



Bijlage O bij de Vraagspecificatie Projectmanagement

Titel: Leidraad Faunavoorziening

Zaaknummer	31212628
Datum	1 juni 2026
Versie	1.0
Status	Definitief

Colofon

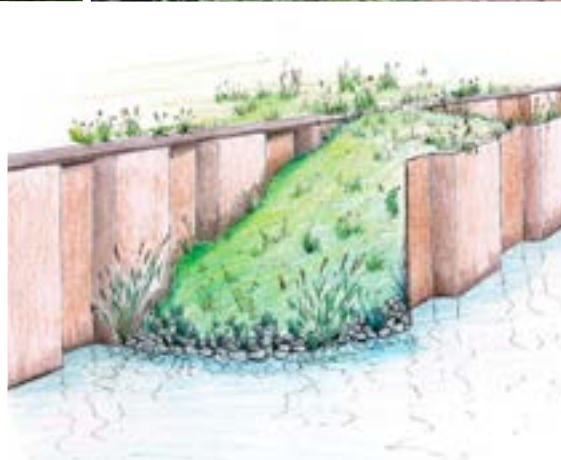
Uitgegeven door

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Rijkswaterstaat Programma's, Projecten en Onderhoud
Postbus 2232
3500 GE Utrecht

Inhoud: Leidraad Faunavoorziening



LEIDRAAD FAUNAVOORZIENINGEN BIJ INFRASTRUCTUUR 2021





Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

LEIDRAAD FAUNAVOORZIENINGEN BIJ INFRASTRUCTUUR 2021

WATER. WEGEN. WERKEN. RIJKSWATERSTAAT.

VOORWOORD	7
INLEIDING	8
VOOR WIE IS DE LEIDRAAD EN WAT STAAT ERIN?	8
ONTSNIPPEREN: SAMENWERKEN IS DE BOODSCHAP	8
WAT WILLEN WE MET Z'N ALLEN BEREIKEN?	9
DE SCOPE VAN DE LEIDRAAD	9
DE PROCESWIJZER ALS STARTPUNT VOOR HET GEBRUIK VAN DEZE LEIDRAAD	9
DE WETENSCHAPPELIJKE WAARDERING VAN FAUNAVOORZIENINGEN	9
DE INTERNATIONALE CONTEXT	11
 PROCESOMSCHRIJVING	
1 DE PROCESWIJZER: HET PROCES VAN A TOT Z	13
1.1 INLEIDING: TOEPASSING VAN DE PROCESWIJZER	14
1.2 DE PROCESWIJZER: NAVIGATIE WERKZAAMHEDEN EN PROCESFASES FAUNAVOORZIENINGEN	15
2 STAP 1 - VERKENNEN VAN HET PROBLEEM VERSNIPPERING	17
2.1 STROOMSCHEMA VAN DE STAPPEN IN DE PROBLEEMANALYSE OMTRENT VERSNIPPERING	19
2.2 OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN IN DE PROBLEEMANALYSE OMTRENT VERSNIPPERING	19
3 STAP 2 - VASTSTELLEN VAN AMBITIES: DOELSOORTEN EN DOELEN	27
3.1 STROOMSCHEMA VAN DE STAPPEN BIJ HET VASTSTELLEN VAN DE AMBITIES	28
3.2 OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN BIJ HET VASTSTELLEN VAN DE AMBITIES	28
4 STAP 3 - ONTSNIPPERINGSSTRATEGIE: SELECTEREN VAN PRINCIPEOPLOSSINGEN	35
4.1 STROOMSCHEMA VAN DE STAPPEN BIJ HET VASTSTELLEN VAN DE ONTSNIPPERINGSSTRATEGIE	37
4.2 OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN BIJ HET VASTSTELLEN VAN DE ONTSNIPPERINGSSTRATEGIE	38
5 STAP 4 - UITWERKEN VAN HET ONTSNIPPERINGSPLAN	41
5.1 STROOMSCHEMA VAN DE STAPPEN BIJ HET UITWERKEN VAN HET ONTSNIPPERINGSPLAN	42
5.2 OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN BIJ HET UITWERKEN VAN HET ONTSNIPPERINGSPLAN	42
6 STAP 5 - AANBESTEDEN EN BEGELEIDEN VAN DE UITVOERING	47
6.1 STROOMSCHEMA VAN DE STAPPEN BIJ AANBESTEDEN EN BEGELEIDEN UITVOERING	48
6.2 OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN BIJ AANBESTEDEN EN BEGELEIDEN UITVOERING	48
7 STAP 6 - ASSETMANAGEMENT: BEHEER, ONDERHOUD EN INSPECTIE	53
7.1 STROOMSCHEMA VAN DE STAPPEN BIJ ASSETMANAGEMENT	55
7.2 OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN BIJ ASSETMANAGEMENT	55
8 STAP 7 - MONITORING EN EVALUATIE	59
8.1 STROOMSCHEMA VAN DE STAPPEN BIJ MONITORING EN EVALUATIE	61
8.2 OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN BIJ MONITORING EN EVALUATIE	61

BESCHRIJVING FAUNAVOORZIENINGEN

9	BESCHRIJVING VAN DE FAUNAVOORZIENINGEN	65
	INLEIDING	66
	TOTAALOVERZICHT FAUNAVOORZIENINGEN	68
9.1	FAUNAMAATREGELEN DIE STERFTE VAN FAUNA REDUCEREN	69
9.2	FAUNAMAATREGELEN DIE DE BARRIÈREWERKING REDUCEREN	113
9.3	FAUNAMAATREGELEN DIE VERLIES AAN HABITATKWALITEIT TEGENGAAN	155

BIJLAGEN

BRONNEN	163
BIJLAGE 1: UITLEG SYSTEMATIEK VAN WETENSCHAPPELIJKE WAARDERING	167
BIJLAGE 2: SOORTEN DIE VERSNIJPERINGSPROBLEMEN ERVAREN PER TYPE INFRASTRUCTUUR	175
B2A ERVAREN VAN VERSNIJPERINGSPROBLEEM DOOR SOORTEN ROND RIJKSWEGEN	175
B2B ERVAREN VAN VERSNIJPERINGSPROBLEEM DOOR SOORTEN ROND PROVINCIALE WEGEN	179
B2C ERVAREN VAN VERSNIJPERINGSPROBLEEM DOOR SOORTEN ROND SPOORWEGEN	183
B2D ERVAREN VAN VERSNIJPERINGSPROBLEEM DOOR SOORTEN ROND WATERWEGEN	187
BIJLAGE 3: GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER TYPE INFRASTRUCTUUR	191
B3A GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER TYPE INFRASTRUCTUUR VOOR REDUCTIE MORTALITEIT	191
B3B GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER TYPE INFRASTRUCTUUR VOOR REDUCTIE BARRIÈREWERKING	193
B3C: GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER TYPE INFRASTRUCTUUR VOOR TEGENGAAN VERLIES HABITATKWALITEIT	194
BIJLAGE 4: GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER VERSNIJPERINGSEFFECT EN SOORTGROEP	195
B4A GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER DOELSOORT OP BASIS VAN EUROPEES ONDERZOEK NAAR EFFECTIVITEIT	195
B4B: GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER DOELSOORT OP BASIS VAN NEDERLANDS EN VLAAMS (MONITORINGS)ONDERZOEK NAAR GEBRUIK VAN FAUNAPASSAGES DOOR SOORTEN	199
BIJLAGE 5: KLANTEISEN FAUNA (INRICHTINGSEISEN FAUNAVOORZIENINGEN)	200
B5A KLANTEISEN TERRESTRISCHE ZOOGDIEREN	201
B5B KLANTEISEN VLEERMUIZEN	203
B5C KLANTEISEN REPTIELEN	204
B5D KLANTEISEN AMFIBIEËN	205
B5E KLANTEISEN VLINDERS	206
BIJLAGE 6: BEPALEN VAN DE BESTE LOCATIE VAN EEN FAUNAVOORZIENING	208
BIJLAGE 7: OMSCHRIJVING VAN RAAKVLAKKEN (UIT HET CONTEXTDIAGRAM)	209
BIJLAGE 8: OMSCHRIJVING RICHTLIJNEN VOOR HET EVALUEREN VAN DE EFFECTIVITEIT VAN FAUNAVOORZIENINGEN	210
COLOFON	216



VOORWOORD

Van 2005 tot 2018 liep het Meerjarenprogramma Ontsnippering (MJPO), met als doel om de belangrijkste barrières in het Nationaal Natuurnetwerk (NNN) die door infrastructuur worden veroorzaakt op te heffen. De Leidraad Faunavoorzieningen, die in 2005 is opgesteld en in 2013 is geactualiseerd, is hierbij een goede hulp geweest. Het MJPO is inmiddels afgerond, maar ontsnippering staat nog altijd op de agenda, geborgd door de Wet Natuurbescherming, welke naar verwachting overgaat in de Omgevingswet. Alle opgedane kennis, onder meer uit het MJPO, moet beschikbaar blijven voor de organisaties die ieder vanuit een eigen rol betrokken zijn bij het ontwerp, de aanleg en het beheer en onderhoud van infrastructuur en het ontsnipperingsvraagstuk dat hiermee samenhangt. Deze in 2021 herziene leidraad speelt hierin een belangrijke en ondersteunende rol.

Deze herziening is tot stand gekomen in een nauwe samenwerking tussen Rijkswaterstaat, ProRail en de provincies Noord-Holland en Gelderland. De update is uitgevoerd door Kragten B.V., in nauwe samenwerking met Bureau Waardenburg en Wageningen Environmental Research (WENR) en onder begeleiding van een projectgroep met daarin vertegenwoordigers van Rijkswaterstaat, ProRail en de provincies Noord-Holland en Gelderland. Een klankbordgroep met gebruikers en specialisten heeft de inhoudelijke toetsing verzorgd en input geleverd via twee werksessies en interviews. Naast de projectgroep zelf waren medewerkers van provincies, ontwerp bureaus, ingenieursbureaus, adviesbureaus en soort-beschermende organisaties vertegenwoordigd in deze klankbordgroep.

De aanpassingen in deze leidraad komen voort uit nieuwe inzichten die in de periode 2013- 2021 zijn verkregen, zowel nationaal als internationaal, zowel in theoretische als technische zin en zowel procesmatig als inhoudelijk. De behoeften van de gebruikers van de leidraad zijn met de tijd mee veranderd. In de onderhavige, volledig herziene versie zijn omvangrijke procesomschrijvingen, waaronder system engineering (SE), eruit gehaald ten behoeve van de gebruiksvriendelijkheid. Waar nodig wordt verwezen naar relevante processen die vaak al ruimschoots omschreven zijn in separate handleidingen en specificaties. Daarnaast is gebleken dat het bijlagenrapport van de te actualiseren leidraad uit 2013 (hoofdstuk 7 en 8) het meest gebruikte onderdeel is. Dit onderdeel is nu uit de bijlage gehaald en in geactualiseerde vorm in het hoofddocument zelf opgenomen.

De vernieuwde leidraad is erop gericht om stap voor stap vanuit een probleemstelling tot de juiste maatregelen (voorzieningen) voor de juiste doelsorten te komen. Hiervoor is een proceswijzer in hoofdstuk 1 toegevoegd die als een soort van leeswijzer dient. Met behulp van verwijzingen (links) moet de gebruiker vanuit de proceswijzer direct bij zijn of haar informatie kunnen komen, afhankelijk van de vraag en de fase waarbinnen informatie nodig is. Er is specifiek aandacht voor integraliteit en samenhang tussen de procesfasen met een accent op beheer, onderhoud en monitoring.

Een nieuwe belangrijke toevoeging is de wetenschappelijke waardering: bij de voorzieningen is waar mogelijk gekeken naar de mate waarin de functionaliteit is aangetoond in (monitorings-)onderzoeken. Dit helpt de gebruiker bij het bepalen van de juiste maatregelen en de onderbouwing daarvan. In de verdere toekomst wordt deze wetenschappelijke waardering verder ontwikkeld.

Mede door deze aanpassingen sluit deze herziene leidraad aan bij de huidige en gewenste werkwijze binnen Rijkswaterstaat, ProRail, provincies, ontwerp bureaus, ingenieursbureaus, adviesbureaus, soort-beschermende organisaties en overige gebruikers van de leidraad. Wij hopen dat u als gebruiker van de herziene leidraad veel profijt zult hebben van de inhoud.

Deze uitgave betreft de 1e druk (juli 2021) van de herziene Leidraad faunavoorzieningen bij Infrastructuur 2021. Raadpleeg de website www.mjpo.nl voor actuele updates en het downloaden van de meest recente versie.

Herma de Wilde, Directeur Bereikbaarheid en Netwerkkwaliteit
Rijkswaterstaat. Water, Verkeer en Leefomgeving

INLEIDING

In de loop van de twintigste eeuw is onze natuur sterk versnipperd door de ontginning van grote gebieden voor de landbouw en voor woon- en werkgebieden. De aanleg, verbreding en een steeds intensiever gebruik van auto-, spoor- en waterwegen hebben de mogelijkheden van planten en dieren om zich over en tussen de overgebleven natuurgebieden te verspreiden en te bewegen verder verkleind. Dit proces gaat nog steeds door. De belangrijkste effecten op hoofdlijnen die elkaar door de onderlinge interactie ook nog eens versterken zijn: het verlies van leefgebied, de barrièrewerking, faunaslachtoffers en verstoring, vervuiling en verdroging van het leefgebied.

Om verdere achteruitgang van de natuur door versnippering te voorkomen en herstel te bewerkstelligen, is in de jaren negentig het begrip ecologische hoofdstructuur (EHS) gelanceerd (Natuurbeleidsplan, Ministerie van LNV, 1990). De EHS, inmiddels omgedoopt tot Nationaal Natuurnetwerk (NNN), is in beleidsplannen vastgelegd en heeft een beschermde status. Waar het Natuurnetwerk de infrastructuur kruist ontstaan knelpunten. Deze knelpunten kunnen worden verzacht of opgelost door verkeerskundige maatregelen, (berm)beheer en de aanleg en instandhouding van faunavoorzieningen.

Het doel van deze inmiddels vierde versie van deze leidraad is om u als 'ontsnipperaar' inspiratie en handvatten te geven om infrastructuur efficiënt te ontsnipperen. Door het treffen van maatregelen zoals een faunavoorziening worden natuurgebieden weer onderling verbonden (ontsnippen) en kunnen dieren weer migreren naar ander natuurgebieden voor voorplanting of om te foerageren.

Deze uitgave betreft de 1e druk (juli 2021) van de herziene Leidraad faunavoorzieningen bij Infrastructuur 2021. Raadpleeg de website www.mjpo.nl voor actuele updates en het downloaden van de meest recente versie.

VOOR WIE IS DE LEIDRAAD EN WAT STAAT ERIN?

De Leidraad faunavoorzieningen is bedoeld voor medewerkers van alle organisaties die betrokken zijn bij de planning, het ontwerp, de aanleg, het beheer en onderhoud en monitoring van infrastructuur en de ontsnippering die hiermee samenhangt. Naast Rijkswaterstaat en ProRail zijn dat onder meer medewerkers van provincies, gemeenten, waterschappen, adviesbureaus, ingenieursbureaus en aannemers.

De leidraad behandelt het hele proces met alle projectfasen voor het treffen van de juiste faunavoorzieningen: vanaf de initiatiefase via planning, ontwerp en aanleg tot en met het beheer, onderhoud en de monitoring van passages en aanverwante voorzieningen. De leidraad biedt handvatten om te komen tot goed functionerende faunavoorzieningen op basis van een duidelijke probleemomschrijving en vastgestelde ambities. Naast de juiste ontwerpkeuzes en positionering zijn de aanleg, het beheer en onderhoud van de constructies en de toetsing/monitoring (van het functioneren van de faunavoorziening) essentiële onderdelen voor het treffen van de juiste maatregelen. Met name de extra aandacht die het beheer en onderhoud en de monitoring van begin af aan in het proces krijgen, zijn een toevoeging ten opzichte van de vorige leidraad. Juist het beheer en de beheerbaarheid van de faunavoorzieningen zijn één van de belangrijkste knelpunten gebleken en gelden daarom samen met de monitoring van de faunavoorzieningen als belangrijke uitgangspunten in deze leidraad.

Deze leidraad biedt handvatten aan een brede groep gebruikers, maar is geen vervanging voor een ecologisch expert. Voor het juiste gebruik van de richtlijnen in deze leidraad en de juiste interpretatie van informatie is het te allen tijde aan te bevelen om een ecologisch expert te betrekken bij de planvorming, het ontwerp, de aanleg, het beheer en onderhoud en de monitoring van de faunavoorzieningen.

In de praktijk worden vaak slechts delen van het proces zoals omschreven in deze leidraad doorlopen of kan er met een simpele ingreep een doel worden bereikt zonder dat het uitgebreide proces conform deze leidraad doorlopen hoeft te worden. Deze leidraad omschrijft het ideale proces in uitgebreide vorm, maar geldt niet als keurslijf waaraan de gebruiker zich moet houden. Deze leidraad is bedoeld ter inspiratie en om de gebruiker te helpen bij het maken van de juiste en weloverwogen keuzes omtrent de faunavoorzieningen. De pragmatische toepasbaarheid blijft centraal staan.

ONTSNIPPEREN: SAMENWERKEN IS DE BOODSCHAP

Ontsnippering van de natuur is een integraal vraagstuk die alleen succesvol kan worden gerealiseerd indien alle betrokken partijen nauw samenwerken, al vanaf een vroeg stadium in de ontwikkeling van de faunavoorzieningen. In deze leidraad wordt daarom in de verschillende fasen in de ontwikkeling van faunavoorzieningen aandacht besteed aan deze samenwerking. Binnen het brede speelveld aan mogelijke betrokken en belanghebbende partijen kan de samenwerking bijvoorbeeld betrekking hebben op: de interne samenwerking binnen de organisaties, de externe samenwerking tussen de verschillende organisaties en overheidsinstanties, de samenwerking met beheerders en beherende instanties, de samenwerking tussen opdrachtgever en opdrachtnemer, de samenwerking met bewoners en belangenorganisaties, enz. Ook de samenwerking tussen technici en ecologen is van belang om expliciet te noemen. Zo is de betrokkenheid van een ecologisch expert gedurende het gehele proces een belangrijke voorwaarde voor het juist toepassen van deze leidraad en het succesvol ontwikkelen van faunavoorzieningen.

WAT WILLEN WE MET Z'N ALLEN BEREIKEN?

De nieuwe leidraad dient er voor te zorgen dat bij de planvorming, het ontwerp, de aanleg en het beheer en onderhoud van infrastructuur altijd de juiste overwegingen worden gemaakt voor het treffen van faunavoorzieningen die effectief zijn en daadwerkelijk bijdragen aan het integraal oplossen van het versnipperingsvraagstuk.

Inmiddels is zo veel ervaring met faunavoorzieningen opgedaan dat er al veel bekend is over hoe functionerende faunavoorzieningen kunnen worden ontworpen, aangelegd, beheerd en gemonitord. De partijen die met ontsnippering bezig zijn hebben geleerd van ervaringen en voorbeelden (zowel positief als negatief) in Nederland en het buitenland en weten hoe belangrijk het onderhoud en het onderzoek naar de effectiviteit en het gebruik van de faunavoorzieningen is. Al deze aspecten kunnen standaard worden opgenomen in de reguliere processen bij de planvorming, het ontwerp, de bouw en het beheer en onderhoud en monitoring van infrastructuur. Met kleine en grotere inspanningen kan de versnipperende werking van infrastructuur op dierpopulaties worden verminderd. Als de voorzieningen maar tijdig in het proces worden ingebracht én ervoor wordt gezorgd dat het beheer geborgd is.

