelf, maar daar waar de energie wordt opgewekt.	Uitstoot SO <sub>2</sub> , VOS, NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> (Mton per jaar), fijn stof (= PM <sub>10</sub> ), NO <sub>2</sub> en HC.
Lichthinder	+		Toename van het aantal strekkende kilometers met aangepaste wegverlichting.

\* + = positief effect, ? = effect onbekend, - = negatief effect, wit = geen effect/n.v.t.

#### Effecten op de bereikbaarheid

Bij een praktijkproef op de A12 bij Gouda bleek dat de gemiddelde rijnsnelheid iets toenam (circa 0,7 km/u) bij een situatie van geen licht naar verlichting. Conclusie van de proef was dat er ten aanzien van benutting geen verschil zal zijn ten opzichte van conventionele verlichting omdat het verlaagde niveau alleen wordt geschakeld bij lage verkeersintensiteit onder gunstige weersomstandigheden, met andere woorden wanneer afwikkeling en verkeersveiligheid niet in het geding zijn. Een gunstig effect van conventionele verlichting op afwikkeling zal dus ook bij dynamische wegverlichting optreden.

### Effecten op de verkeersveiligheid

Bij een praktijkproef op de A12 bij Gouda bleek dat het aandeel kritische situaties (korte volgtijden, korte TTC's) steeg met maximaal 1%. Conclusie van de proef was dat er ten aanzien van veiligheid geen verschil zal zijn ten opzichte van conventionele verlichting omdat het verlaagde niveau alleen wordt geschakeld bij lage verkeersintensiteit onder gunstige weersomstandigheden, met andere woorden wanneer afwikkeling en verkeersveiligheid niet in het geding zijn. Een gunstig effect van conventionele verlichting op veiligheid zal dus ook bij dynamische wegverlichting optreden.

### Opmerkingen effecten

- |   |  |
|---|--|
| - Mogelijke neveneffecten:                    | Uit de kosten-batenanalyse voor een proefproject op de A12 bij Gouda bleek de aanlegkosten voor een schakelbaar 20-100-systeem hoger zijn dan voor een conventioneel systeem, maar dat de energie- en milieukosten lager zijn. Op basis van de inrichting van de pilot is een terugverdientijd van 38 jaar berekend. |
| - Perceptie van de maatregel door gebruikers: | In een belevingsonderzoek voor een proefproject op de A12 bij Gouda bleek dat het concept dynamische wegverlichting een brede steun krijgt van automobilisten.   |

### Aandachtspunten voor optimalisatie effectiviteit

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| - Strijdige andere maatregelen:      | geen informatie bekend   |
| - Ondersteunende andere maatregelen: | geen informatie bekend   |
| - Aandachtspunten bij aanleg:        | Bij een traploos regelbare verlichting kan het verlichtingsniveau zover teruggeregeld worden dat in de stille uren als het geleide verlichting kan worden gebruikt. Hierdoor wordt de aanleg van geleideverlichting, de zogenaamde putslampjes die ook weer onderhoud vergen, voorkomen.   |
| - Aandachtspunten bij beheer:        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- de levensduur van lampen gebruikt voor dynamische wegverlichting is langer dan de levensduur van traditioneel gebruikte lampen;</li> <li>- bij het gebruik van een schakelregime moet de installatie getrapt uitgeschakeld worden, om een plotselinge overgang van verlicht naar onverlicht te voorkomen;</li> <li>- procedures voor een handmatige bediening van een schakelinstallatie moeten zodanig zijn dat de verlichting niet onnodig op een hoog niveau ingeschakeld blijft.</li> </ul> |
| - Evaluatieprogramma:                | geen informatie bekend   |

**Meer informatie**

- Literatuur: Dynamische openbare verlichting (DYNO), covernota, AVV, januari 1999.
- Praktijkvoorbeelden: Schakelbare systemen:
  - langs de rijksweg A50 tussen knooppunt Grijsoord en Ewijk met dimstanden op 100%, 50% en 20%;
  - het metro station Maaskade in Rotterdam, als hier een metro stopt wordt de verlichting in de hal geschakeld naar 100%;
  - in Ede-centrum is calamiteitenverlichting aangebracht volgens het DYNO-concept.Traploos regelbare systemen in aanleg:
  - bij het knooppunt Holsloot N34/N37 en het knooppunt Hoogeveen, in samenwerking met de provincie Drenthe;
  - langs de rijksweg A16 tussen Moerdijk en de Belgische grens. Hierbij wordt tevens monitoring op afstand als bijkomende onderhoudskostenverlaging toegepast.
- Pilots: Proefproject DYNO, uitgevoerd door AVV in samenwerking met TNO-MT, Volker Stevin R&T, KNMI, Hogenboom, Philips, Poort en Meteo Consult, 1999.
- Studies: geen informatie bekend





## 7.9 Verdroging



**Naam van de maatregel**

Zaksloot in plaats van bermsloot

Zie maatregelblad 13 Zaksloot in plaats van bermsloot in paragraaf 4.1 Natuur en landschap.