DE SCOPE VAN DE LEIDRAAD

Deze leidraad richt zich specifiek op de faunavoorzieningen direct rond infrastructuur, die de verbinding leggen tussen twee gebieden, die de kans op faunaslachtoffers beperken en het verlies van kwaliteit van leefgebieden tegengaan. Verlies van de omvang van leefgebied valt hiermee buiten de scope van deze leidraad. Dit betreft voornamelijk compensatiemaatregelen op afstand van de infrastructuur. In deze leidraad is infrastructuur afgebakend tot rijkswegen, provinciale wegen, spoorwegen. Bij waterwegen beperken we ons tot de fauna-uittreedbaarheid. Voor natuurvriendelijke oevers langs wegen zijn immers andere handboeken beschikbaar (bijvoorbeeld [CUR \(1999\)](#)). Vissen en aqua-macrofauna vallen buiten de scope van deze leidraad.

DE PROCESWIJZER ALS STARTPUNT VOOR HET GEBRUIK VAN DEZE LEIDRAAD

De [proceswijzer](#) (paragraaf 1.2) is een nieuw onderdeel in deze leidraad. De proceswijzer dient als leeswijzer waarmee de gebruiker kan navigeren naar het juiste onderdeel van deze leidraad ter beantwoording van zijn/haar vraag. De proceswijzer bestaat uit een schematisch overzicht van enerzijds alle procesfasen rondom een faunavoorziening (van initiatief- en ontwerpfase tot en met beheer, onderhoud en monitoring) en anderzijds alle stappen (werkzaamheden) die genomen moeten worden om te komen tot functionele faunavoorzieningen voor ontsnippering.

Het doel van een gebruiker met deze leidraad is afhankelijk van de procesfase waarin de gebruiker zich bevindt en de vraag die men beantwoord wil hebben. Door te starten in de proceswijzer en te klikken op de links in de proceswijzer zelf wordt de gebruiker begeleid naar het onderdeel dat voor hem/haar relevant is. Enerzijds stimuleren we hiermee dat de juiste stappen in het proces worden genomen om te komen tot faunavoorzieningen die daadwerkelijk effectief zijn en die de onderliggende probleemstelling en ambities beantwoorden. Anderzijds voorziet de proceswijzer erin dat een specifieke gebruiker direct de informatie voorhanden heeft die relevant is voor zijn/haar specifieke vraag als onderdeel binnen het hele proces.

DE WETENSCHAPPELIJKE WAARDERING VAN FAUNAVOORZIENINGEN

Een andere toevoeging aan deze leidraad is de wetenschappelijke waardering. Bij de faunavoorzieningen in hoofdstuk 9 wordt waar mogelijk de wetenschappelijke waardering per faunavoorziening getoond. Hiermee wordt inzichtelijk gemaakt in welke mate de effectiviteit van faunavoorzieningen voor de verschillende soortgroepen is aangetoond in (monitorings-) onderzoeken. Enerzijds helpt dit de gebruiker bij het kiezen van de meest effectieve maatregelen en de onderbouwing daarvan. Anderzijds wordt hiermee ook de kennisleemte inzichtelijk: bij welke faunavoorzieningen is er nog geen of onvoldoende onderzoek voorhanden om de effectiviteit ervan te kunnen bepalen en kan aanvullende monitoring en onderzoek zinvol zijn?

In hoofdstuk 4 en 9 van de leidraad en de ondersteunende tabellen van bijlage 4 (voor het selecteren van een faunavoorzieningen) is een versimpelde classificering weergegeven zodat de gebruiker in één oogopslag een indicatie krijgt van de wetenschappelijke waarde zonder het achterliggende systeem te hoeven doorgronden. In [bijlage 1](#) is het achterliggende systeem van wetenschappelijke waarde in deze leidraad verder omschreven.

Voor veel faunavoorzieningen blijkt er nog geen of onvoldoende wetenschappelijk onderzoek of kennis beschikbaar. Enerzijds zijn er faunavoorzieningen waarvan algemeen wordt aangenomen dat ze effectief zijn en is er daarom geen uitgebreid onderzoek uitgevoerd, wellicht onterecht. Anderzijds is het ook zo dat er regelmatig innovatieve faunamaatregelen worden ontwikkeld waarvoor onderzoek wellicht wel is gestart, maar er nog geen resultaten beschikbaar zijn. **Het ontbreken van kennis over de effectiviteit van een faunavoorziening betekent niet dat de maatregel niet kan worden toegepast.** Om die kennis te verwerven is het immers nodig om de maatregel in de praktijk toe te passen. Dit dient dan wel altijd als 'demonstratieproject' te worden gezien en moet worden begeleid door (lieft wetenschappelijk) onderzoek zodat we al doende leren en nieuwe projecten gebruiken om bestaande kennisleemten te vullen. Indien een wetenschappelijke aanpak niet haalbaar is, is het desalniettemin zinvol om informatie te verzamelen over het functioneren en de effectiviteit van een faunavoorziening.



Buiten de wetenschappelijke onderbouwing is de informatie in deze leidraad vooral gestoeld op ervaring en expert judgement die is geleverd door het projectteam van Kragten B.V. in nauwe samenwerking met Bureau Waardenburg, Wageningen Environmental Research (WENR) en door de Werkgroep 'Herziening Leidraad Faunavoorzieningen' van Rijkswaterstaat. Daarnaast hebben participanten (gebruikers en specialisten) input geleverd tijdens een tweetal werksessies en een aantal interviews die tijdens het herzieningsproces zijn afgenomen. In het [colofon](#) zijn alle partijen en personen inzichtelijk die een bijdrage hebben geleverd bij de totstandkoming van deze herziene leidraad.

DE INTERNATIONALE CONTEXT

Deze leidraad is een Nederlands product, gericht op de Nederlandse situatie, maar staat zeker niet los van de ontwikkelingen die op het gebied van ontsnippering binnen Europa en zelfs wereldwijd plaatsvinden. De [bronnen](#) die zijn gebruikt bij de herziening van deze leidraad richten zich in eerste instantie op de Nederlandse context. Voor zover relevant voor de Nederlandse faunavoorzieningen is de informatie die door het internationaal netwerk van deskundigen (het Infra Eco Netwerk Europe, kortweg IENE) is verzameld en vastgelegd, in deze leidraad verwerkt. Hierbij is onder meer gebruik gemaakt van het nieuwe, interactieve *Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions* dat [online te raadplegen](#) is. Dit internationale handboek is gebaseerd op het eerste in Europees verband opgestelde *European Handbook on how to avoid Habitat Fragmentation due to Linear Transportation Infrastructure* (Wildlife and Traffic), voortgekomen uit de COST-actie 341 (Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure) en gepubliceerd in 2003. Ook het [CEDR-project Roads and Wildlife](#) heeft veel nieuwe informatie opgeleverd voor deze leidraad en laat zien dat een Europese samenwerking van grote toegevoegde waarde is als het gaat om de internationale aanpak van versnippering.



Vooraanzicht van een ecoduct



Een vleermuisportaal.

HOOFDSTUK 1

DE PROCESWIJZER: HET PROCES VAN A TOT Z



1 DE PROCESWIJZER: HET PROCES VAN A TOT Z

1.1 INLEIDING: TOEPASSING VAN DE PROCESWIJZER

De proceswijzer dient als startpunt en navigatiesysteem om de lezer/gebruiker naar het juiste onderdeel van deze leidraad te begeleiden. Door in de [proceswijzer](#) (paragraaf 1.2) te klikken op het onderdeel dat relevant is voor de beantwoording van een specifieke vraag, wordt men naar het betreffende onderdeel begeleid waar de gevraagde informatie voorhanden is. Vanuit de proceswijzer komt men terecht in de onderliggende hoofdstukken en paragrafen waarin weer via verwijzingen verder genavigeerd kan worden naar dieper liggende of aanverwante informatie in deze leidraad, afhankelijk van de behoefte en de vraag die men beantwoord wil hebben. De proceswijzer is gebaseerd op de te nemen stappen om de juiste ontsnipperingsmaatregelen te selecteren en op de juiste manier te ontwerpen, uit te voeren, te beheren en onderhouden en te monitoren. We onderscheiden hierin de onderstaande stappen, die in de hoofdstukken 2 tot en met 8 nader zijn uitgewerkt. Hoofdstuk 9 omvat de inhoudelijke uitwerking van de faunavoorzieningen zelf.

Processtappen	Hoofdstuk
Stap 1 - Verkennen van het probleem versnippering	Hst 2
Stap 2 - Vaststellen van ambities: doelsoorten en doelen	Hst 3
Stap 3 - Ontsnipperingsstrategie: selecteren van principeoplossingen	Hst 4
Stap 4 - Uitwerken van het ontsnipperingsplan	Hst 5
Stap 5 - Aanbesteden en begeleiden van de uitvoering	Hst 6
Stap 6 - Assetmanagement: beheer, onderhoud en inspectie	Hst 7
Stap 7 - Monitoring en evaluatie	Hst 8

Inhoudelijk: Beschrijving van de faunavoorzieningen: richtlijnen en waardering	Hst 9
---	-----------------------



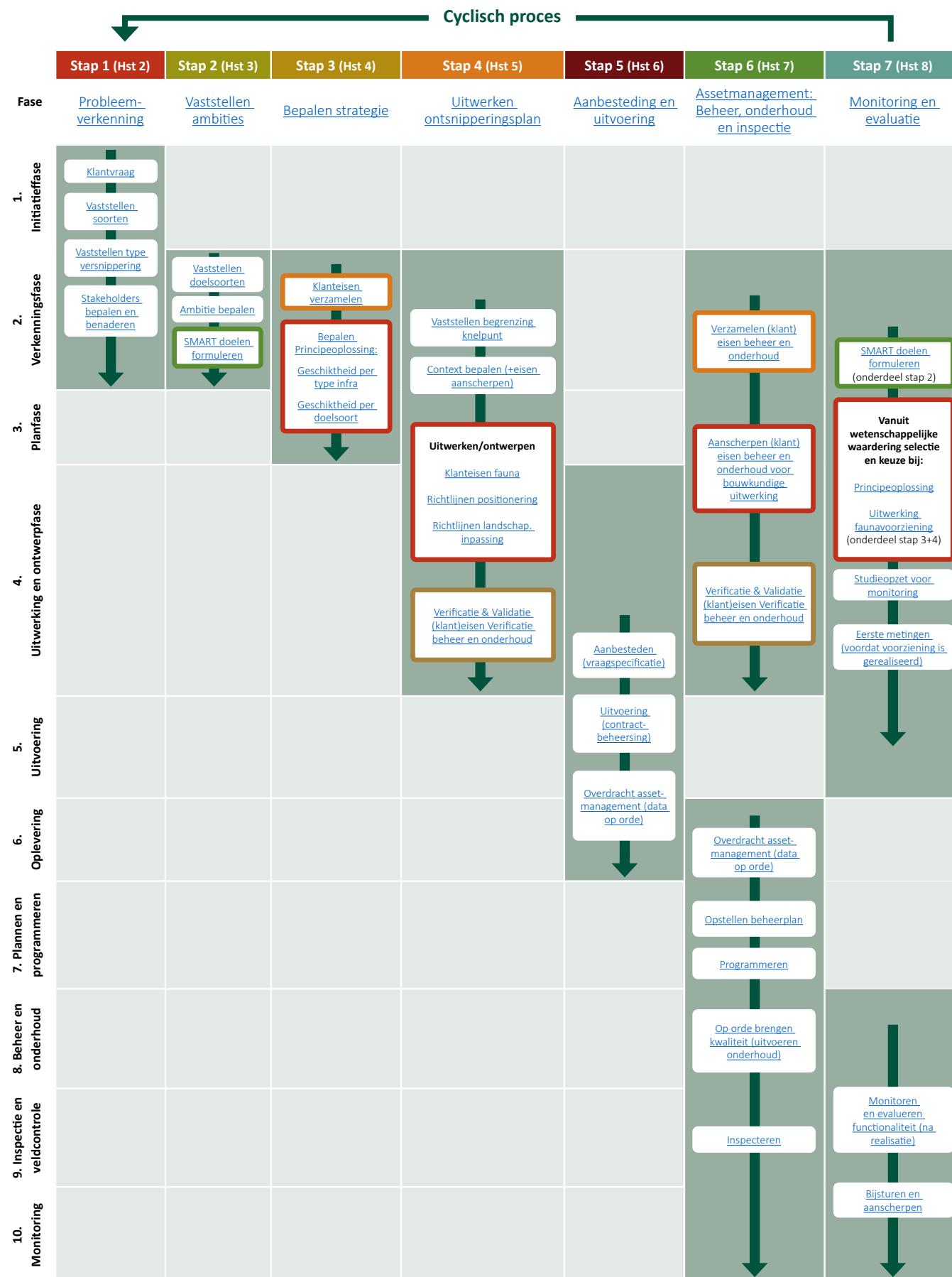
De bovengenoemde stappen (1 tot en met 7) zijn gekoppeld aan de **procesfases rond infrastructuur** (zie afbeelding rechts): vanaf de initiatiefase, het ontwerp en de aanleg tot en met het beheer, het onderhoud en de monitoring. Onderstaand zijn de tien procesfases omtrent infrastructuur in de linker kolom inzichtelijk, inclusief de raakvlakken die we zien met de zeven stappen rondom ontsnippering en de te treffen faunavoorzieningen. De stappen en fases zijn integraal met elkaar verbonden en zijn cyclisch, wat betekent dat het een continue proces betreft die telkens opnieuw doorlopen wordt.

Cyclisch proces

Stappen ontsnippering:	Stap 1. Probleem- verkenning	Stap 2. Vaststellen ambities	Stap 3. Bepalen strategie	Stap 4. Uitwerken ontsnipperingsplan	Stap 5. Aanbesteden en uitvoering	Stap 6. Assetmanagement: beheer, onderhoud en inspectie	Stap 7. Monitoring en evaluatie
Procesfases bij infrastructuur:							
1. Initiatiefase							
2. Verkenning							
3. Planfase							
4. Uitwerking/ ontwerpfase							
5. Uitvoering							
6. Oplevering							
7. Plannen en programmeren							
8. Inspectie en veldcontrole							
9. Beheer en onderhoud							
10. Monitoring							

De werkzaamheden in de verschillende fases dienen op elkaar afgestemd te worden om te komen tot de juiste maatregelen. Een aantal stappen komen op meerdere momenten in het proces terug. In de proceswijzer zijn deze stappen in kleur gearceerd. Hierbij gaat het om: **het formuleren van smart doelen**, **het verzamelen van klanteisen**, **het uitwerken en ontwerpen van de faunavoorzieningen** en **het beheer- en onderhoudsbestendig maken van de faunavoorzieningen**.

1.2 DE PROCESWIJZER: NAVIGATIE WERKZAAMHEDEN EN PROCESFASES FAUNAVOORZIENINGEN





HOOFDSTUK 2

STAP 1 - VERKENNEN VAN HET PROBLEEM VERSNIPPERING



Geleiding en dekking voor kleinere dieren met behulp van keien nabij Almere Poort (Flevoland)

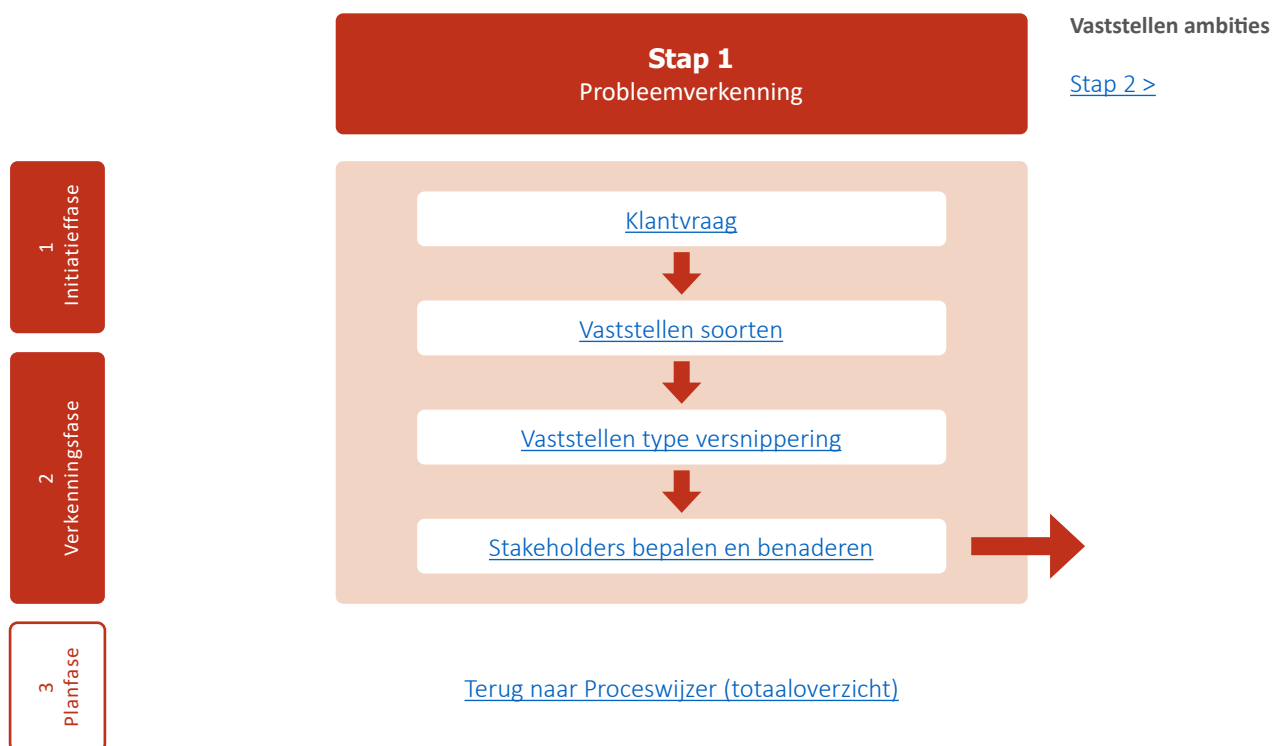
2 STAP 1 - VERKENNEN VAN HET PROBLEEM VERSNIPPERING

De eerste stap om te komen tot de juiste maatregelen ten behoeve van ontsnippering is het in kaart brengen van het daadwerkelijke versnipperingsprobleem. Vanuit de klantvraag die in de initiatieffase wordt gesteld dient onderzocht te worden wat het onderliggende probleem is en waar de vraag vandaan komt (oorzaak), om vervolgens te kunnen bepalen met welke soorten fauna en welke vorm van versnipperingsprobleem we te maken hebben, en met welke partijen rekening moet worden gehouden in het proces om te komen tot de juiste maatregel. De inzet van een ecologisch expert is onmisbaar bij het verkennen van het probleem.

Een goede probleemverkenning is van wezenlijk belang voordat er wordt nagedacht over de daadwerkelijke ontsnippering. Hier wordt namelijk de basis gelegd om te komen tot de juiste maatregelen. In de praktijk wordt deze stap vaak overgeslagen, of slechts impliciet meegenomen. Hierdoor worden vaak veel te weinig gegevens verzameld over de aard en omvang van de problemen. Dat maakt het niet alleen lastig om de juiste maatregelen te kiezen, maar ook om SMART doelen te stellen en te toetsen of deze doelen zijn behaald (conform [paragraaf 3.2.2](#)).

2.1 STROOMSCHEMA VAN DE STAPPEN IN DE PROBLEEMANALYSE OMTRENT VERSNIPPERING

In onderstaand stroomschema zijn de stappen ten behoeve van de probleemverkenning inzichtelijk gemaakt. Door op een bepaalde stap/link te klikken, komt u bij de betreffende informatie in de leidraad terecht.



2.2 OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN IN DE PROBLEEMANALYSE OMTRENT VERSNIPPERING

2.2.1 KLANTVRAAG

Tijdens de initiatieffase wordt er door de klant een probleem gesignaleerd en een bepaalde klantvraag geformuleerd. De klant is in beginsel (een onderdeel van) de organisatie die verantwoordelijk is het voor het aanleggen, aanpassen en beheren/onderhouden van de betreffende infrastructuur. Naast Rijkswaterstaat, ProRail, provincies, gemeenten en waterschappen, kunnen ook onder meer natuur(belangen)organisaties, advies- ontwerp- en ingenieursbureaus, aannemers en recreatieparken de initiatiefnemer zijn en met een bepaalde vraag zitten die opgelost dient te worden. De klantvraag komt voort vanuit een bepaalde behoefte die ten grondslag ligt aan deze vraag. Met behulp van de probleemanalyse, die in de onderstaande stappen nader omschreven is, wordt verder geanalyseerd waar de kern van het (versnipperings-)probleem zit en waar daadwerkelijk behoefte aan is ter beantwoording van de vraag.