**Naam van de maatregel**

Bovengrondse infiltratievoorzieningen

Zie maatregelblad 60 Bovengrondse infiltratievoorzieningen in paragraaf 4.5  
Oppervlaktewaterkwaliteit.

**Naam van de maatregel**

Ondergrondse infiltratievoorzieningen

Zie maatregelblad 61 Ondergrondse infiltratievoorzieningen in paragraaf 4.5  
Oppervlaktewaterkwaliteit.

**Naam van de maatregel**

Aanpassen berminrichting

Zie maatregelblad 63 Aanpassen berminrichting in paragraaf 4.5 Oppervlaktewaterkwaliteit.

**Naam van de maatregel**

Aanpassen bermgrond

Zie maatregelblad 64 Aanpassen bermgrond in paragraaf 4.5 Oppervlaktewaterkwaliteit.





## **Bijlage 1**

### **Geraadpleegde literatuur**



## Geraadpleegde literatuur

A.C.W. Lambrechts, S.P. de Jong, Tauw bv, *"Leidraad aan- en afkoppelen verharde oppervlakken"*, basisdocument, 1997.

ANWB Verkeerstechnische Leergang, *"Verkeer(stechniek) en Milieu"*, 1990.

*Besluit Luchtkwaliteit*, 2001.

Bijlagen Rapport: "1 Landelijke Richtlijnen", "2 Eindrapportage Enquête Vast onderhoud", "3 Notitie IVON-WEB", "4 Aanpassingen meerjarenplanning Verhardingsonderhoud", "5 Onderbouwing, instandhouding, deelrapport toepassing ZOAB", "6 Efficiencyverslag communicatiefaciliteiten B&O droge infrastructuur", "7 Onderzoek fais-gegevens", "8 Programmering landelijke taken droge infrastructuur", "9 Kosten beheer en onderhoud DVM systemen", "10 Definities binnen het kader van wegbeheer 2000".

CE (Centrum voor energiebesparing en schone technologie), *"Luchtkwaliteit langs het Nederlandse snelwegennet in 2010, Analyse van knelpunten en oplossingen"*, 2000.

CML, Novem en het RIVM, *"Milieugerichte levenscyclusanalys van producten"*, achtergronden, 1992.

Commissie Integraal Waterbeheer, *"Afstromend Wegwater"*, 2002.

Commissie Integraal Waterbeheer, *"Rendementen en kosten behandeling van afstromend regenwater, achtergrondrapport bij CIW rapport behandeling wegwater Richtlijnen Ontwerp (niet) Autosnelwegen (RONA/ROA)"*.

CROW, Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, *"Standaard RAW Bepalingen 2000"*, 2000.

CROW, *"Het wegdek gecorrigeerd op akoestische eigenschappen"*, 1999.

CROW, *"Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen"*, 1998.

CROW, *"Verkeersgeluid geZOABsorbeerd"*, 1997.

CROW, Handboek Wegontwerp, Basiscriteria, publicatie 164 a, 2002.

CROW, Handboek Wegontwerp, Stroomwegen, publicatie 164 b, 2002.

CROW, Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur *Kennisontwikkeling in Verkeer Vervoer en Infrastructuur*, Milieu en verkeer, vervoer en infrastructuur, 1996.

CROW, Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, i.s.m. de Nederlandse Onderneming voor energie en Milieu NOVEM en het ministerie van Verkeer & Waterstaat, Reeks *"Verkeersmanagement Energie en Milieu"*.

CROW, NSVV, *"Richtlijnen openbare verlichting natuurgebieden"*, 1997.

CUR i.s.m. het Nationaal Dubo Centrum, *"Leidraad duurzaam ontwerpen grond-, weg- en waterbouw"*, Gouda, 1999.

---

CUR, *“Energiezuinig ontwerpen van civiele kunstwerken”*, energiezuinig ontwerpen van infrastructurele voorzieningen voor verkeer, vervoer en waterbeheersing, 1999.