2.2.2 VASTSTELLEN SOORTEN MET EEN PROBLEEM: WELKE SOORTEN ERVAREN MOGELIJK HINDER?

Als onderdeel van de probleemverkenning moet worden uitgezocht welke soorten of soortgroepen hinder ondervinden of mogelijk gaan ondervinden van de infrastructuur. Dit betreft zowel de soorten die nu al in het gebied voorkomen als de soorten die er (op termijn) kunnen worden verwacht of er zijn gewenst. Zo kan het zijn dat in een gebied waar de otter is verdwenen men bij ontsnippering toch rekening met deze soort wil houden omdat de verwachting en wellicht zelfs het beleidsdoel is dat de soort terugkeert. Ingeval van bestaande infrastructuur en reeds aanwezige soorten wordt de aard en omvang van de hinder voor een soort(groep) bij voorkeur vastgesteld op basis van veldonderzoek. Bijvoorbeeld door tellingen van faunaslachtoffers, metingen die de barrièrewerking kwantificeren of het raadplegen van databases zoals de NDFF ([Nationale Databank Flora en fauna](http://www.ndff.nl)) voor het inzicht in de aanwezige soorten in het gebied. In geval van nieuwe infrastructuur kunnen verwachtingen worden geformuleerd wat betreft soorten die hinder zullen gaan ervaren, bijvoorbeeld op basis van veldonderzoek gericht op bewegingen van dieren in het landschap, ervaringen elders of simulatiemodellen waarmee effecten kunnen worden voorspeld.

De hinder moet in alle gevallen zo veel mogelijk worden gekwantificeerd. Bijvoorbeeld: het aantal faunaslachtoffers als gevolg van aanrijdingen per kilometer per jaar, het percentage bewegingen tussen twee leefgebieden dat is gehinderd of het oppervlak van het leefgebied dat in kwaliteit is aangetast. Enerzijds om betere inschattingen te maken omtrent het effect van deze hinder op de levensvatbaarheid van diersoorten. Anderzijds om in een volgende stap op weg naar een ontsnipperingsplan meetbare doelen voor ontsnippering te kunnen stellen. Duidelijke systeemgrenzen, zoals omschreven in [paragraaf 5.2.1](#) helpen bij het kwantificeren van de hinder.

In de praktijk kan infrastructuur een (potentieel) probleem vormen voor een grote variatie aan soortgroepen en soorten. In dat geval is het meestal niet haalbaar om de hinder voor alle soorten/groepen in beeld te brengen. Hiervoor zijn verschillende oplossingen. Een eerste oplossing is dat er enkele indicatorsoorten worden gekozen, waarvan wordt aangenomen dat ze representatief zijn voor veel andere soorten. Onderzoek naar welke hinder die indicatorsoorten ervaren kan dan gebruikt worden om ontsnippering te plannen voor een groep van min of meer vergelijkbare soorten wat betreft hun gevoeligheid voor de versnipperingseffecten van infrastructuur. Een tweede oplossing is dat er geen specifiek veldonderzoek wordt uitgevoerd op de plek zelf, maar er alleen een 'bureaustudie' wordt uitgevoerd. In deze bureaustudie worden dan drie vragen beantwoord:

1. Welke soorten komen nu voor rondom de (geplande) infrastructuur?
2. Welke soorten kunnen we (op termijn) ook in het gebied verwachten waarmee we rekening willen houden?
3. Welke van deze soorten zijn in welke mate gevoelig voor versnippering door infrastructuur op basis van studies elders?

Ad 1: Soorten die actueel voorkomen. Van veel gebieden in Nederland is bekend wat er aan diersoorten zit en hoe zij de ruimte gebruiken. Deze gegevens zijn onder andere verkrijgbaar bij de Nationale Databank Flora en Fauna (www.ndff.nl), provincies, terreinbeherende instanties en lokale natuurwerkgroepen (IVN, KNNV, JNM e.d.). Hierbij is ook de informatie over bestaande migratieroutes of wissels en vaste verblijfplaatsen van belang.

Ad 2: Soorten die op termijn gaan voorkomen. Nieuwe of bestaande infrastructuur vormt mogelijk een (toekomstige) barrière voor soorten die nog niet in het gebied voorkomen. Informatie hierover is te vinden in nationale beleidsplannen, beheerplannen en provinciale natuurgebiedsplannen. In de [soortendatabase](#) website van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit staat van alle Nederlandse soorten de status in diverse regelingen en verdragen; bij enkele soorten staat ook welke factoren hun voortbestaan in Nederland belemmeren.

Ad 3: Gevoeligheid soorten voor de versnipperende werking van infrastructuur. De gevoeligheid van soorten voor de versnipperende werking van infrastructuur verschilt. Veel soorten laten zich niet weerhouden om infrastructuur over te steken en zijn daardoor gevoelig voor aanrijdingen in het verkeer. Andere soorten – zoals koudbloedige reptielen – zoeken het wegdek of de spoorbaan misschien zelfs op, omdat de dieren daar willen opwarmen, met een groot risico om te worden aangereden. Daarnaast zijn er ook soorten die de infrastructuur mijden en dus een lage kans hebben om te worden aangereden. Voor deze groep van soorten is daarentegen de barrièrewerking van de infrastructuur een groot probleem.

De publicatie Actualisering doelsoorten en doelen MJPO (Van der Grift et al. 2009) geeft een overzicht van in Nederland voorkomende zoogdieren, reptielen, amfibieën, dagvlinders en enkele andere ongewervelden die gevoelig zijn voor de versnipperende werking van infrastructuur. Voor dagvlinders is Wallis de Vries (2010) geraadpleegd. De keuze van de vogels is gebaseerd op hun status op de [Rode lijst](#) en gevoeligheid om verkeersslachtoffer te worden.



Groenstrook op viaduct voor medegebruik door fauna

Op basis hiervan zijn in de onderstaande tabel enkele soorten die gevoelig zijn voor de versnipperende werking van infrastructuur weergegeven:

Aardbeivlinder	Franjestraat	Konijn	Sleedoornpage
Aardmuis	Geelbuikvuurpad	Kleine dwergvleermuis	Spaanse vlag
Adder	Gentiaanblauwtje	Kleine ijsvogelvlinder	Spiegeldikkopje
Alpenwatersalamander	Gewone bosspitsmuis	Kleine watersalamander	Steenmarter
Baardvleermuis	Gewone dwergvleermuis	Kommavlinder	Steenuil
Bastaardkikker	Gewone grootoorvleermuis	Korhoen	Teunisbloempijlstaart
Bever	Gewone pad	Laatvlieger	Torenvalk
Bijen (219 soorten)	Gladde Slang	Levendbarende Hagedis	Tweekleurige bosspitsmuis
Bont dikkopje	Grauwe gans	Loopkevers	Tweekleurige vleermuis
Boomkikker	Grijze grootoorvleermuis	Lynx	Veenhooibeestje
Boommarter	Grote bosmuis	Meerkikker	Veldmuis
Bosmuis	Grote gerande oeverspin	Meervleermuis	Veldparelmoervlinder
Bosparelmoervlinder	Haas	Mol	Veldspitsmuis
Bosuil	Hamster	Nauwe korfslak	Velduil
Bruin dikkopje	Hazelmuis	Noordse woelmuis	Vinpootsalamander
Bruine eikenpage	Hazelworm	Muurhagedis	Vliegend hert
Bruine kikker	Heideblauwtje	Oehoe	Vos
Bruine rat	Heikikker	Ondergrondse woelmuis	Vroedmeesterpad
Buizerd	Heivlinder	Otter	Vuursalamander
Bunzing	Hermelijn	Patrijs	Waterspitsmuis
Damhert	Huismuis	Poelkikker	Watervleermuis
Das	Huisspitsmuis	Pimpernelblauwtje	Wezel
Donker pimpernelblauwtje	Iepenpage	Ransuil	Wilde kat
Dwergmuis	Ingekorven vleermuis	Ringslang	Wild zwijn
Dwergspitsmuis	Kale bosmier	Ree	Woelrat
Edelhert	Kamsalamander	Rosse vleermuis	Wolf
Eekhoorn	Kerkuil	Rosse Woelmuis	Zandhagedis
Egel	Knobbelzwaan	Rugstreeppad	Zegge-korfslak
Eikelmuis	Knoflookpad	Ruige dwergvleermuis	Zwarte rat

Verkenning van het versnipperingsprobleem

Een belangrijke vraag die moet worden gesteld tijdens de probleemverkenning is waarom de dieren de weg willen kruisen? De aanleiding kan heel verschillend zijn:

- Voor dagelijkse tochten binnen het vaste leefgebied op zoek naar voedsel, drinkwater en rustplaatsen
- Voor seizoenmigratie naar tijdelijke voedselbronnen
- Voor seizoenmigratie naar en van winterrustplaatsen
- Voor zoektochten naar partners voor de voortplanting
- Voor zoektochten naar plekken voor ei-afzet of het werpen en grootbrengen van jongen
- Voor dispersie, waaronder ook het (her)koloniseren van nieuwe gebieden

Beantwoording van deze vraag is belangrijk, omdat het mede bepaalt welke en hoeveel faunavoorzieningen getroffen moeten worden en welke eisen aan het ontwerp moeten worden gesteld. Een faunavoorziening die dagelijkse voedseltochten mogelijk moet maken, moet bijvoorbeeld altijd beschikbaar zijn. Een faunavoorziening die in het voortplantingsseizoen een doorgang aan geslachtsrijpe dieren moet bieden, hoeft alleen in dat seizoen beschikbaar te zijn.

Een volgende vraag die moet worden gesteld is of de barrièrewerking van de infrastructuur negatieve gevolgen heeft voor het duurzaam voortbestaan van de populatie van de soort. Voor de beantwoording van deze vraag is een onderzoek naar de omvang van de lokale populatie nodig en de bijdrage van de infrastructuur aan de sterfte in deze populatie of aan de isolatie van de populatie. Meestal zijn hiervoor modelberekeningen nodig die specifieke deskundigheid vereisen. Slechts in enkele gevallen zijn hier de middelen voor aanwezig en daarom wordt gewoonlijk volstaan met de constatering dat infrastructuur een van bovengenoemde functies belemmert en dit moet worden opgelost.

2.2.3 VASTSTELLEN HOOFD- EN SUBTYPEN VERSNIPPERING

Zodra bekend is welke soorten (op termijn) in het gebied aanwezig zijn en mogelijk last ondervinden van de betreffende infrastructuur, dient te worden uitgezocht welke functie door de aanwezigheid van infrastructuur wordt belemmerd. Met andere woorden: welke specifieke problemen van versnippering ervaren de soorten (in potentie) en bij welke typen infrastructuur ondervinden zij die? Hoofdstuk 4 van de publicatie [Actualisering doelsoorten en doelen, MJPO](#) (Van der Grift et al. 2009) reikt een methode aan om te bepalen welk versnipperingsprobleem er speelt. De methode die in deze leidraad is omschreven is hierop gebaseerd.

Het type van versnippering waarmee je te maken hebt is afhankelijk van:

- **Soorten:** Soorten zijn in verschillende mate gevoelig voor de verschillende typen versnippering. Wat voor de ene soort een probleem oplevert, heeft op een andere soort amper invloed.
- **Type infrastructuur:** Een rijksweg veroorzaakt andere (versnipperings)problemen dan een spoorweg of watergang. Samen met de soorten vormt het type infrastructuur daarom een belangrijk aspect voor het bepalen van de juiste maatregelen. In deze leidraad onderscheiden we de volgende typen infrastructuur:
 - Rijkswegen
 - Provinciale wegen
 - Spoorwegen
 - Waterwegen

In deze leidraad worden de volgende hoofd- en subtypen van versnippering onderscheiden:

Hoofdtypen	Subtypen
Mortaliteit: sterfte van fauna	Sterfte door aanrijdingen Sterfte door verdrinking Sterfte door elektrocutie Sterfte door doodvliegen Sterfte door valkuilen (putten, trottoirbanden, goten, etc.)
Barrièrewerking	Barrière door fysieke obstakels of ongeschikte habitat
Verlies habitatkwaliteit	Verlies habitatkwaliteit door verstoring (licht, geluid, etc.) Verlies habitatkwaliteit door verontreiniging Verlies habitatkwaliteit door verdroging

In [bijlage 2](#) wordt per type infrastructuur op hoofdlijnen weergegeven welke soortgroepen een type versnipperingsprobleem ervaren. Deze tabellen zijn gebaseerd op bijlage 10 van de publicatie [Actualisering doelsoorten en doelen, MJPO](#) (Van der Grift et al. 2009).

De soortgroepen die een versnipperingsprobleem ervaren per type infrastructuur:

- [Bijlage 2A: Rijkswegen](#)
- [Bijlage 2B: Provinciale wegen](#)
- [Bijlage 2C: Spoorwegen](#)
- [Bijlage 2D: Waterwegen](#)

2.2.4 STAKEHOLDERS BEPALEN EN BENADEREN

Bij de aanleg van faunavoorzieningen zijn meestal meer partijen betrokken dan alleen de eigenaren en de beheerders van de infrastructuur. Bij bijna elke faunavoorziening moet er ook in het omliggende terrein iets gebeuren, zoals het aanleggen van geleiding naar de faunavoorziening, het verwijderen van obstakels of de aanleg van wegen en paden voor onderhoudspersoneel. In bewoond gebied moet ook rekening worden gehouden met de omwonenden. Zij kunnen wensen hebben, maar zij kunnen ook bedenkingen hebben bij voorgestelde ontsnipperende maatregelen.

Medegebruikers als stakeholder

Faunavoorzieningen worden in eerste instantie voor dieren aangelegd, maar soms is het mogelijk om een faunavoorziening zo in te richten dat niet alleen de wilde fauna, maar ook landbouwhuisdieren of mensen de voorziening kunnen gebruiken. Hierbij kan men denken aan recreanten (wandelen, fietsen, varen, paardrijden), landbouwverkeer, terreinbeheer (grote grazers, materieel) en de toegankelijkheid van gebieden voor hulpdiensten zoals de brandweer. Uit onderzoek van Van der Grift et al. (2010) blijkt dat ecoducten, waar medegebruik is toegestaan, niet perse minder vaak door dieren worden gebruikt. Wel vonden zij aanwijzingen dat dieren pas later verschijnen als er gedurende de dag veel mensen zijn gepasseerd en dat de dimensies (en inrichting) van de ecoducten voor sommige soorten een belangrijke factor vormen voor het accepteren van medegebruik. Van der Grift et al. (2010) geven [richtlijnen voor recreatief medegebruik op ecoducten](#).

Stakeholdersanalyse

Voor het in kaart brengen van de te benaderen stakeholders is het zaak om eerst een stakeholdersanalyse te doen. De onderstaande kernvragen kunnen helpen te bepalen wanneer welke stakeholders in het proces betrokken dienen te worden. De onderstaande tabel (volgende pagina) biedt input voor de stakeholdersanalyse.

- Welke stakeholder bevindt zich in de directe omgeving van de betreffende locatie?
- Welk belang heeft de stakeholder bij de faunavoorziening(en)?
- Welke invloed kan de stakeholder uitoefenen vanuit zijn/haar rol?

Door samen te werken kan meer worden bereikt en kunnen de maatregelen op een meer (kosten)effectieve manier worden ontwikkeld en beheerd, bijvoorbeeld door meerdere maatregelen met elkaar te bundelen en medegebruik te implementeren. Het is zaak om potentiële stakeholders zo vroeg mogelijk in het proces te benaderen en te betrekken. Naast dat er op tijd kan worden gestart met het ophalen van eisen en wensen, wordt er draagvlak gecreëerd en voelen nauw betrokken stakeholders zich mede-eigenaar van het betreffende probleem. Uit de omgeving kan kennis worden opgehaald die nodig is voor het slagen van je project. Dit bevordert het proces, verbetert het product en vergroot de acceptatie vanuit de omgeving voor de ruimtelijke ingrepen die nodig zijn. Samenwerking en minimaal consultatie (raadplegen van stakeholders) zijn cruciaal. Uit de praktijk blijkt dat projecten zelden stranden op techniek of budget. In de meeste gevallen komen de knelpunten in project voort uit weerstand vanuit de omgeving.

[Systems Engineering \(SE\)](#) is binnen Rijkswaterstaat de aanbevolen methode om wensen en eisen van stakeholders effectief vast te leggen en mee te nemen gedurende de hele levenscyclus van faunavoorzieningen. Al bij het bepalen van de stakeholders kan deze systematiek handvatten bieden. In 2007 heeft Rijkswaterstaat samen met ProRail, Bouwend Nederland en NL ingenieurs de [Leidraad System Engineering](#) opgesteld. In 2013 is deze leidraad voor het laatst geactualiseerd.