CUR, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Natuurvriendelijke Oevers: Belasting en Sterkte”*, 2000.

CUR, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Natuurvriendelijke Oevers: Oeverbeschermingsmaterialen”*, 2000.

CUR, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Natuurvriendelijke Oevers: Fauna”*, 2000.

CUR, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Natuurvriendelijke Oevers: Vegetatie langs grote wateren”*, 2000.

CUR, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Natuurvriendelijke Oevers: Water- en overplanten”*, 2000.

D. A. Jonkers, *“Rijkswaterstaat beschermt de Oeverwaluw”*, 1990.

DHV Water bv, *“Floatlands, studierapport Integraal Waterbeheer nr. 12”*, 1992.

Duurzaam Bouwen Advies- en Kenniscentrum (DAK), *“DuBo nieuws”*, jaargang 1, nummer 1, 2000.

DWW wijzer, nummer 99, uitgave 2000.

DWW Wijzer, nummer 100, uitgave 2000.

ECN, *“Het energieke wegdek, Inventaristatie van duurzame mogelijkheden van energieopwekking langs de snelweg”*, 2000.

Elsevier Waterwijzer, *Hemelwater in de praktijk*.

*“Handboek Ruimtelijke Ordening en Milieu”*, editie 1998, 1998.

*“Handboek Ruimtelijke Ordening en Milieu”*, editie 2001/2002, 2002.

Hoegen, R., m.m.v. J. van der Marel, *“Tijd voor fundamentele keuzes”*, ROM-magazine, nr 21, 2001.

Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek INB-DLO, *“Effectiviteit van wildspiegels: een literatuurevaluatie”*, 1998.

J. Ddijisens, G. Schweitzer, J. Broers, A. Fluitman, Duurzaam Bouwen Advies- en Kenniscentrum (DAK), *“DuboCalc, beoordelingsinstrument ontwerpfase GWW-sektor”*, 2001.

J.Eising, *“Verslag werkbezoek elektronisch wildwaarschuwingssysteem Zwitserland”*, 1995.

K.P. Wilms en J.H. Dijkink, Koninklijke Wegenbouw Stevin bv, *“Geluidsreductie met dunne ZOAB”*, Asfalt nummer 2, 2000.

---

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, departement Leefmilieu en Infrastructuur, *“Vademecum Natuurtechniek, Inrichting en beheer van wegen”*, 1996.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, directie Natuurbeheer, *“Evaluatie-onderzoek ontsnippering van infrastructuur”*, 1999.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Utrecht, *“Milieu aspecten verkeer en infrastructuur”*, 1995 .

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *“Beleids-effectrapportage 1999”*, beleidseffectmeting Verkeer en Vervoer, 2000.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *“Ontsnippering Versnipperd Nederland”*, 1999.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *“Syllabus Verkeerskunde en Verkeersbeheersing”*, 2000.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *“Van A naar Beter”, Nationaal Verkeers- en Vervoersplan 2001 – 2020, Kabinetsstandpunt en Resultaten Inspraak en Advies”*, 2001.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *“Verkeersborden en Verkeersregels in Nederland”*, 2001.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, adviesdienst verkeer en vervoer *“Leidraad evaluaties verkeersbeheersingsmaatregelen”*, 1999.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *“Dynamische Openbare Verlichting (DYNO), covernota”*, 1999.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *“Kosten-batenanalyse dynamische wegverlichting, Analyse van verkeerskundige en overige effecten en toepassing op het hoofdwegennet”*, 1999.

Ministerie van Verkeer- en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, *“Energie-efficiencyverbetering, bij kunstwerken en technische installaties van Rijkswaterstaat, Plan van Aanpak”*, 1997.

Ministerie van Verkeer- en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, IBN-DLO, *“Herpetofauna en verkeerswegen: een literatuurstudie”*, versnippering deel 24, 1994.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, *“Milieueffecten van benuttingsmaatregelen”*, Eindrapport, 1999.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, directoraat-Generaal Rijkswaterstaat (Adviesdienst Verkeer en Vervoer), *“Netwerkprestaties van DVM-maatregelen”*, Project Evaluatie Effecten Verkeersbeheersingsmaatregelen EVA (deelrapport 2b), 2000.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Leidraad afvalstoffen Rijkswaterstaat”*, 2001.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Duurzaamheidsindicatoren, op tijd naar duurzaamheid”*.