Fauna uitreedplaats (FUP) bij het Amsterdam-Rijnkanaal (Noord-Holland)



Amfibieëntunnel met geleidenscherm en Faunatunnel met rooster bij Kalmthout-Markiezaat (Noord-Brabant)

Mogelijke groepen stakeholders inclusief belang, invloed en beschikbare middelen

	Stakeholder	Belang	Invloed	Middel
(semi)-Overheden en beherende instanties	Opdrachtgever	Functionaliteit assets, (Europees) beleid en regelgeving	Financiering, besluitvorming, kaderstellend	Go-no go, geld
	Opdrachtnemer	Winst, tevredenheid klant, bereikbaarheid bouwlocatie	Prijsvorming, adviserend	Meer-/minderwerk
	Rijksoverheid	(Europees) beleid en regelgeving en betrouwbare en bruikbare informatie	Financierend, kaderstellend	Geld, vergunningverlening, wetgeving
	Provincie	Beleid, duurzame leefomgeving, vlot en veilig verkeer over weg en water en betrouwbare en bruikbare informatie	Kaderstellend, financierend, adviserend, consulterend, politieke lobby, imagobepalend	Geld, vergunningverlening (streekplanwijziging), eisen t.a.v. beheer
	Gemeente	Ontsluiting, verstoring, schade door fauna, duurzame leefomgeving, vlot en veilig verkeer over weg en betrouwbare en bruikbare informatie	Kaderstellend, adviserend, consulterend (draagvlak bij burgers), politieke lobby	Vergunningverlening, Bestemmingsplanwijziging, eisen t.a.v. beheer
	Waterschap	Waterkwantiteit- en Kwaliteitbeheer, veiligheid, droge voeten, voldoende en schoon water	Kaderstellend, adviserend, consulterend (draagvlak bij agrariërs), politieke lobby, besluitnemend	Watervergunningen
	ProRail	Kennisinbreng, uitvoering beleid, vlot en veilig verkeer over het spoor en betrouwbare en bruikbare informatie	Kaderstellend, financierend, adviserend, consulterend, politieke lobby, imagobepalend	Go-no go, geldbeleidsadviserend, vergunningverlening, eisen t.a.v. beheer
	Rijkswaterstaat	Uitvoering van het beleid, kennisinbreng, duurzame leefomgeving, droge voeten, voldoende en schoon water, vlot en veilig verkeer over weg en water en betrouwbare en bruikbare informatie	Kaderstellend, financierend, adviserend, consulterend, politieke lobby, imagobepalend	Go-no go, geld, vergunning-verleningbeleidsadviserend, vergunningverlening, eisen t.a.v. beheer
	Terreinbeheerders	Realisatie van hun beleid, geen schade aan terrein, bereikbaarheid	Adviserend, consulterend, imagobepalend	Media, Nederlands recht, lobby
	Fauna	Voortbestaan populatie/soort	Kaderstellend	N.v.t.
	Hulpverleners	Bereikbaarheid, veiligheid	Adviserend, consulterend, imagobepalend	Wet- en regelgeving, imago-schade
	Bergingsbedrijven	Bereikbaarheid, veiligheid	ANWB	Media, inspraak, lobby, rechtsgang
	Scheepvaart/Weg-verkeer	Transport en veiligheid	Adviserend, consulterend	Politieke lobby, media
	Recreanten	Bereikbaarheid, veiligheid, vermaak	Adviserend, consulterend	Politieke lobby, media
	NS	Kennisinbreng, uitvoering beleid	Kaderstellend, financierend, adviserend, consulterend, politieke lobby, imagobepalend	Lobby, geld
Gebruikers	Omwonenden	Verstoring, schade, zicht	Politieke lobby, consulterend	Media, inspraak, rechtsgang
	Bedrijven /Industrie	Schade aan bedrijfsvoering	Adviserend, consulterend	Media, inspraak, lobby, rechtsgang
	Agrariërs/ Land- en Tuinbouworganisatie Nederland	Schade aan bedrijfsvoering, Bereikbaarheid, medegebruik	Adviserend, consulterend	Media, inspraak, lobby, rechtsgang
	Recreatiesector	Medegebruik	Adviserend, consulterend	Media, inspraak, lobby, rechtsgang
	Belangenorganisaties	Realisatie van hun beleid	Adviserend, consulterend, imagobepalend	Media, inspraak, lobby, rechtsgang
	Welstandscommissie	Visie	Adviserend, consulterend, imagobepalend	Lobby



Geleiding en dekking voor kleinere dieren met behulp van boomstammen onder viaduct

HOOFDSTUK 3

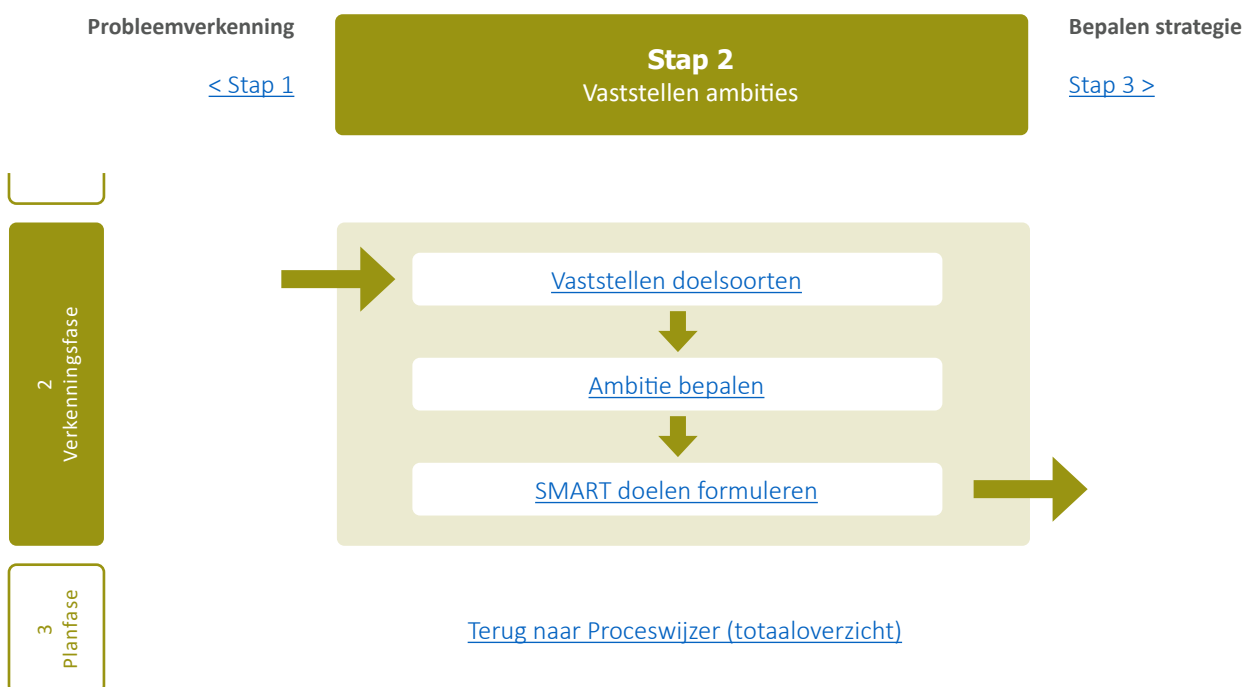
STAP 2 - VASTSTELLEN VAN AMBITIES: DOELSOORTEN EN DOELEN

3 STAP 2 - VASTSTELLEN VAN AMBITIES: DOELSOORTEN EN DOELEN

Uit de probleemanalyse volgt het vaststellen van de ambities. Hierbij wordt bepaald op welke soorten de faunavoorziening zich specifiek moet gaan richten en welke doelstellingen men hiermee wil bereiken. Een terechte vraag die vaak wordt gesteld is of het probleem wel zo groot is dat het de investeringen die voor de aanleg van een faunavoorziening nodig zijn rechtvaardigt. Moet voor elke soort die hinder van infrastructuur ondervindt een voorziening worden gemaakt? En als men voor een soort maatregelen wil treffen, in welke mate wil men dan de versnipperingsproblemen wegnemen? In deze stap moeten dus fundamentele keuzes worden gemaakt. De overlevingskansen van dieren, populaties of zelfs soorten is een aspect dat hierbij moet worden gewogen. Er kunnen echter ook andere motieven zijn om te ontsnipperen, zoals verkeersveiligheid. Er zijn namelijk ook soorten die wel de verkeersveiligheid in gevaar brengen, maar die niet direct in hun voortbestaan worden bedreigd.

3.1 STROOMSCHEMA VAN DE STAPPEN BIJ HET VASTSTELLEN VAN DE AMBITIES

In onderstaand stroomschema zijn de stappen ten behoeve van het vaststellen van de ambities inzichtelijk gemaakt. Door op een bepaalde stap/link te klikken wordt men doorverwezen naar de betreffende informatie.



3.2 OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN BIJ HET VASTSTELLEN VAN DE AMBITIES

3.2.1 VASTSTELLEN DOELSOORTEN

In de verkenningfase is onderzocht welke soorten fauna – nu of binnen afzienbare termijn – voorkomen in het betreffende gebied en mogelijk hinder ondervinden van de betreffende infrastructuur. Ook is aan te bevelen om de afbakening van het gebied/systeemgrenzen (zie [paragraaf 5.2.1](#)) al in kaart te hebben. Er dient nu te worden bepaald voor welke specifieke soorten er faunavoorzieningen getroffen moeten worden. Soorten waarvoor een faunavoorziening wordt aangelegd worden doelsoorten genoemd. Vanwege het potentieel grote aantal doelsoorten, wordt in de praktijk vaak een aantal indicatorsoorten als doelsoorten geselecteerd, waarvan wordt aangenomen dat ze representatief zijn voor veel andere doelsoorten.

Hoofdstuk 3 van de publicatie [Actualisering doelsoorten en doelen MJPO](#) (Van der Grift et al. 2009) biedt een werkwijze waarmee de doelsoorten voor ontsnippering voor een specifieke knelpuntlocatie (bijvoorbeeld een wegtraject) kunnen worden bepaald. Voor het doel van deze leidraad hebben we deze enigszins aangepast.

Er is sprake van een doelsoort waarvoor een faunavoorziening getroffen dient te worden zodra aan één van de volgende criteria voldaan wordt:

Criterium 1	De knelpuntlocatie ligt binnen het bereik van de soort, gegeven de huidige verspreiding van de soort.
--------------------	---

Criterium 2	Het knelpunt ligt binnen het bereik van de soort, gegeven de verwachte toekomstige verspreiding van de soort.
Criterium 3	Het knelpunt ligt binnen het bereik van de soort, gegeven de gewenste toekomstige verspreiding van de soort.
Criterium 4	Het knelpunt is gesitueerd in een bestaande of geplande natuurverbinding in de NNN waarvoor de soort een doelsoort is.
Criterium 5	De soort is in regionale verkenningen/beleidsvisies aangewezen als doelsoort voor het knelpunt.

Wanneer een soort het type infrastructuur niet als probleem ervaart (conform [paragraaf 2.2.3](#)), is de soort niet als doelsoort aangewezen voor het betreffende knelpunt, ongeacht de scores voor bovenstaande selectiecriteria. Wanneer een knelpunt meerdere typen infrastructuur omvat is het meest kritische type infrastructuur bepalend voor het selecteren van een soort als doelsoort voor ontsnippering voor het betreffende knelpunt.

Verschillende motivaties (drijfveren) voor het treffen van faunavoorzieningen

Ontsnippering staat centraal in deze leidraad, maar hier binnen kunnen verschillende drijfveren ten grondslag liggen aan het treffen van faunavoorzieningen en de ambities die je hierbij stelt (zie volgende paragraaf). Drie mogelijke drijfveren voor het treffen van faunavoorzieningen kunnen zijn:

- **Welzijn van dieren:** Bij deze motivatie gaat het erom dat ieder dier binnen de doelsoort dat benadeeld wordt door de betreffende infrastructuur er één te veel is, zonder dat de algehele populatie van die soort bedreigt hoeft te zijn.
- **Behoud van soorten:** Hierbij gaat het om de levensvatbaarheid van de doelsoorten die negatief wordt beïnvloed door de betreffende infrastructuur. De te treffen faunavoorzieningen moeten er voor zorgen dat de populaties van de doelsoorten behouden blijven. Vaak gaat het hierbij om soorten die in beleid en/of wetgeving al als beschermde soorten zijn aangemerkt.
- **Verkeersveiligheid/veiligheid van de mens:** Vooral wanneer aanrijdingen met dieren gevaar opleveren voor de mens, zonder dat het behoud of welzijn van populaties een aandachtspunt hoeft te zijn, kan juist de verkeersveiligheid de aanleiding zijn voor het treffen van faunavoorzieningen. Zo zijn er bijvoorbeeld rond Zweedse snelwegen hekwerken en passages aangelegd om het aantal menselijke verkeersslachtoffers als gevolg van aanrijdingen met elanden terug te dringen.

3.2.2 AMBITIE BEPALEN

Zodra de specifieke doelsoorten waarvoor je de faunavoorzieningen wilt treffen zijn bepaald, dient er voor deze doelsoorten een ambitie bepaald te worden. De keuze voor het ambitieniveau voor ontsnippering dient per doelsoort te worden gemaakt en is bij voorkeur gebaseerd op de ecologische noodzaak die bestaat voor het geheel dan wel gedeeltelijk mitigeren van de effecten. In hoofdstuk 5 van de publicatie [Actualisering doelsoorten en doelen MJPO](#) (Van der Grint et al. 2009) worden de onderstaande drie categorieën onderscheiden wat betreft mogelijke ambitieniveaus die men voor ogen heeft met de te treffen faunavoorzieningen. Deze categorieën bieden inspiratie voor het vaststellen van ambitieniveaus. Initiatiefnemers zijn uiteraard vrij om hier een eigen invulling aan te geven.

Ambitieniveau 1: Geen netto verlies, dus volledige mitigatie van de gemeten of voorspelde effecten. De negatieve effecten die de betreffende infrastructuur veroorzaakt (mortaliteit, barrièrewerking of verlies habitatkwaliteit), moeten voor 100% worden weggenomen door de ontsnipperende maatregelen.

Een doelsoort wordt aan het ambitieniveau 'geen nettoverlies' toegekend als minimaal één van de volgende beslisregels op deze soort van toepassing is:

- De soort heeft de status Verdwenen, Ernstig bedreigd, Bedreigd of Kwetsbaar op de [Rode Lijst](#) en is een [beschermde inheemse diersoort](#) in de Wet Natuurbescherming.
- De soort is doelsoort van het natuurbeleid.
- De soort is opgenomen in [bijlage II](#) (aanwijzing beschermde gebieden nodig) of [bijlage IV](#) (strikt beschermde soort) van de EU Habitatrichtlijn.
- De soort is opgenomen in [bijlage II](#) (strikt beschermde soorten) van de Conventie van Bern.
- De soort is opgenomen in [bijlage II](#) [strikt beschermde (trekkende) soorten] van de Conventie van Bonn.
- De soort vormt een potentieel risico voor de verkeersveiligheid en/of aanrijdingen met de soort leiden in veel gevallen tot economische schade.

Ambitieniveau 2: Beperkt nettoverlies, dus gedeeltelijke mitigatie van de gemeten of voorspelde effecten. De negatieve effecten die de infrastructuur veroorzaakt, moeten deels worden weggenomen door de ontsnipperende maatregelen. Er wordt geaccepteerd dat de effecten niet in zijn geheel (kunnen) worden weggenomen.

Een doelsoort wordt aan het ambitieniveau ‘beperkt nettoverlies’ toegekend als één of meerdere van de volgende beslisregels op de soort van toepassing zijn:

- De soort heeft de status Gevoelig op de [Rode Lijst](#).
- De soort heeft de status thans niet bedreigd of onvoldoende gegevens op de Rode Lijst en is opgenomen in [bijlage 5](#) [soorten waarvoor maatregelen getroffen kunnen worden om te zorgen dat de exploitatie van deze soorten niet ten koste gaat van hun behoud] van de EU Habitatrichtlijn en/of is opgenomen in [bijlage 3](#) [niet strikt beschermde soorten] van de Conventie van Bern.

Vanuit het oogpunt van natuurbescherming is het voor 100% mitigeren van de negatieve effecten het ultieme doel. In de praktijk is dit echter niet altijd haalbaar/realistisch, bijvoorbeeld door technische beperkingen of hoge aanleg- en onderhoudskosten van de ontsnipperende maatregelen. Men kan er dan voor kiezen om het ambitieniveau ‘beperkt nettoverlies’ te kiezen. Hierbij moet wel worden vastgesteld dat het voor minder dan 100% wegnemen van de versnipperingseffecten wel genoeg is om de levensvatbaarheid van de dierpopulaties te waarborgen.

Een lager ambitieniveau kan ook worden gekozen voor soorten die niet direct bedreigd of kwetsbaar zijn, maar wel beschermende maatregelen nodig hebben om op de langere termijn een plaats te behouden in de Nederlandse biodiversiteit. Het betreft soorten waarvoor het niet nemen van ontsnipperende maatregelen niet direct zal leiden tot het verdwijnen van de soorten, maar waarvoor maatregelen wel zinvol zijn en deze maatregelen bijdragen tot het creëren van een sterk natuurnetwerk.

Ambitieniveau 3: Geen ambitie, dus geen inspanningen om gemeten of voorspelde effecten te mitigeren. Hierbij gaat het om niet-bedreigde soorten die algemeen voorkomen en/of soorten die niet beschermd zijn op basis van de Wet natuurbescherming (die naar verwachting overgaat in de Omgevingswet). Deze soorten ondervinden in potentie wel hinder van de infrastructuur en zullen naar verwachting gebruik maken van de ontsnipperende maatregelen, maar behoeven geen concrete ambities of doelstellingen.

3.2.3 SMART DOELSTELLINGEN FORMULEREN

Nu de doelsoorten en ambities zijn bepaald, is het van belang om vast te stellen wat je concreet wilt bereiken met de te treffen faunavoorzieningen. Hiervoor dienen doelen te worden omschreven. Belangrijk is dat de doelstellingen SMART (Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch en Tijdgebonden) worden geformuleerd en aansluiten op het probleem zoals vastgesteld in Stap 1 ([hoofdstuk 2](#)) en het gekozen ambitieniveau zoals bepaald in de vorige paragraaf. Deze doelstellingen vormen tevens de basis voor de [monitoring en evaluatie van de uiteindelijk gerealiseerde faunavoorzieningen](#). In de gebruiksfase van de faunavoorziening dient namelijk te worden gemonitord of de doelstellingen met de gerealiseerde faunavoorziening daadwerkelijk worden behaald.

In de onderstaande tabel zijn per type versnippering en ambitie voorbeelden van SMART doelstellingen gegeven die direct toegepast kunnen worden of als inspiratie kunnen dienen voor het formuleren van een specifieke doelstelling.

Voorbeelden van SMART geformuleerde doelstellingen per hoofdtype versnippering en ambitie			
Hoofdtype versnippering	Ambitieniveau 1: Geen nettoverlies, volledige mitigatie	Ambitieniveau 2: Beperkt nettoverlies, gedeeltelijke mitigatie	Ambitieniveau 3: Geen ambitie
Mortaliteit	De voorziening voorkomt onmiddellijk na de aanleg van de maatregelen >95% van de faunasterfte als gevolg van aanrijding, verdrinking, elektrocutie, doodvliegen en/of vallen.	De voorziening voorkomt onmiddellijk na de aanleg van de maatregelen >75% van de faunasterfte als gevolg van aanrijding, verdrinking, elektrocutie, doodvliegen en/of vallen.	Voor niet-bedreigde soorten hoeft geen specifieke voorziening getroffen te worden en hoeft dus geen ambitie te worden bepaald.
Barrièrewerking	De voorziening faciliteert >95% van het oorspronkelijke aantal faunabewegingen tussen de populaties/leefgebieden aan weerszijden van de infrastructuur, i.e. het aantal faunabewegingen dat vóór de aanleg van de infrastructuur plaatsvond. Dit aantal faunabewegingen is 2, 4 en 6 jaar na aanleg van de voorziening bereikt voor respectievelijk mobiele, weinig mobiele en niet-mobiele soorten.	De voorziening faciliteert >50% van het oorspronkelijke aantal faunabewegingen tussen de populaties/leefgebieden aan weerszijden van de infrastructuur, i.e. het aantal faunabewegingen dat vóór de aanleg van de infrastructuur plaatsvond. Dit aantal faunabewegingen is 2, 4 en 6 jaar na aanleg van de voorziening bereikt voor respectievelijk mobiele, weinig mobiele en niet-mobiele soorten.	Voor niet-bedreigde soorten hoeft geen specifieke voorziening getroffen te worden en hoeft dus geen ambitie te worden bepaald.

Verlies habitatkwaliteit	Indien vóór de aanleg van de mitigerende maatregelen de soort aan één zijde van de infrastructuur niet voorkomt: De faunavoorziening faciliteert de permanente kolonisatie van het lege leefgebied door de soort binnen 2, 4 en 6 jaar na aanleg van de mitigerende maatregelen voor respectievelijk mobiele, weinig mobiele en niet-mobiele soorten.	Indien vóór de aanleg van de mitigerende maatregelen de soort aan één zijde van de infrastructuur niet voorkomt: De faunavoorziening faciliteert de benutting van het lege leefgebied door de soort binnen 2, 4 en 6 jaar na aanleg van de mitigerende maatregelen voor respectievelijk mobiele, weinig mobiele en niet-mobiele soorten.	Voor niet-bedreigde soorten hoeft geen specifieke voorziening getroffen te worden en hoeft dus geen ambitie te worden bepaald.
	Indien er vóór de aanleg van de mitigerende maatregelen sprake is van voldoende genetische differentiatie tussen de populaties aan weerszijden van de infrastructuur: De faunavoorziening faciliteert het bereiken van een inteeltcoëfficiënt (Fst) <0,15 tussen de populaties aan weerszijden van de infrastructuur binnen 3 generaties na aanleg van de mitigerende maatregelen.	Indien er vóór de aanleg van de mitigerende maatregelen sprake is van voldoende genetische differentiatie tussen de populaties aan weerszijden van de infrastructuur: De faunavoorziening faciliteert het bereiken van een inteeltcoëfficiënt (Fst) <0,15 tussen de populaties aan weerszijden van de infrastructuur binnen 6 generaties na aanleg van de mitigerende maatregelen.	Voor niet-bedreigde soorten hoeft geen specifieke voorziening getroffen te worden en hoeft dus geen ambitie te worden bepaald.
	De (relatieve) populatiedichtheden in de leefgebieden langs de infrastructuur zijn 15 jaar na de aanleg van de faunavoorziening gelijk aan die in optimaal leefgebied buiten de invloedssfeer van infrastructuur.	De (relatieve) populatiedichtheden in de leefgebieden langs de infrastructuur zijn 15 jaar na de aanleg van de faunavoorziening minimaal 75% van die in optimaal leefgebied buiten de invloedssfeer van infrastructuur.	Voor niet-bedreigde soorten hoeft geen specifieke voorziening getroffen te worden en hoeft dus geen ambitie te worden bepaald.
	De bezettingskans van de leefgebieden langs de infrastructuur is 15 jaar na de aanleg van de faunavoorziening gelijk aan die in optimaal leefgebied buiten de invloedssfeer van infrastructuur.	De bezettingskans van de leefgebieden langs de infrastructuur is 15 jaar na de aanleg van de faunavoorziening minimaal 75% van die in optimaal leefgebied buiten de invloedssfeer van infrastructuur.	Voor niet-bedreigde soorten hoeft geen specifieke voorziening getroffen te worden en hoeft dus geen ambitie te worden bepaald.