---

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *“Beschrijving monitoringsstelsel NVVP”*, 2001.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Wegverlichting en natuur”*, Een literatuurstudie naar de werking en effecten van licht en verlichting op de natuur, DWW ontsnipperingsreeks deel 34, 1997.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, *“Duurzaam Bouwen: Doordacht Bouwen, duurzaam bouwen in de grond-, weg en waterbouwsector”*, 1998.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, *“Vijf jaar Duurzaam Bouwen bij Rijkswaterstaat: Inventarisatie van de vorderingen”*, 2000.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“HOUT, een volwaardig alternatief voor de grond weg en waterbouw”*, 1999.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, *Bouwen met meerwaarde, voorbeelden van duurzaam bouwen bij Rijkswaterstaat*, 1999.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Het gebruik van faunapassages langs watergangen onder rijkswegen in Nederland”*, DWW ontsnipperingsreeks deel 36, 1998.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Groot Onderhoud aan Snelwegen, onderhoudsadvisering asfaltbetonverhardingen”*, 1992.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Handleiding Wegenbouw Ontwerp Verhardingen”*, 1994.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Integrale afweging verhardingsvarianten Rijksweg 73 Zuid”*, 2000.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Het gebruik van faunapassages bij rijkswegen, Overzicht en onderzoeksplan”*, DWW ontsnipperingsreeks deel 29, 1996.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Geluidwerende voorzieningen langs Rijkswegen, MIT-prijsvraag, Modulaire geluidsschermen”*, 2000.

Ministerie Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu, *“Leidraad Riolerings”*, 1991.

Ministerie Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu i.s.m. het ministerie van Verkeer & Waterstaat, *“Milieu en Verkeer in Stedelijke gebieden”*, 1990.

*“Monitor NVVP”*.

Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie bv (NIBE), *“Milieuclassificatie Bouwmaterialen”*, 7<sup>e</sup> druk, 1993.

NS Railinfrabeheer, *“Naslagwerk fauna- en floravoorzieningen”*, Utrecht, 1995.

---

Programmabureau Duurzaam Bouwen GWW *“Cursus Duurzaam Bouwen in de Grond-, Weg-, en Waterbouw”*.

Programmabureau Duurzaam Bouwen GWW, *“Interactieve bijeenkomst “Duurzaam Bouwen voor Leefbaarheid”, verslag van een inspirerende dag”*, 2001.

Publicatie van Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Rijksbermen ... rijke bermen”*, 1999.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg en Waterbouwkunde, *“Geurhinder langs snelwegen”*, 1998.

Rijkswaterstaat, *“Nieuwsbrief Emissies, 6<sup>e</sup> jaargang, nr. 19”*, 2002.

Rijkswaterstaat, Advies dienst Verkeer en Vervoer, *“Effectiviteit van maatregelpakketten op wegvakniveau”*, Project evaluatie effecten verkeersbeheersmaatregelen EVA (deelrapport 2a), 2000.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer i.s.m. de Meetkundige Dienst, *“Verkeerskundige Architectuur Maatregelanalyse”*, Eindrapport, 2001.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *“Prognosticeren van netwerkeffecten van DVM-maatregelen”*, Project Evaluatie Effecten Verkeersbeheersingsmaatregelen EVA (deelrapport 2c), 2000.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *“Project Evaluatie Effecten verkeersbeheersingsmaatregelen (EVA)”*, Covernota, deelrapport 2d, 2000.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Leidraad Milieueffecten van benuttingsmaatregelen”*, 2001.

Rijkswaterstaat, Bouwdienst, *“De energieanalyse van inrichtingsvarianten voor aanpassing van de RW12”*, Duurzaam Bouwen Rijksweg 12, grondstoffen en energie, eindrapport, 2000.

Rijkswaterstaat, Bouwdienst, *“De energieanalyse van inrichtingsvarianten voor aanpassing van de RW12”*, Duurzaam Bouwen Rijksweg 12, grondstoffen en energie, Bijlagenrapport, 2000.

Rijkswaterstaat, Bouwdienst/Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Warmtewinning uit asfalt, hoofd rapportage”* 2000.

Rijkswaterstaat, Bouwdienst/Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Warmtewinning uit asfalt, commentaar ontwikkelaars op hoofd rapportage”* 2000.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg en Waterbouwkunde (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat), *“Uitgangspunten Beheersplannen Droog 2002-2007”*, 2000.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg en Waterbouwkunde (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat), *“Uitgangspunten Beheersplannen Droog 2003-2008”*, 2001.