Doelstellingen met betrekking tot mortaliteit

Hoewel het ambitieniveau 'geen nettoverlies' staat voor het voorkomen van 100% van de effecten van infrastructuur, is het aan te bevelen om in de praktijk enige marge in te bouwen. Bij een doelstelling van 100% is immers één dood dier al aanleiding om te moeten concluderen dat de doelen niet gehaald zijn.

Vandaar dat wij adviseren om bij keuze van dit ambitieniveau als doelstelling toe te passen dat >95% van de faunasterfte door de mitigerende maatregelen moet worden voorkomen. Incidentele sterftegevallen, die altijd nog kunnen optreden, leiden dan niet direct tot conclusies dat de faunavoorziening niet succesvol is en de doelen niet zijn gehaald.

De maatregelen die genomen worden om sterfte te voorkomen worden geacht om direct na aanleg goed te werken. Daarom is in de voorbeelddoelstellingen voor beide ambitieniveaus opgenomen dat de gewenste afname in het aantal faunaslachtoffers onmiddellijk na de aanleg van de maatregelen moet zijn behaald. De mate waarin de faunasterfte afneemt blijkt in de praktijk vooral afhankelijk van het type faunavoorziening (zie wetenschappelijke waardering effectiviteit per faunavoorziening [hoofdstuk 9](#)), een zorgvuldige constructie, geregelde inspecties en geregeld onderhoud van de faunavoorzieningen. Is dat goed op orde dan kan de faunasterfte sterk worden teruggedrongen. Het advies is dan ook om voor soorten met een 'beperkt nettoverlies'-ambitieniveau minimaal 75% reductie van sterfte na te streven.

Doelstellingen met betrekking tot barrièrewerking

Het referentiepunt voor het formuleren van doelen voor ontsnippering is de situatie vóór de aanleg van de infrastructuur, toen er geen belemmering was voor de uitwisseling van individuen en/of genen. Een mogelijk is om voor de ambitie 'geen nettoverlies' een streefwaarde van >95% van het oorspronkelijke aantal faunabewegingen tussen de populaties/leefgebieden aan weerszijden van de infrastructuur aan te houden. Een streefwaarde van 100% is af te raden om dezelfde reden als bij het stellen van doelen voor de afname van mortaliteit.

Voor het ambitieniveau 'beperkt nettoverlies' is in bovenstaand voorbeeld een streefwaarde van >50% van het oorspronkelijke aantal faunabewegingen tussen de populaties/leefgebieden aan weerszijden van de infrastructuur gekozen. De streefwaarde is in dit voorbeeld dus lager dan de streefwaarde in de doelstelling voor de afname van faunasterfte. Mortaliteit heeft namelijk veelal een groter effect op de levensvatbaarheid van populaties dan de mate van uitwisseling. Hier is een afweging tussen kosten en baten op zijn plaats. Tevens is van belang dat wordt onderzocht welke mate van uitwisseling er minimaal nodig is om de levensvatbaarheid van de populatie niet in gevaar te brengen.



Een vleermuisportaal bij Zwolle (Bron: Jasja Dekker Dierecologie)

De perioden waarbinnen de doelen voor het aantal faunabewegingen moeten zijn behaald variëren per soort en zijn in de voorbeelden afhankelijk gesteld van de mobiliteit van de dieren. Mobiele soorten bereiken naar verwachting sneller het maximale aantal faunabewegingen die de gerealiseerde mitigerende maatregelen kunnen faciliteren. Weinig en niet-mobiele soorten zijn immers afhankelijker van de ontwikkeling van vegetatie en voldoende dekking op/in en rond de faunapassage.

De inteeltcoëfficiënt (F_{st}) die als maat wordt gebruikt om de genetische differentiatie vast te stellen ligt tussen 0 (geen differentiatie) en 1 (volledige differentiatie). Bij een F_{st} van 0,15 wordt gesproken van een structurele differentiatie tussen de twee of meer onderzochte populaties. In de hier geformuleerde voorbeelddoelen voor ontsnippering is deze waarde dan ook als streefwaarde gebruikt. Daarbij geldt dezelfde streefwaarde voor soorten met het ambitieniveau 'geen nettoverlies' en soorten met het ambitieniveau 'beperkt nettoverlies'. Het verschil in ambitieniveau komt tot uiting in de snelheid waarmee de genetische differentiatie moet zijn afgenomen: soorten met het ambitieniveau 'beperkt nettoverlies' mogen er tweemaal zo lang over doen.

Doelstellingen met betrekking tot verlies habitatkwaliteit

Behoud of verbetering van de kwaliteit van de habitat leidt tot behoud of groei van de populatie. Een geschikte leefomgeving zorgt er namelijk voor dat de soorten in het betreffende gebied kunnen verblijven en overleven en dat vaak het reproductief succes toeneemt. Tevens kunnen de maatregelen bewerkstelligen dat scheve verdelingen in de leeftijdsopbouw of seksratio van populaties, bijvoorbeeld als gevolg van een hogere sterfte binnen één leeftijdsgroep of binnen één sexe, verdwijnen. Het logische gevolg is dat de levensvatbaarheid van populaties toeneemt, wat tot uiting komt in lagere uitsterfkansen van (kleine) lokale populaties en een snellere (re)kolonisatie van geschikte habitatplekken. Verslechtering van de habitatkwaliteit gebeurt vaak niet van het ene op het andere moment. Een ongeschikte habitatkwaliteit uit zich bijvoorbeeld eerst in lagere populatiedichtheden en het vaker en langer onbewoond blijven van de habitatplekken. De aanbeveling is daarom om het succes van maatregelen af te meten aan de mate waarin de situatie na ontsnippering overeenkomt met de situatie in een optimaal leefgebied dat niet binnen de invloedsfeer van infrastructuur ligt.



Groot viaduct: weg op palen (Mecklenburg – Vorpommern)



Stobbenwal onder spoorbrug bij Kootwijkerzand (Gelderland)

HOOFDSTUK 4

STAP 3 - ONTSNIPPERINGS- STRATEGIE: SELECTEREN VAN PRINCIPEOPLOSSINGEN



Loopstrook in duiker voor kleine dieren onder de A50 bij de Wisselse Poort (Gelderland)

4 STAP 3- ONTSNIPPERINGSSTRATEGIE: SELECTEREN VAN PRINCIPEOPLOSSINGEN

Nu duidelijk is waar het probleem ligt, welke doelsoorten centraal staan en wat we willen bereiken met de maatregelen, is de volgende te zetten stap om de ontsnipperingsstrategie te bepalen. Met andere woorden: welke middelen gaan we inzetten om onze doelstellingen, zoals in de vorige stap (gezamenlijk) bepaald, te bereiken? Dit betekent dat moet worden bepaald welke faunavoorzieningen in principe een oplossing kunnen zijn en, als er meerdere opties zijn, welke van deze oplossingen op de betreffende knelpuntlocatie ook haalbaar en meest kostenefficiënt zijn. Als er meerdere doelsoorten zijn moet verkend worden wat de beste integrale oplossing of combinatie van oplossingen is.

De in dit hoofdstuk gepresenteerde principeoplossingen zijn gebaseerd op een analyse van wetenschappelijk onderzoek naar de effectiviteit en het gebruik van faunavoorzieningen. Hierbij is rekening gehouden met verschillen in kwaliteit tussen studies. Het resultaat is een vereenvoudigde classificering waarbij acht klassen zijn onderscheiden, zoals hieronder weergegeven. Zo is de wetenschappelijke waardering in één oogopslag inzichtelijk. Achter deze vereenvoudigde classificering zit een uitgebreide systematiek waarmee op basis van bestaand onderzoek en een aantal beslisregels de wetenschappelijke onderbouwing is vastgesteld. In [bijlage 1](#) is deze systematiek nader uitgelegd.

Classificering effectiviteit faunavoorzieningen

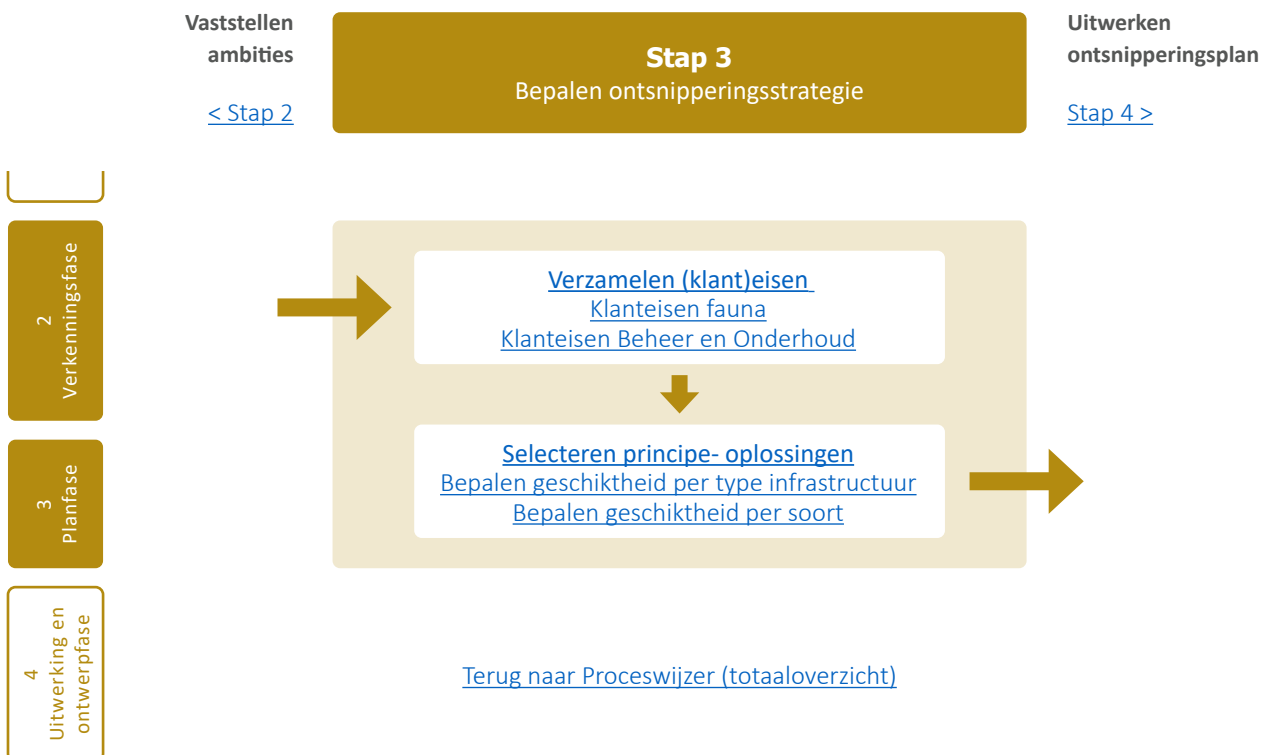
X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Faunavoorziening is ongeschikt
2	–	Faunavoorziening is matig geschikt
3	–	Faunavoorziening is geschikt
4	–	Faunavoorziening is zeer geschikt

Classificering gebruik faunavoorziening

X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Geen of incidenteel gebruik faunavoorziening
2	–	Regelmatig gebruik faunavoorziening
3	–	Frequent gebruik faunavoorziening
4	–	Zeer frequent gebruik faunavoorziening

4.1 STROOMSCHEMA VAN DE STAPPEN BIJ HET VASTSTELLEN VAN DE ONTSNIPPERINGSSTRATEGIE

In onderstaand stroomschema zijn de stappen ten behoeve van het bepalen van de ontsnipperingsstrategie inzichtelijk gemaakt. Door op een bepaalde stap/link te klikken wordt men doorverwezen naar de betreffende informatie.



4.2 OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN BIJ HET VASTSTELLEN VAN DE ONTSNIPPERINGSSTRATEGIE

4.2.1 KLANTEISEN VERZAMELEN

Faunavoorzieningen worden primair voor dieren aangelegd. Zij zijn in feite de belangrijkste klant. Tegelijk mag een faunavoorziening het gebruik van de infrastructuur niet onacceptabel hinderen en moet een faunavoorziening zodanig zijn gemaakt dat deze te onderhouden is en geen onacceptabele nadelen voor de omgeving oplevert. Naast de dieren zijn er dus nog meer belanghebbenden die wensen hebben ten aanzien van het ontwerp, de locatie en de realisatie van de faunavoorziening.

Al voordat de strategie voor de ontsnippering wordt bepaald en principeoplossingen worden gekozen, is het van belang om wensen te verzamelen bij de stakeholders, zoals deze eerder zijn vastgesteld en benaderd ([paragraaf 2.2.4](#)). De behoeften van stakeholders kunnen al van invloed zijn voor de keuzes die gemaakt worden met betrekking tot de in te zetten middelen. Later in het proces worden de [klanteisen verder aangescherpt](#), onder meer voor [de nadere uitwerking van het ontsnipperingsplan](#). Daarnaast dienen het ontwerp en de uitvoering te worden geverifieerd op de verzamelde eisen, dit is onder meer omschreven in [paragraaf 5.2.6](#).

[Systems engineering \(SE\)](#) is binnen Rijkswaterstaat de aanbevolen methode om wensen en eisen van stakeholders effectief vast te leggen en mee te nemen gedurende de hele levenscyclus van faunavoorzieningen. In 2007 heeft Rijkswaterstaat samen met ProRail, Bouwend Nederland en NL ingenieurs de [Leidraad System Engineering](#) opgesteld. In 2013 is deze leidraad voor het laatst geactualiseerd. Vooral bij grote projecten, waar de kosten van falen zeer groot kunnen zijn, is het doorlopen van alle stappen van Systems Engineering belangrijk. Bij kleinere projecten, zoals het aanleggen van een kleine faunatunnel, kan meestal een minder uitgebreide vorm worden gekozen.

4.2.1.1 KLANTEISEN/RICHTLIJNEN VOOR BEHEER EN ONDERHOUD

De beheerfase is de periode waarin een faunavoorziening moet functioneren. Bij het selecteren van de principe-oplossing moet al rekening gehouden worden met de beheerfase. Een verkeerde principeoplossing kan namelijk leiden tot een voorziening die uiteindelijk niet functioneert doordat effectief onderhoud, inspectie of monitoring niet mogelijk is of doordat de onderhoudskosten onevenredig hoog zijn. Het is daarom van belang om de organisaties die het onderhoud en de inspecties uitvoeren al te betrekken in het proces en hier al klanteisen op te halen voordat een principeoplossing geselecteerd wordt. De beheerbaarheid van de faunavoorziening dient als centraal uitgangspunt bij het ontwerp en de realisatie opgenomen te worden.

[Hoofdstuk 7](#): gaat verder in op het beheer, het onderhoud en de inspectie van faunavoorzieningen.

Bij de omschrijving van de faunavoorzieningen zelf in [hoofdstuk 9](#) zijn waar mogelijk richtlijnen met betrekking tot het onderhouden en inspecteren van de faunavoorzieningen opgenomen. Deze richtlijnen zijn grotendeels afkomstig uit de publicatie [Richtlijnen voor inspectie en onderhoud van faunavoorzieningen bij wegen](#) (Den Ouden en Piepers, 2008).

4.2.2 SELECTEREN PRINCIPEOPLOSSINGEN: GESCHIKTHEID PER TYPE INFRASTRUCTUUR EN SOORTGROEP

Zodra de [doelstellingen](#) en de verzamelde [\(klant\)eisen](#) inzichtelijk zijn, kan er een keuze worden gemaakt in de principeoplossing(en): Welk type maatregel kiezen we voor het oplossen van het versnipperingsprobleem. De matrixen/tabellen van de onderstaande bijlagen bieden hierbij hulp en geven achtereenvolgens inzicht in:

1. Mogelijke principeoplossingen per subtype versnippering en type infrastructuur ([bijlage 3](#))
2. De geschiktheid van principeoplossingen per soortgroep ([bijlage 4](#))

In [hoofdstuk 9](#) zijn de principeoplossingen in detail beschreven.

4.2.2.1 GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER TYPE INFRASTRUCTUUR

De karakteristieken van de infrastructuur zijn medebepalend voor de betreffende versnipperingsproblemen, maar ook voor de oplossingen. Deze verschillen leiden meestal ook tot verschillende oplossingen. Enkele voorbeelden:

- Bij bredere infrastructuur kunnen faunapassages alleen functioneren bij een grote maatvoering. Voor tunnels kan een grote maatvoering (met name de hoogte) voor onoverkomelijke uitdagingen ten aanzien van techniek, inpassing en kosten zorgen. Oplossingen over de infrastructuur (ecoducten, aanpassing van viaducten) liggen dan meer voor de hand. Uiteraard geldt ook hiervoor dat de maatvoering aan de breedte van de infrastructuur moet zijn aangepast. Bij spoorwegen moet bovendien rekening worden gehouden met de bovenleiding; als minimale hoogte boven het spoor wordt 5,5 m aangehouden.
- Bij drukke infrastructuur is de kans op aanrijdingen/faunaslachtoffers en de verstoring van de omgeving groter dan bij rustige infrastructuur.

- Bij een weg op een waterkerende dijk zijn aanvullende maatregelen nodig als onderdoorgangen worden gerealiseerd. Ter plaatse wordt dan bijvoorbeeld een apart 'poldertje' gemaakt.
- Waterwegen vragen andere oplossingen dan (spoor)wegen. Bij waterwegen vormen de steile oevers een onneembare barrière. Faunavoorzieningen om uit het water te klimmen zijn dan noodzakelijk.

In de tabellen van [bijlage 3](#) wordt per hoofdtype versnippering inzicht gegeven in de geschiktheid van de principeoplossingen voor de verschillende typen infrastructuur:

- [Bijlage 3A: Reductie Mortaliteit](#)
- [Bijlage 3B: Reductie Barrièrewerking](#)
- [Bijlage 3C: Tegengaan verlies habitatkwaliteit](#)

4.2.2.2 GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER DOELSOORT

Vanzelfsprekend stellen de doelsoorten bepaalde eisen aan faunavoorzieningen. Ook hierbij geldt dat er al bij het selecteren van de principeoplossingen rekening gehouden dient te worden met eigenschappen van de betreffende soorten. De manier van voortbewegen van de dieren speelt hierbij een belangrijke rol. Bijvoorbeeld: kunnen ze alleen lopen of kunnen ze ook graven?

[Bijlage 4](#) geeft per groep principeoplossingen inzicht in de geschiktheid van de principeoplossingen voor de verschillende soortgroepen op basis van [de wetenschappelijke waardering](#) (onderbouwing vanuit onderzoek). Zo kan de richting worden bepaald voor het selecteren van de juiste faunavoorziening, afhankelijk van de doelsoort:

- [Bijlage 4A](#): Geschiktheid principeoplossingen per doelsoort op basis van Europees onderzoek naar effectiviteit
- [Bijlage 4B](#): Geschiktheid principeoplossingen per doelsoort op basis van Nederlands en Vlaams (monitorings)onderzoek naar het gebruik van fauna voorzieningen door soorten

Bij het selecteren van de juiste principeoplossing dient rekening te worden gehouden met een combinatie van meerdere doelsoorten die (op de betreffende locatie) gefaciliteerd moeten worden. Meerdere oplossingen kunnen hiervoor worden gecombineerd. Het uitgangspunt hierbij moet zijn: de minst complexe/kostbare oplossing of combinatie van oplossingen die alle doelsoorten bedienen.



Stobbenwal bij faunatunnel onder de A27 bij Hilversum (Utrecht)



Fauna uitreedplaats (FUP) bij het Amsterdam-Rijnkanaal nabij Diemen (Noord-Holland)

HOOFDSTUK 5

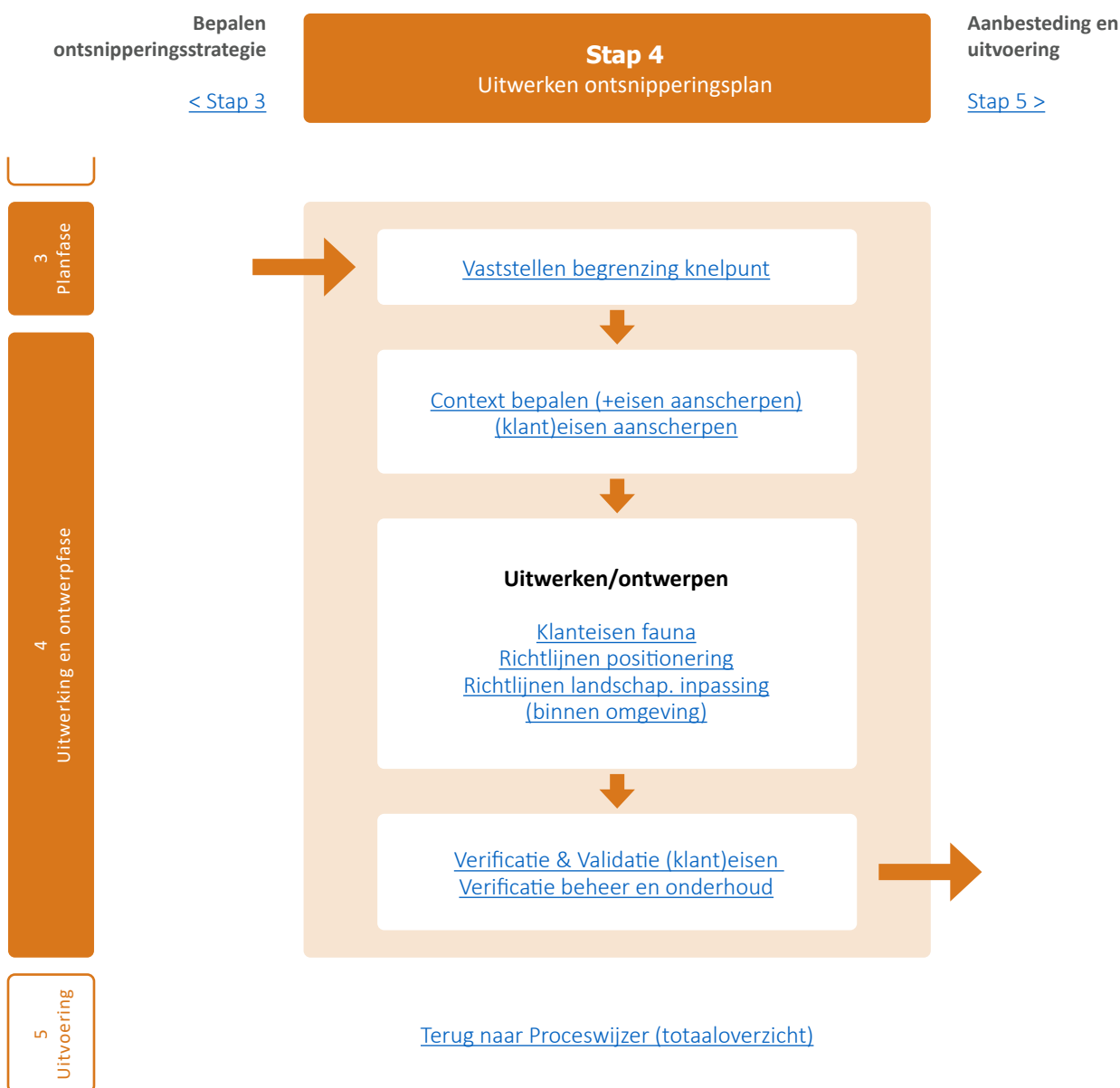
STAP 4 - UITWERKEN VAN HET ONTSNIPPERINGSPLAN

5 STAP 4- UITWERKEN VAN HET ONTSNIPPERINGSPLAN

Nu de principeoplossingen (gekozen maatregelen) zijn geselecteerd is het zaak om deze verder uit te werken tot een concreet ontsnipperingsplan. Hierin wordt/worden de gekozen maatregel(en) uitgewerkt en dienen er keuzes gemaakt te worden die ervoor zorgen dat de betreffende faunavoorziening geschikt is voor de soorten die er gebruik van moeten maken. Hierbij gaat het onder meer om (ontwerp)keuzes zoals vorm, dimensie, materiaal, substraat, positionering en inpassing in het landschap. Vanuit dit hoofdstuk wordt verwezen naar de bijlagen waarin concrete richtlijnen voor de nadere uitwerking zijn opgenomen. Ook de klanteisen die zijn verzameld bij belanghebbende partijen zijn richtinggevend of kaderstellend. Deze dienen up-tot-date gehouden te worden tijdens het proces en de (bouwkundige) uitwerking dient hierop getoetst te worden.

5.1 STROOMSCHEMA VAN DE STAPPEN BIJ HET UITWERKEN VAN HET ONTSNIPPERINGSPLAN

In onderstaand stroomschema zijn de stappen voor het uitwerken van het ontsnipperingsplan inzichtelijk gemaakt. Door op een bepaalde stap/link te klikken wordt men doorverwezen naar de betreffende informatie.



5.2 OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN BIJ HET UITWERKEN VAN HET ONTSNIJPERINGSPLAN

5.2.1 VASTSTELLEN BEGRENZING VAN KNELPUNT

Voordat er met de uitwerking van de gekozen faunavoorzieningen begonnen wordt, moet duidelijk zijn wat de begrenzing van het betreffende knelpunt is. Wat is het begin- en het eindpunt van het (spoor)wegtraject of de watergang waar de versnipperingsproblemen spelen? Dit zijn je systeemgrenzen. Hierbinnen kan het zijn dat er diverse biotopen voorkomen. Niet alle doelsoorten komen in alle biotopen voor, dus binnen de systeemgrenzen moet het leefgebied per doelsoort worden bepaald om tot een goed ontsnipperingsplan te kunnen komen.

5.2.2 CONTEXT BEPALEN: EXTERNE RAAKVLAKKEN

De aanwezigheid van kabels/leidingen, overige infrastructuur, bebouwing, grondsoort, enzovoort, moet in kaart worden gebracht en is mogelijk van invloed op de bouwkundige uitwerking van de faunavoorziening(en). In het contextdiagram worden de gebruikers en systemen getoond waarmee het System of Interest (de faunavoorziening) een wisselwerking (raakvlak) kan hebben. Het contextdiagram (Rechts) geeft de externe raakvlakken op hoofdlijnen weer. [Bijlage 7](#) geeft een nadere omschrijving van de mogelijke raakvlakken uit het contextdiagram. Er is deels een overlap tussen deze raakvlakken en de [betrokken stakeholders \(zoals eerder vastgesteld\)](#).



Contextdiagram van een faunavoorziening: externe raakvlakken.
In bijlage 7 zijn deze raakvlakken nader omschreven.

Wat betreft afstemming met de raakvlakken is aan te bevelen om via de onderstaande twee stappen te werken:

1. De doelen voor ontsnippering staan in beginsel altijd centraal. Het is daarom raadzaam om eerst inhoudelijk vanuit ecologisch standpunt te bepalen wat nodig is om de doelen te behalen. Wat is er vanuit de omgeving (de raakvlakken) nodig ten behoeve van de ontsnipperingsdoelstelling en de te realiseren faunavoorziening?
2. Pas daarna kan worden gekeken welke problemen de realisatie van de faunavoorziening kan geven in termen van haalbaarheid en welke oplossingen nodig zijn. Dit is een iteratief (herhalend) proces. Het kan betekenen, als de haalbaarheidsproblemen niet kunnen worden weggenomen, dat ontsnipperingsdoelen moeten worden aangepast. Uiteindelijk moet het doel en wat je realiseert altijd matchen. Het documenteren van de doelen maar zeker van de doelen die niet haalbaar zijn gebleken en reden daarachter is van belang. Voor het iteratieve proces in de toekomst waarbij opnieuw keuzes gemaakt moeten worden is deze informatie van belang.

Kaders zijn niets anders dan keuzes die kunnen worden aangepast en kunnen verschuiven. Bijvoorbeeld: Bestaande bebouwing kan technische beperkingen voor een faunavoorziening opleveren waardoor er besloten wordt dat het ontwerp moet worden aangepast. Echter; men kan ook besluiten om bebouwing te verwijderen zodat het ontwerp van de faunavoorziening ten behoeve van het behalen van de ontsnipperingsdoelen in tact blijft.

5.2.2.1 UITBREIDEN EN AANSCHERPEN KLANTENEISEN VANUIT RAAKVLAKKEN

Voordat er met de uitwerking van de faunavoorzieningen kan worden begonnen, moet worden uitgezocht wat er op de betreffende planlocatie precies speelt en welke raakvlakken er zijn (met behulp van het contextdiagram en [bijlage 7](#)). Vanuit deze raakvlakken worden, indien die keuze gemaakt is, de [\(klant\)eisen](#) voor het ontwerp waar nodig verder uitgebreid en/of aangescherpt. Zo kunnen er bijvoorbeeld eisen opgenomen worden met betrekking tot de diepte van een tunnel in verband met de kabels en leidingen die rond de betreffende infrastructuur zijn gesitueerd of de hoogte van een ecoduct over een (vaar) weg vanwege het verkeer dat er onderdoor moet kunnen.

De (klant)eisen met betrekking tot beheer, onderhoud en monitoring kunnen waar nodig nader worden gespecificeerd tot technische eisen voor de bouwkundige uitwerking van de faunavoorzieningen. Bij de faunavoorzieningen zelf in [hoofdstuk 9](#) worden ook ontwerpaanbevelingen gedaan per faunavoorziening.

5.2.3 KLANTENEISEN FAUNA (INRICHTINGSEISEN FAUNAVOORZIENINGEN)

De uit te werken faunavoorzieningen zijn gekozen en de eisen vanuit stakeholders en de omgeving (raakvlakken) zijn verder aangescherpt. Het ontwerpen van de faunavoorziening kan starten. Om de uit te werken voorziening geschikt te maken voor de belangrijkste klant, de doelsoort(en), is het van belang om je te richten op de klanteisen van de betreffende fauna. Alleen met de juiste (ontwerp)keuzes kunnen er functionele voorzieningen worden gerealiseerd die de versnipperingsproblemen mitigeren. Zo dienen de voorzieningen de juiste afmetingen te hebben (hoogte, breedte, lengte, diameter, etc.) en met het juiste materiaal en substraat te zijn opgesteld om de doelsoorten te kunnen dienen. Houdt hierbij rekening met eventuele nadelige effecten voor de niet-doelsoorten. Zo kunnen bijvoorbeeld zitpalen voor uilen en roofvogels (voor het verminderen van aanrakingen vanaf hectometerpaaltjes) uitzichtlocaties creëren die een negatief effect kunnen hebben op weidevogels. Bij de betreffende faunavoorzieningen zelf in [hoofdstuk 9](#) en de tabellen van [bijlage 5](#) zijn de klanteisen per soort inzichtelijk.

5.2.4 RICHTLIJNEN VOOR POSITIONERING

De positionering is een belangrijk aspect bij het uitwerken van een ontsnipperingsplan en de te treffen faunavoorzieningen. Positionering heeft betrekking op de locatie waar de betreffende voorziening geplaatst wordt. Een juiste plaatsing van bijvoorbeeld een passage op de meest optimale locatie waar je de fauna verwacht, zorgt ervoor dat deze gevonden wordt door de betreffende doelsoorten en ook daadwerkelijk gebruikt wordt. Bij rasters dient er bijvoorbeeld voor gezorgd te worden dat deze langs het gehele traject zijn geplaatst zodat deze niet omzeild kunnen worden. Bij de betreffende faunavoorzieningen zelf in hoofdstuk 9 zijn de aandachtspunten benoemd die betrekking hebben op de positionering van de faunavoorzieningen.

Bij faunapassages is de onderlinge afstand en het aantal passages van belang.

Om ervoor te zorgen dat er voldoende faunapassages binnen het bereik van de betreffende doelsoorten worden geplaatst, is het van belang om voldoende passages aan te leggen die niet te ver van elkaar verwijderd zijn. Met te weinig passages of een te grote afstand tussen bijvoorbeeld passages of uitstapplaatsen onderling, zal een deel van de doelsoorten de betreffende faunavoorzieningen niet weten te vinden en worden de beoogde doelstellingen niet gehaald. Onder meer de afstanden die doelsoorten afleggen zijn mede bepalend voor het aantal van en onderlinge afstand tussen de te treffen voorzieningen. Die afstanden zijn weer afhankelijk van het type beweging. Moet de faunavoorziening het dagelijks kruisen van infrastructuur mogelijk maken, bijvoorbeeld omdat de rustplaats aan de ene kant van de (spoor)weg ligt en de foerageerplaats aan de andere kant, of hoeft de infrastructuur maar twee keer per jaar te worden overgestoken, bijvoorbeeld als dieren tussen hun winter- en zomergebied migreren? In de tabellen van [bijlage 5](#) zijn ook concrete richtlijnen voor het aantal en de afstand tussen passages opgenomen.

5.2.5 RICHTLIJNEN VOOR LANDSCHAPPELIJKE INPASSING

Bij het uitwerken van de faunavoorziening dient rekening gehouden te worden met de landschappelijke inpassing. Landschappelijke inpassing heeft betrekking op de aansluiting van de faunavoorziening met de directe omgeving, zoals de inrichting en habitatkenmerken van toelopen naar de faunapassages, uitstapplaatsen, insprongen, etc. Voor soorten die makkelijk enkele honderden meters afleggen is het aansluiten van de faunavoorziening op een geleidende structuur-geleidende structuur (heg, houtwal, raster, watergang etc.) voldoende, maar honkvaste soorten die zich zelden over meer dan enkele meters verplaatsen moet de faunavoorziening aansluiten op biotopen die in alle behoeften van de soort voorziet. Bij voorkeur wordt de faunavoorziening aangelegd waar het leefgebied van de doelsoorten is of waar al geleidende structuren aanwezig zijn. Het realiseren van optimaal nieuw leefgebied of geleidende structuren kost (jaren) tijd. Het is niet zeker dat de doelsoorten deze uiteindelijk ook gebruiken en zo de faunavoorziening vinden. Soms duurt het jaren voordat soorten zijn gewend of duiken er nieuwe doelsoorten op.

Bij de landschappelijke inpassing gaat het niet alleen om raakvlakken met het leefgebied van de doelsoorten, maar om [alle raakvlakken](#). In een vlak en open landschap wordt een ecoduct door de omgeving (mensen) mogelijk niet gewaardeerd als dit leidt tot een bult in het landschap. In dat geval is een faunatunnel onder de (spoor)weg of een (spoor)wegtunnel onder maaiveld mogelijk passender. Er zal ook rekening moeten worden gehouden met mogelijke barrières die wat verder van de te kruisen infrastructuur liggen. Als de dieren bijvoorbeeld via de faunavoorziening de weg, de spoorweg of het kanaal zijn overgestoken en ze stuiten vervolgens op een provinciale weg, een omheind privéterrein of brede sloot, dan heeft de faunavoorziening weinig zin. In overleg met de terreineigenaren zullen ook deze barrières moeten worden weggenomen, of moet de faunavoorziening op een andere plek worden aangelegd.

In [bijlage 6](#) staan een aantal vragen over de omgeving die u zichzelf kan stellen om te bepalen wat de beste locatie voor een faunavoorziening is. Als er specifieke aandachtspunten ten aanzien van de landschappelijke inpassing zijn, dan staan die bij de beschrijvingen van de faunavoorzieningen in [hoofdstuk 9](#).

5.2.6 VERIFICATIE & VALIDATIE (V&V) KLANTEISEN

De uitwerking van de faunavoorziening(en) dient te voldoen aan de klanteisen die zijn verzameld (verificatie) en dient antwoord te geven op het [vastgestelde probleem](#) en de [doelstellingen](#) (validatie). Verifiëren en valideren is nodig om objectief en expliciet aan te tonen dat de oplossing voldoet aan de eisen en behoeften van de klanten. Het is aan te bevelen om voor verificatie en validatie standaardmethodes te gebruiken. Naarmate de complexiteit van projecten toeneemt, is meer maatwerk nodig om de functionaliteit aan te tonen. Verificatie en validatie kunnen conform de eerder genoemde methode van [System Engineering](#) worden georganiseerd.

Verificatie en validatie gebeurt op elk detailniveau en is een continu proces dat gedurende de hele levenscyclus van een faunavoorziening plaatsvindt. Belangrijke momenten waarop verificatie en validatie nodig zijn:

- Tijdens het uitwerken van het ontsnipperingsplan: Om te borgen dat het ontwerp van de te treffen faunavoorziening voldoet aan de eisen en de doelstelling.
- Tijdens de realisatie (bouw) van de faunavoorzieningen: Om te zorgen dat de uitvoerende aannemer zich houdt aan de eisen van het ontwerp en de vraagspecificatie tijdens de realisatie. [Hoofdstuk 6](#): Stap 5- Aanbesteden en begeleiden van de uitvoering gaat hier verder op in.
- Tijdens de gebruikersfase: Dit is de meest ultieme validatietest waarin wordt gemeten hoe de faunavoorziening functioneert. Door middel van monitoring kan worden gemeten of de betreffende faunavoorziening inderdaad het gewenste resultaat levert conform [de vastgestelde ambities en doelstellingen](#). [Hoofdstuk 8](#): Stap 7- Monitoring en evaluatie gaat hier verder op in.

Regelmatig verifiëren en valideren maakt het mogelijk foutieve keuzes tijdig te onderkennen en waar mogelijk te voorkomen. Een project zonder onvoorziene situaties is zeldzaam. Het komt regelmatig voor dat de situatie in werkelijkheid afwijkt van tekeningen en studies, bijvoorbeeld dat de grondwaterstand hoger is of er meer kabels liggen dan voorzien. Het is daarom verstandig al in het ontwerpproces kritieke uitvoeringsaspecten nader te toetsen. Vóór de daadwerkelijke uitvoering plaatsvindt, kan nog een laatste controle van de actuele situatie plaatsvinden.

V&V: eisen van fauna als belangrijkste klant

De belangrijkste klanten zijn de (doel)soorten zelf en [de klanteisen en wensen die vanuit de fauna worden gesteld](#) zijn eerder omschreven in [paragraaf 5.2.3](#). Zowel de opdrachtgever als opdrachtnemer kunnen deze leidraad gebruiken voor het verifiëren en valideren van het ontwerp op de doelstellingen en eisen vanuit de doelsoorten. Op basis van deze richtlijnen kan worden getoetst of het ontwerp inderdaad voldoet aan de richtlijnen die vanuit de fauna worden gesteld. Deze leidraad is geen bindend contractdocument, maar wel een bruikbaar hulpmiddel bij het ontwerpen en bij de verificatie van het ontwerp op de klanteisen van fauna.

V&V: overige klanteisen

De overige klanteisen vanuit stakeholders en overige raakvlakken rond een faunavoorziening zijn al in een vroeg stadium opgehaald en gedurende het proces verder aangescherpt en geactualiseerd. Ook op deze eisen dient het ontwerp te worden geverifieerd. Vergeet hierbij niet om de omgeving (belanghebbenden) op de hoogte te houden van de voortgang en eventuele aanpassingen aan het ontwerp en de uitvoering. Door middel van het V&V-rapport kan richting belanghebbenden expliciet worden aangetoond dat de ingediende eisen en wensen zijn meegenomen in het proces. Dit vergroot het draagvlak en verkleint de kans op weerstand vanuit belanghebbende groeperingen.