---



Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) i.s.m. de dienst Landinrichting en beheer landbouwgronden (LNV), *"Handreiking maatregelen voor de fauna langs weg en water"*, Utrecht, 1995.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde (V&W) i.s.m. de dienst Landelijk gebied (LNV), *"Leidraad en checklist landschappelijke inpassing hoofdwegen"*, Utrecht, 1997.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Rijstrookbrede en rijbaanbrede onderhoudsstrategieën"*, 2001.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg en Waterbouwkunde, *"Basiskwaliteit Autosnelwegen, Thema milieu"*, 2000.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Beheerskosten en natuurwaarden van groenvoorzieningen langs rijkswegen"*, een vergelijking tussen traditioneel beheer en ecologisch beheer van grazige bermen, boomweiden en bermsloten, 2001 .

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Bermsloten ... Natuurlijk"*, een handreiking voor ontwerpers en groenmedewerkers van Rijkswaterstaat, 2000.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Emissie en luchtkwaliteit op 2 filelokaties"*, 1993.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Energie-extensivering in de GWW sector, vooronderzoek naar mogelijkheden van Energie-extensivering in de GWW sector"*, 1997.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Energie-extensivering in de GWW sector, vooronderzoek naar mogelijkheden van Energie-extensivering in de GWW sector, aspect bouwgrondstoffen, bijlagen"*, 1997.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Handleiding beheer en groenvoorzieningen"*, 1994.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Het gebruik van faunapassages langs watergangen onder rijkswegen, resultaat van een experimenteel onderzoek"*, DWW ontsnipperingsreeks deel 40, 2001.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Het gebruik van faunapassages door zoogdieren bij rijksweg A1 ter hoogte van Oldenzaal"*, 1994.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"LCA Geluidwerende voorzieningen A12"*. Eindrapport, 1997.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"LCA Geluidwerende voorzieningen A12"*. Eindrapport, bijlagen, 1997.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *"Overzicht voorspellingsmethoden voor toepassing in tracé/m.e.r.-studies voor rijkswegen"*, 1998.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg en Waterbouwkunde, *"Richtlijnen geluidbeperkende constructies langs wegen (GCW – 2001)"*, 2002.

---

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Wegwerken van effecten van wegwerken”*, 1997.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, *“Worden rijkswegbermen goed beheerd?”*, Herinventarisatie van Nederlandse rijkswegbermen: een vegetatiekundige en floristische vergelijking van 1986 – 1998, 2001.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Bouwdienst, *“Handboek voor het ontwerp van bijzondere afschermende constructies langs rijkswegen”*, 1<sup>e</sup> versie, geluid en luchtkwaliteit, 2000.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Expertise Centrum beheer en onderhoud, *“Vast onderhoud droge infrastructuur, op basis van de objectbeheer regimes, presentatiedocument”*, versie 2.0, februari 2002 .

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Expertise Centrum beheer en onderhoud, *“Basisonderhoudsniveau 2001, concept eindrapport”*, 2001.

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Expertise centrum Beheer en Onderhoud, *“Objectbeheerregime Landschap en Milieu 2001”*, oktober 2001.

Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland *“Samen werken aan milieu”*, Doorvertaling verkeersmilieubeleid, 2000.

Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, *“Samen werken aan milieu”*, Milieudoelen, 2000.

Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, *“Samen werken aan milieu”*, Verkeersmilieubeleid en – wetgeving, 2000.

Rijkswaterstaat, RIZA, *“Grond water, water weg, weg natuur”*, Bijlage bij “Verdroging door infrastructuur in Nederland”, 1997.

Rijkswaterstaat, RIZA, *“Verdroging door infrastructuur in Nederland, een probleemverkenning”*, 1997.

Smits, F., *“Asfaltcollector vult hiaat in energievoorziening op”*, Asphalt, nr 2., 2000.

Tauw Civiel Bouw bv, Adviesgroep Integraal Waterbeheer, *“Leidraad aan- en afkoppelen verharde oppervlakten”*, 1998.

Tauw infra consult, *“Kwaliteit van de bermbodem langs geleiderails bij een aantal autosnelwegen”*, 1991.

Tauw, *“Kennisdokument waterbodems, wet- en regelgeving, beleid, projectervaring en technieken”*, 2002.

TAUW, *“Milieuanalyse Noord – Zuid lijn”*, rapport (projectnummer 3463374), 1996.

Tauw, *Begroeiing van wadi's*, 2000.

Tauw, *Effecten van infiltratie in de bodem, een onderzoek naar de kwalitatieve aspecten van infiltratie in de bodem*, 1999.

---

Tauw, i.s.m. Projectorganisatie 'diffuse bronnen Noord-Holland', *"Van de weg in de sloot"*, Belasting van de bodem en het oppervlaktewater door run-off en verwaaiing langs provinciale wegen in Noord- en Zuid-Holland, 2000.

Tauw, *Technisch deelrapport Ontwerp Tracé besluit, deelaspect water (concept)*, 2002.

Theo Goeman (DZH), memo Kaders leefbaarheid t.b.v. 5<sup>e</sup> cyclus wegbeheer, 2001.

TNO, *"basiskwaliteit autosnelwegen – Milieu (emissie naar lucht, water en bodem (run off), externe veiligheid en ruimtebeslag)"*, 2001.

TNO, *"Dynamische openbare verlichting (DYNO). Fase 1: Literatuurstudie en wegbeeldanalyse"*, TNO rapport TM 1995 C 49, 1995.

TNO, *"Dynamische openbare verlichting (DYNO). Fase 2: Het vastleggen van een voorlopig schakelregime"*, TNO rapport TM-96-C005, 1996.

TNO, *"Dynamische openbare verlichting (DYNO). Fase 3: Praktijkevaluatie"*, TNO rapport TM-98-C038, 1998.

TNO, *"Dynamische openbare verlichting (DYNO). Fase 4: Synthese"*, TNO rapport TM-98-C065, 1998.

Tweede kamer, *"Beleidsprioriteiten"*, vergaderjaar 2000 – 2001, 27 584, nr. 1.

Tweede kamer, *"Congestie Hoofdwegennet"*, vergaderjaar 1999 – 2000, 27 127, nr. 27.

Tweede kamer, *"Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen"*, vergaderjaar 1995-1996, 24 611, nr. 1.

Van Dijk, van Soomer en partners, *"Pilotproject 'Intelligente Verlichting' Recreatiegebied Kerkpolder Delft"*, 2002.

Veltkamp, M., *"Vloerverwarming tegen gladheid, Energie uit Asfalt"*, Delta, jaargang 32, nr. 8, 2000.

Vereniging van Waterstaatkundige Ambtenaren van de Rijkswaterstaat, *"Otar, thema duurzaam Bouwen in de GWW"*, 83<sup>e</sup> jaargang, nummer 9, 1998.

Vergunst, S. en Siebenga, R., *"Wegbermen en bodemkwaliteitskaarten, de rol van bodemkwaliteitskaarten voor wegbermen bij het omgaan met (verontreinigde) grond"*, Tauw bv, 2000.

VeVoWeg, *"Handreikingen"*, 1998.

VeVoWeg, *"Pilot 1: Veiligheidsaspecten inhaalverbod A16"*, 1997.

VeVoWeg, *"Pilot 3: Gemeente Amsterdam, Deelstudie 1: Routering zwaar verkeer binnenstad Amsterdam"*, 1998.

VeVoWeg, *"Pilot 3: Gemeente Amsterdam, Deelstudie 2: Twee ontwerpen Jan van Galenstraat Amsterdam"*, 1998.

---

VeVoWeg, *"Pilot 3: Gemeente Amsterdam, Deelstudie 3: Gevaarlijke stoffenrouting Amsterdam-Noord"*, 1998.

VeVoWeg, *"Productevaluatie VeVoWeg-Handreikingen, Verbeteringen op basis van de leerpunten uit de pilotstudies"*, 1999.

VeVoWeg, *"Verslag VeVoWeg-symposium 'Terug naar de toekomst'"*, 1998.

Via Natura, nieuwsblad van de Dienst Weg en Waterbouwkunde (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat), nummers 2 (1999),5 (2000),6 (2000),8 (2001), 9 (2001) en 10 (2001).

VNG Uitgeverij, *"Handreiking externe veiligheid, vervoer gevaarlijke stoffen"*, 1998.

W.P.Zandvliet, PL DuBo-GWW, Bouwdienst Rijkswaterstaat, *"LED<sup>2</sup>-lampen voor Rijkswaterstaat"*, 2000.

Wal, J. van der, Rijkswaterstaat directie Groningen, *"Rijkswaterstaat en Vleermuisbescherming, een rapport over de aanleg van een winterverblijfplaats voor vleermuizen in een aan te leggen aarden wal langs de zuidrand van het Midwolderbos"*, 1988.

Wegbeheer 2000, *"Eindrapportage van de werkgroep 'Onderbouwing Instandhouding'"*, 1999.