Naast de belanghebbenden zijn er tal van expertises nodig om te toetsen of het ontwerp op alle mogelijk aspecten voldoet. Zo is aan te bevelen om een kwaliteitsteam samen te stellen waarin naast de civiele techniek en veiligheid ook extra aandacht is voor de beheerbaarheid van het ontwerp en de ecologie.

Beheerbaarheid: Het ontwerp moet duurzaam en goed bereikbaar zijn voor het uitvoeren van onderhoud, inspecties en monitoring. Het is raadzaam om uitvoerende beheerders en inspecteurs te betrekken bij de beoordeling van het ontwerp en het ontwerp te toetsen op de eisen voor beheer, onderhoud en inspectie. Bij de omschrijving van de faunavoorzieningen zelf (in [hoofdstuk 9](#)) worden per faunavoorziening waar nodig aandachtspunten benoemd die specifiek betrekking hebben op beheer, onderhoud en inspectie. [Hoofdstuk 7](#) (Assetmanagement) gaat verder in op het beheer en onderhoud van de faunavoorzieningen.

Ecologie: Het ontwerp dient door een ecologisch expert beoordeeld te worden ten behoeve van de klanteisen van fauna, conform de richtlijnen van deze leidraad. Hoewel deze leidraad voor veel partijen goede handvatten biedt, is het belangrijk om te allen tijde een ecooloog in het proces betrokken te houden. Deze expertise is noodzakelijk voor goed functionerende faunavoorzieningen.



Duiker met looprichel voor kleine dieren

HOOFDSTUK 6

STAP 5 - AANBESTEDEN

EN BEGELEIDEN VAN

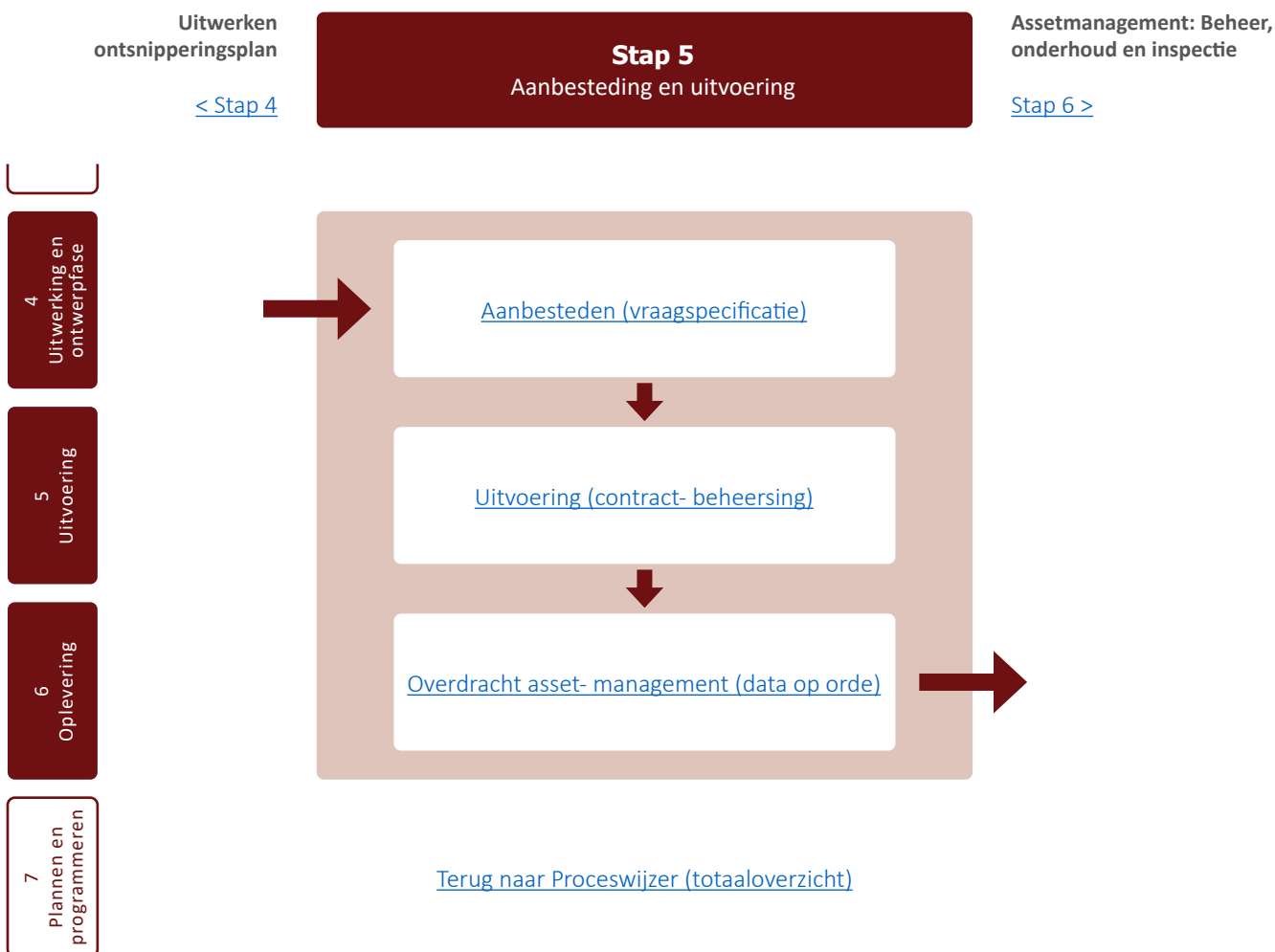
DE UITVOERING

6 STAP 5 - AANBESTEDEN EN BEGELEIDEN VAN DE UITVOERING

Het ontsnipperingsplan is uitgewerkt tot een concreet ontwerp en klaar voor de volgende stap. Hiervoor moet een geschikte partij worden gekozen (aanbesteding) die vervolgens het werk uitvoert op basis van het ontwerp, de product- en proceseisen en de afspraken die zijn gemaakt in het contract. Afhankelijk van de visie van de opdrachtgever op de samenwerking met de markt kunnen ook stappen 4 en 5 (ontwerp en begeleiden van de uitvoering) in de aanbesteding worden meegenomen, waarbij deze stappen door de opdrachtnemer worden doorlopen. Na de uitvoering dient het werk opgeleverd en overgedragen te worden, waarbij alle gegevens ten behoeve van assetmanagement worden geactualiseerd, als startpunt voor effectief beheer, onderhoud, inspectie en monitoring.

6.1 STROOMSCHEMA VAN DE STAPPEN BIJ AANBESTEDEN EN BEGELEIDEN UITVOERING

In onderstaand stroomschema zijn de stappen voor het aanbesteden en uitvoeren van de ontsnipperingsmaatregelen inzichtelijk gemaakt. Door op een bepaalde stap/link te klikken wordt men doorverwezen naar de betreffende informatie.



6.2 OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN BIJ AANBESTEDEN EN BEGELEIDEN UITVOERING

6.2.1 AANBESTEDEN (VRAAGSPECIFICATIE)

Voordat het werk wordt aanbesteed dient er een keuze gemaakt te worden in de wijze van aanbesteden en de contractvorm. Geen enkele inkoopstrategie of contractvorm is heilig; afhankelijk van de specifieke vraag en de te realiseren faunavoorziening dient hier een passende vorm in gekozen te worden. Hierbij zijn vele [verschillende vormen](#) mogelijk: van volledig technisch uitgewerkte contracten (volgens de RAW-systematiek) tot functionele open contractvormen waarbij de concrete uitwerking aan de uitvoerende partij wordt overgelaten op basis van functionele eisen van de opdrachtgever (UAV-GC).

Statische technische eisen (conform RAW) bieden houvast en een duidelijk kader. Dit voorkomt discussie met de uitvoerende aannemer. Echter, belangrijke nadelen hierbij zijn:

- Dat de opdrachtgever zelf veel meer tijd moet investeren. Als je hiervoor de markt inschakelt kan het efficiënt zijn om een geïntegreerd contract (ontwerp en aanleg) te gebruiken.
- Dat de opdrachtgever mogelijk nog onvoldoende integraal zicht heeft op wat er moet gebeuren in relatie tot de raakvlakken zoals kabels en leidingen, werkmethodes en de omliggende ruimte, etc. Hierdoor kunnen RAW-contracten tot veel afwijkingen en contractaanpassingen leiden.

Bij kleine niet-complexe projecten kunnen strikte RAW-eisen uitkomst bieden. Hoe complexer en groter het project, hoe groter de kans op het risico dat strikte technische eisen het bouwen van een effectieve faunavoorziening op maat in de weg kunnen staan. Door te kiezen voor een geïntegreerde contractvorm wordt ook het ontwerp (stappen 4 en 5, al dan niet deels) door de uitvoerende partij gedaan, bijvoorbeeld bij [D&C \(Design & Construct\)](#) of [E&C \(Engineering & Construct\)](#). Ook het onderhoud en de monitoring kan aan de uitvoerende partij worden overgelaten, bijvoorbeeld via een [DB\(F\)M-contractvorm](#) en/of [prestatiecontract](#). In het geval een uitvoerder/aannemer naast de uitvoering meerdere procesfasen op zich neemt, biedt deze leidraad houvast voor de uitvoerende partijen bij het ontwerpen, bouwen en beheren. De opdrachtgever kan deze leidraad gebruiken voor het valideren, verifiëren en monitoren tijdens en na de uitvoering van het betreffende werk.

Opstellen vraagspecificatie

Ongeacht de aanbestedingsstrategie of contractvorm dient er voor de aanbesteding een vraagspecificatie te worden opgesteld. Hierin wordt voor de aannemer beschreven wat er moet worden gemaakt (producteisen) en hoe hij te werk moet gaan (proceseisen). In de vraagspecificatie staat ook hoe wordt geverifieerd of alles volgens plan verloopt en of het product en eventuele tussenproducten aan de systeem- en klanteisen voldoen. De inkoopstrategie, de aanbestedingsprocedure en de contractbeheersingsstrategie bepalen de vorm, de inhoud en het niveau van de vraagspecificatie. Met technische specificaties is veel ervaring. Voor functionele specificaties geldt dat in mindere mate, hoewel Rijkswaterstaat en ProRail hiermee inmiddels al veel ervaring hebben opgedaan. In de publicatie [Guidelines for outcome-based specifications in road mitigation](#) (Van der Grift et al., 2016) staan richtlijnen voor het opstellen van een functionele vraagspecificatie ten aanzien van faunavoorzieningen geformuleerd. Onderstaand zijn deze richtlijnen omtrent het opstellen van een functionele vraagspecificatie op hoofdlijnen omschreven.

- **Koppel de specificaties direct aan je ambities en SMART doelstellingen zoals deze reeds zijn geformuleerd (hoofdstuk 3).** Deze ambities en doelstellingen zijn gericht op de doelsoorten waarvoor voorzieningen worden getroffen en deze vergroten het begrip bij de aannemer waarom bepaalde keuzes in het ontwerp en de vraagspecificatie zijn gemaakt. De SMART doelstellingen zijn goed meetbaar en gericht op het daadwerkelijk functioneren van de te treffen voorzieningen. Hiermee wordt ook direct de link gelegd naar de indicatoren waarmee de effectiviteit van de voorziening wordt gemonitord in de gebruiksfase.
- **Leg in de vraagspecificatie de link naar beleid en regelgeving op lokaal, landelijk en/of Europees niveau.** De doelstelling voor het treffen van de voorzieningen is uiteindelijk in lijn met de doelstelling vanuit de [Europese regelgeving \(Habitatrichtlijn\)](#) en het [Europees beleid \(Biodiversity Strategy\)](#) voor behoud en verbetering van biodiversiteit, ecosystemen en ecosysteemdiensten. Zo wordt de urgentie van de maatregel verder aangetoond en de link gelegd naar het uiteindelijke hogere doel. Daarbij wordt de samenhang van het betreffende project met de andere ontsnipperingsprojecten en algemene milieudoelstellingen vergroot.
- **Specificeer nauwkeurig of het doel van de faunavoorziening is om het probleem volledig of deels te mitigeren.** Zoals [paragraaf 3.2.3](#) omschrijft zijn er twee typen doelstellingen: volledige mitigatie of gedeeltelijke mitigatie. De mate van mitigatie als doelstelling dient nauwkeurig in de vraagspecificatie te zijn opgenomen en is afhankelijk van de lokale situatie, inclusief de gezondheid/toestand van de doelsoortpopulaties op die locatie. Ook de wetgeving kan van invloed zijn bij het bepalen van de mate van mitigatie.
- **Pas alleen technische specificaties toe indien deze goed zijn onderbouwd vanuit wetenschappelijk (monitoring)onderzoek.** Concrete technische eisen zijn voornamelijk bruikbaar op bouwwerken of onderdelen van bouwwerken waarbij geen ruimte voor interpretatie gewenst is. Bijvoorbeeld bij minimumafmetingen van passages waarvan wetenschappelijk is bewezen dat de faunavoorzieningen niet of minder functioneel zijn voor de betreffende doelsoort zodra men zich niet aan de minimeisen houdt. Zoals eerder genoemd, moet worden voorkomen dat rigide technische eisen innovatie en kennis vanuit de uitvoerende partijen in de weg zitten. Deze leidraad geeft handvatten en kan input geven voor het bepalen van de (minimale) eisen in de vraagspecificatie / het contract. Indien een aannemer met een afwijkend voorstel komt (die niet in deze leidraad wordt omschreven) en kan aantonen dat zijn afwijkende voorstel voldoende is onderbouwd vanuit wetenschappelijk onderzoek, kan voor het alternatieve voorstel worden gekozen.

- **Betrek relevante stakeholders en expertise bij de uitvraag en neem eisen vanuit stakeholders mee in de vraagspecificatie.** Al vanaf de verkenningsfase zijn stakeholders betrokken bij het verkennen van het probleem ([hoofdstuk 2](#)), opstellen van ambities en doelstellingen ([hoofdstuk 3](#)) en de uitwerking van het ontwerp ([hoofdstuk 5](#)). Ook de eisen die bij externe stakeholders zijn opgehaald vertalen zich via de contractdocumenten, waaronder de vraagspecificatie, uiteindelijk in de uitvoering. Om er zeker van te zijn dat ook tijdens de uitvoering de relevante product- en proceseisen vanuit externe belanghebbenden worden meegenomen, is het raadzaam de stakeholders bij het opstellen van de vraagspecificatie en de aanbesteding betrokken te houden. Zo kan relevante expertise bijvoorbeeld op het gebied van beheer en onderhoud, veiligheid, ecologie, civiele techniek, etc. in het beoordelingsteam worden opgenomen om de ingediende inschrijving te beoordelen op de specifieke onderdelen. Tot slot is het van belang om de plaatselijke autoriteiten (gemeente, provincie, waterschap, Rijkswaterstaat) betrokken te houden ten behoeve van de regelgeving en het (tijdig) aanvragen van benodigde vergunningen.
- **Koppel de vraagspecificatie niet aan een enkele of een vast aantal te realiseren faunavorzieningen.** Indien er een vast aantal te realiseren faunavorzieningen wordt vastgelegd in een vraagspecificatie, wordt de opdrachtnemer beperkt voor het ontwerpen en/of aanleggen van faunavorzieningen voor het oplossen van het versnipperingsprobleem en is er minder ruimte voor innovatie. De omvang van en/of het aantal aan faunavorzieningen is van cruciaal belang voor het mitigeren van het probleem. Tijdens het uitwerken van het ontwerp en het aanleggen van het bouwwerk dienen hier de juiste afwegingen in gemaakt te worden ten behoeve van de doelstelling.
- **Koppel de vraagspecificatie indien mogelijk aan meerdere relevante prestatie-indicatoren.** Een prestatiegerichte uitvraag levert meer op als er meerdere prestatie-indicatoren worden geformuleerd. Een voorbeeld: als een mitigerende maatregel zowel als doel heeft om het aantal aanrijdingen te reduceren als om een kwetsbare populatie aan een kant van de betreffende infrastructuur te verbeteren, dienen er zowel indicatoren voor het aantal aanrijdingen als voor populatieomvang te worden opgenomen.
- **Maak gebruik van minimale basiscondities of referentiestandaarden.** Het succes van een faunavorziening kan alleen nauwkeurig worden bepaald indien er een duidelijke definitie is voor succes. Door gebruik te maken van concrete cijfers als basis of referentie wordt er een concrete en meetbare eis gesteld. Basiscondities hebben betrekking op de situatie ter plaatse voordat de betreffende infrastructuur is gerealiseerd (bij nieuwe infrastructuur) of voordat de faunavorziening is gerealiseerd (bij bestaande infrastructuur). Een referentiestandaard kan betrekking hebben op een andere locatie met dezelfde eigenschappen waar referentiemetingen worden gedaan, op standaarden die voortkomen uit wetenschappelijke modelsimulaties of op standaarden die voortkomen uit wet- en regelgeving.



Loopplanken over een sloot richting een faunapassage bij het Koningsdiep (Friesland)

6.2.2 UITVOERING (CONTRACTBEHEERSING)

Zodra er een uitvoeringsontwerp gereed is, starten de uitvoeringswerkzaamheden. Afhankelijk van het type contract gaat de uitvoerende partij direct na de aanbesteding aan de slag met de werkzaamheden zoals in de vraagspecificatie en overige contractdocumenten vastgelegd. Bij de traditionele contractvormen gaat het voornamelijk om de bouwwerkzaamheden. Bij de geïntegreerde contractvormen (zoals [D&C](#), [E&C](#) en [DBFM](#)) starten de werkzaamheden van de uitvoerende partij met een ontwerpfase. De opdrachtgever voert hierbij toetsingen uit op de uit te voeren werkzaamheden conform het contract. Deze toetsingen kunnen zowel de vorm hebben van audits als van het voeren van directie en toezicht. Met het opstellen van eenduidige en meetbare doelen en specificaties (zoals in het voorgaande omschreven) wordt hiervoor de basis gelegd.

Bij het opstellen van de uitvraag en de contractstukken wordt ook bepaald hoe het contract wordt beheerst tijdens de uitvoering. Dit wordt nader vastgelegd in een contractbeheersingsplan. Er zijn uiteenlopende methoden die kunnen worden toegepast voor contractbeheersing, mede afhankelijk van de contractvorm waarvoor gekozen is.

[Systeemgerichte Contractbeheersing \(SCB\)](#) wordt al sinds 2003 toegepast door Rijkswaterstaat en wordt gebruikt bij alle contractvormen waarvan de inkoop onder kwaliteitsmanagement plaatsvindt. Ook andere overheidsinstanties gebruiken deze vorm van contractbeheersing. Bij SCB wordt de kwaliteit door de opdrachtnemer zelf beheerst op basis van de eigen kwaliteitsmanagementsystemen. De opdrachtgever controleert de uitvoerende partij op basis van risicogestuurd toetsen en deels op afstand, waarbij de focus ligt op het functioneren van het kwaliteitsmanagement. Hierbij kunnen gecertificeerde (lead)auditors in worden gezet, die indien nodig worden bijgestaan door specialisten in de te toetsen materie. Tegenwoordig wordt deze wijze van contractbeheersing vergezeld door andere vormen van samenwerking en interactie tussen opdrachtgever en opdrachtnemer en worden door de opdrachtgever zelf ook waarnemingen op het werk gedaan.

Wanneer in het contract niet wordt geëist dat door de opdrachtnemer kwaliteitsmanagement wordt toegepast bij de realisatie van het contract, stelt de opdrachtgever zelf vast of de geleverde producten of diensten voldoen aan de hieraan gestelde eisen. Hiertoe worden eigen waarnemingen uitgevoerd om vast te stellen of de prestatie is geleverd in plaats van te toetsen op systeem-, proces- en productniveau. Deze eigen waarnemingen vormen de onderbouwing voor het afgeven van de prestatieverklaring. Voorwaarde is dat de te leveren prestaties helder en meetbaar zijn gedefinieerd in het contract (conform [paragraaf 6.2.1](#)).

6.2.3 OVERDRACHT TEN BEHOEVE VAN ASSETMANAGEMENT: DATA OP ORDE

Een actueel en volledig inzicht in de te beheren objecten, in dit geval de faunavoorzieningen, is nodig om de functionaliteit, veiligheid en duurzaamheid van de faunavoorzieningen te waarborgen. De nieuwe aanleg van faunavoorzieningen of aanpassingen van bestaande faunavoorzieningen betekent dat het areaal is gewijzigd. Deze wijzigingen dienen per direct te worden doorgevoerd in (beheer)systemen van de beherende instantie. Deze gegevens hebben onder meer betrekking op het te onderhouden areaal (aantal en afmetingen van de faunavoorzieningen), de huidige onderhoudskwaliteit van de faunavoorzieningen en de benodigde onderhouds-/inspectiecycli. Deze gegevens heeft de beherende partij nodig om het onderhoud, de inspecties en monitoring te kunnen plannen, organiseren en uitvoeren.

Iedere organisatie hanteert haar eigen (beheer)systemen. 'Data op orde' betekent in het geval van Rijkswaterstaat bijvoorbeeld dat:

- De nieuwe of gewijzigde geografische informatie in het programma [KernGIS](#) moet worden bijgewerkt.
- Bij kunstwerken en tunnels met een diameter groter dan 1,5 m de technische informatie vast moet worden gelegd in [Disk \(Data Informatie Systeem Kunstwerken\)](#).
- Het beheermanagementsysteem [Ultimo](#) moet worden bijgewerkt met de nieuw te beheren onderdelen.



Natuurvriendelijke oever onder viaduct

HOOFDSTUK 7

STAP 6 - ASSETMANAGEMENT: BEHEER EN ONDERHOUD EN INSPECTIE

7 STAP 6 - ASSETMANAGEMENT: BEHEER EN ONDERHOUD EN INSPECTIE

Nadat de betreffende faunavorzieningen zijn aangelegd en alle (areaal)gegevens zijn bijgewerkt in de systemen, gaat de fase van assetmanagement van start. De aanwezige onderdelen (assets) in de openbare ruimte moeten duurzaam in stand worden gehouden en veilig en functioneel blijven. Met behulp van management, methodieken en systemen moet worden geborgd dat er een optimale balans is tussen prestaties (kwaliteit van de faunavorzieningen), beheersing van risico's en onderhoudskosten. Het stroomschema met de te nemen stappen omtrent assetmanagement is op de volgende pagina te vinden.

Aanbesteding en uitvoering

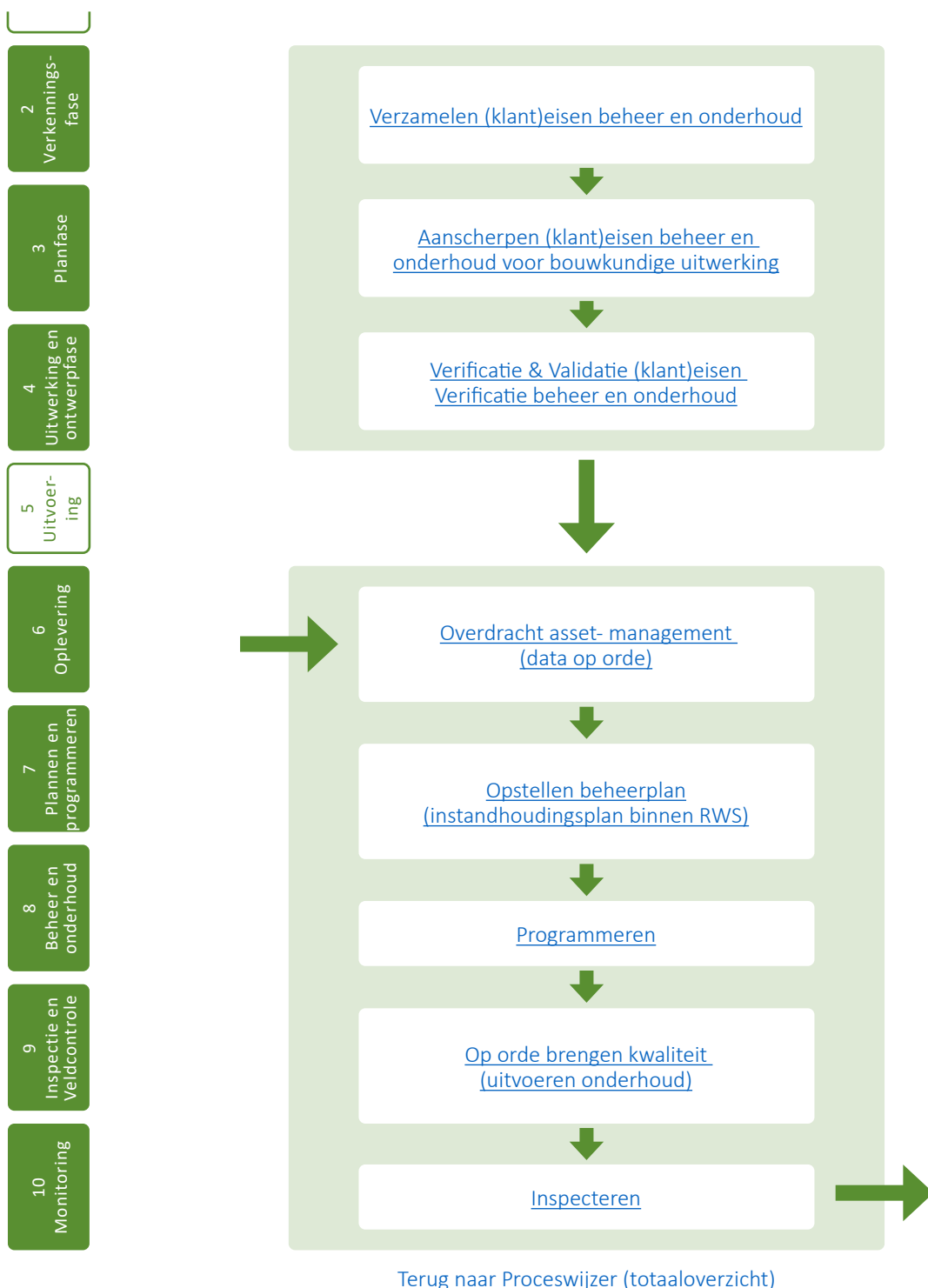
[< Stap 5](#)

Stap 6

Assetmanagement: Beheer, onderhoud en inspectie

Monitoring en evaluatie

[Stap 7 >](#)



Raakvlakken en grenzen met andere assets

Binnen assetmanagement en conform NEN 2767-4 (decompositiemethode) vormen faunavoorzieningen over het algemeen een onderdeel van een groter geheel. Alleen een grote faunavoorziening zoals een ecoduct wordt als een op zichzelf staand beheerobject beschouwd. Hierdoor zijn er vele raakvlakken en grenzen met de omgeving en andere objecten. Voor het beheer en onderhoud is het goed om deze raakvlakken en grenzen helder te hebben. Daarom is het van belang om in deze paragraaf eerst de uitgangspunten te beschrijven die van toepassing zijn op assetmanagement van faunavoorzieningen en welke raakvlakken en grenzen daaruit ontstaan met assetmanagement van de overige objecten, waaronder wegen en civiele kunstwerken.

- **Assetmanagement kunstwerken:** Faunavoorzieningen kunnen gepositioneerd zijn op of onder civiele kunstwerken (zoals bruggen, viaducten, duikers, etc.). Binnen assetmanagement worden in deze situaties alleen de aanwezige bouwdelen van de faunavoorzieningen beschouwd die de daadwerkelijke faunavoorziening vormen. De overige constructies ten behoeve van het civiele kunstwerk vallen binnen Assetmanagement kunstwerken.
- **Assetmanagement kleine duikers:** Van faunavoorzieningen die gepositioneerd zijn in een duiker met een diameter kleiner dan 1,5 meter worden beide uitmondingen van de duiker over een inwendige lengte van 0,5 meter beschouwd binnen Assetmanagement faunavoorzieningen. Het overige deel van de duiker valt binnen Assetmanagement kleine duikers.
- **Assetmanagement rijkswegen (berm):** Faunavoorzieningen in bermen langs rijkswegen kunnen een raakvlak hebben met Assetmanagement weg (berm). Dit zijn faunavoorzieningen die dienen te voorkomen dat doelsoorten op de weg terechtkomen. Een voorbeeld hiervan zijn kerende rasters die niet aan een faunapassage aansluiten (functie keren). In dit geval is er dus geen faunapassage aanwezig; deze faunavoorzieningen staan zelfstandig in de berm. Het bouwdeel faunavoorziening behoort tot Assetmanagement faunavoorzieningen, de resterende berm valt onder Assetmanagement weg (berm).

De taken van een assetmanager

Tijdens het beheren en onderhouden van de faunavoorzieningen zijn er een aantal taken die uitgevoerd dienen te worden om de faunavoorziening duurzaam in stand te houden en de veiligheid en functionaliteit te waarborgen.

Op hoofdlijnen dienen de volgende taken binnen assetmanagement uitgevoerd te worden:

- **Areaal op orde** houden in de verschillende (beheer)systemen. Alle wijzigingen in het areaal, kwaliteitsmetingen/inspecties en uitgevoerd onderhoud dienen te worden bijgewerkt om een actueel inzicht te houden en tijdig te kunnen handelen voor het functioneel en veilig houden van de faunavoorzieningen.
- **Inhoudelijke verantwoording** voor instandhouding van de faunavoorzieningen. Vanuit volledig bijgewerkte systemen kan worden aangetoond wanneer welk onderhoud nodig is. Zodra bijvoorbeeld uit een inspectie blijkt dat de faunavoorziening niet voldoet aan de kwaliteitseisen kan het onderhoud worden verantwoord.
- **Inspectieresultaten toetsen en (waar nodig) vertalen in onderhoudsmaatregelen.** Inspecties geven inzicht in de huidige kwaliteit van de faunavoorzieningen. Op basis van inspectieresultaten dient de beheerder/assetmanager te bepalen welk onderhoud nodig is voor het duurzaam in stand houden en veilig en functioneel houden van de faunavoorzieningen.
- **Zorgen voor de actualiteit van onderhoudsmaatregelen** en deze in de programmering opnemen, inclusief het aanvragen van onderhoudsbudget. Vanuit beheersystemen kan voortijdig inzicht worden gegeven in het verwachte onderhoud in de komende jaren en de kosten die daarmee samenhangen, onder meer op basis van inspectiegegevens en kennis omtrent de onderhoudscycli en de levensduur van faunavoorzieningen.
- **Inplannen van werkzaamheden en opdrachten uitzetten** en (laten) uitvoeren. Binnen Rijkswaterstaat gebeurt het uitzetten van onderhoudsopdrachten in de vorm van een POF (projectopdrachtformulier). Vanuit de inspectieresultaten en beheersystemen is bekend welk onderhoud wanneer nodig is. Aan de hand van dit inzicht dienen de werkzaamheden te worden ingepland en de uitvoerende aannemer aan het werk te worden gezet.

7.1 STROOMSCHEMA VAN DE STAPPEN BIJ ASSETMANAGEMENT

In het hiernaast staande zijn de stappen omtrent assetmanagement: beheer, onderhoud en inspectie inzichtelijk gemaakt. Door op een bepaalde stap/link te klikken wordt men doorverwezen naar de betreffende informatie.

7.2 OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN BIJ ASSETMANAGEMENT

Al vanaf de verkenningsfase moet er aandacht zijn voor het beheer en onderhoud. In het voorgaande proces zijn er al een aantal stappen gezet om ervoor te zorgen dat er bij het selecteren, ontwerpen en bouwen van de faunavoorziening rekening wordt gehouden met het beheer en onderhoud tijdens de gebruiksfase. Zo zijn idealiter de onderstaande stappen omtrent beheer en onderhoud al eerder in het proces uitgevoerd. Deze stappen zijn al eerder in de leidraad omschreven:

- [Verzamelen \(klant\)eisen Beheer en Onderhoud](#)
- [Aanscherpen \(klant\)eisen Beheer en Onderhoud voordat begonnen wordt met de bouwkundige uitwerking](#)
- [Verificatie van de uitwerking / het ontwerp op \(klant\)eisen Beheer en Onderhoud](#)
- [Overdracht assetmanagement: Bijwerken systemen na oplevering van gerealiseerde faunavoorziening](#)

De onderstaande paragrafen omschrijven de stappen die in de beheer- en onderhoudsfase zelf plaatsvinden, aansluitend op de bovengenoemde stappen eerder in het proces. De te nemen stappen zijn op hoofdlijnen universeel. Echter, binnen Rijkswaterstaat wordt een eigen proces gehanteerd met Rijkswaterstaat-gerelateerde producten (zoals een apart instandhoudingsplan voor faunavoorzieningen). In dit hoofdstuk zijn de Rijkswaterstaat-gerelateerde zaken afzonderlijk benoemd.

7.2.1 OPSTELLEN INSTANDHOUDINGSPLAN

Aan het begin van de gebruiksfase dient het beheer te worden bepaald: Op welke wijze dienen de gerealiseerde faunavoorzieningen beheerd en onderhouden te worden? Over het algemeen wordt het beheer van faunavoorzieningen opgenomen in integrale beheerplannen voor het groen, de weg of het kunstwerk waar de faunavoorziening deel van uitmaakt. Met input vanuit de eerder in het proces betrokken beherende partijen dient het beheerplan te worden opgesteld. Afhankelijk van de [gekozen contractvorm](#) wordt het onderhoudsplan door de opdrachtgever (bijvoorbeeld Rijkswaterstaat) of door de uitvoerende aannemer opgesteld. Indien de opdrachtgever het onderhoudsplan opstelt dient de aannemer het plan te vertalen in zijn werkwijzen. De richtlijnen per faunavoorziening [hoofdstuk 9](#), die specifiek gaan over het beheer, onderhoud en inspectie, kunnen hiervoor input bieden.

Het proces binnen Rijkswaterstaat als voorbeeld

Binnen Rijkswaterstaat wordt er gebruik gemaakt van een Instandhoudingsplan (IHP) om het beheer specifiek voor faunavoorzieningen op hoofdlijnen te bepalen. In de IHP wordt vastgesteld wat voor faunavoorzieningen aanwezig zijn, wat voor doelsoorten dienen ze, de onderhoudstoestand en de risico's die hiermee samenhangen. Deze gegevens bieden input bij het programmeren van de uit te voeren onderhoudsmaatregelen en voor beheerplannen voor de weg, de berm (groen) of het civiele kunstwerk.

Met behulp van de methode van Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (FMECA) worden vanuit de risico's maatregelen bepaald. Voorafgaand aan het opstellen van het IHP dient het beheersysteem [Ultimo](#) op orde te worden gebracht. De inhoud van een IHP of beheerplan hangt namelijk samen met hetgeen in de beheersystemen is vastgelegd. De resultaten van de FMECA worden gebruikt voor het bepalen van maatregelen, bijstelling van het onderhoud of voor aandachtspunten bij (volgende) inspecties. Deze gegevens bieden input bij het programmeren van de uit te voeren onderhoudsmaatregelen en voor overkoepelende beheerplannen voor de weg, de berm (groen) of het civiele kunstwerk.

Beheer en onderhoud van faunavoorzieningen is direct verbonden met beheer en onderhoud van groen in de omgeving van infrastructuur. Als basis hiervoor hanteert Rijkswaterstaat de '[Leidraad beheer groenvoorzieningen](#)' (Keizer et al., 2021). Dit is binnen Rijkswaterstaat een verplicht te gebruiken document bij het opstellen van groenbeheerplannen in de regionale diensten. Het bevat tevens richtlijnen voor de adviseur groenbeheer hoe in de contractfase gehandeld moet worden om de kwaliteit van het groenbeheer te borgen. De contracteisen waar een aannemer aan moet voldoen staan in een apart document: [Kader beheer groenvoorzieningen \(Rijkswaterstaat, 2021\)](#). In dit kader zijn specifieke eisen opgenomen voor het onderhoud van groen rond de faunavoorzieningen.

7.2.2 PROGRAMMEREN

Vanuit het benodigde beheer, zoals vastgesteld in het beheerplan, dienen de concrete onderhoudswerkzaamheden te worden geprogrammeerd. De vastgestelde werkzaamheden worden voorzien van kosten en deze vormen dan input voor de aanvraag van budgetten en het inplannen en uitzetten van de betreffende onderhoudsmaatregelen.

Conform het assetmanagementproces binnen Rijkswaterstaat worden de geïdentificeerde risico's in de IHP door het nemen van maatregelen teruggebracht tot beheersbare risico's. Aan de hand van informatie en gegevens uit de FMECA worden meerjarige variabele onderhoudsmaatregelen vastgesteld, met behulp van het beheersysteem [Ultimo](#). De maatregelen worden voorzien van kosten en deze vormen dan input voor de aanvraag van budgetten en het inplannen en uitzetten van de betreffende onderhoudsmaatregelen.

7.2.3 OP ORDE BRENGEN KWALITEIT (UITVOEREN ONDERHOUD)

Vanuit de vastgestelde programma's (die al dan niet zijn aangescherpt op basis van de laatste inspectieresultaten) worden de ingeplande werkzaamheden uitgezet, aanbesteed, ingekocht en uiteindelijk uitgevoerd door de geselecteerde aannemer. Bij geïntegreerde contractvormen (zoals DBFM) wordt het onderhoud door dezelfde partij uitgevoerd als die de realisatie en mogelijk ook het ontwerp van de betreffende faunavoorziening heeft uitgevoerd.

Bij de faunavoorzieningen zelf in [hoofdstuk 9](#) zijn per faunavoorziening waar nodig richtlijnen met betrekking tot inspectie en onderhoud omschreven, die voorheen afzonderlijk in de publicatie [Richtlijnen voor inspectie en onderhoud van faunavoorzieningen bij wegen](#) (Ouden, J.B. den en A.A.G. Piepers, Delft 2008) waren opgenomen.

De meest efficiënte en goedkoopste optie voor het op orde brengen van bestaande faunavoorzieningen is om variabel onderhoud mee te nemen in een nieuwe aanbesteding in de vorm van een prestatiecontract, als voorgeschreven activiteiten.

Andere opties die specifiek binnen Rijkswaterstaat worden toegepast zijn:

- KVO's (Kleine Variabele Onderhoudsopdracht tot 50.000 euro): voornamelijk voor kleine calamiteiten/ spoedreparaties of vervanging opdrachten
- POF's (Project Opdracht Formulier voor grotere opdrachten)

7.2.3.1 AANDACHTSPUNTEN PER TYPE FAUNAVOORZIENING (PRINCIPEOPLOSSING) MET BETREKKING TOT BEHEER EN ONDERHOUD

Door al bij het kiezen van de juiste faunavoorziening ([paragraaf 4.2.2](#)) en het ontwerpen van de faunavoorziening ([hoofdstuk 5](#)) aandacht te hebben voor het beheer en onderhoud, worden er faunavoorzieningen gerealiseerd die goed bereikbaar zijn voor beheer en onderhoud en die duurzaam en kostenefficiënt in stand te houden zijn.

Bij de faunavoorzieningen zelf in [hoofdstuk 9](#) worden specifieke aandachtspunten benoemd die betrekking hebben op het beheer, onderhoud en inspectie van die betreffende faunavoorziening. Onderstaand zijn op hoofdlijnen de gevoeligheden van faunavoorzieningen opgesomd die medebepalend kunnen zijn voor de keuze in faunavoorziening of de nadere uitwerking en realisatie daarvan:

- **Intensiteit en toegankelijkheid beheer:** Hoe vaak moet er onderhoud uitgevoerd worden om de faunavoorziening veilig en functioneel te houden? En is de faunavoorziening goed te bereiken voor beheer en inspectie? Een hoge beheerintensiteit betekent over het algemeen hogere onderhoudskosten.
- **Duurzaamheid (levensduur):** Hoe lang gaat een faunavoorziening mee? Een kortere levensduur betekent dat er vaker kosten gemaakt worden voor het vervangen van de faunavoorziening.
- **Exclusieve beheerkennis benodigd:** Bij bepaalde faunavoorzieningen moet specialistische expertise worden ingekocht/ ingehuurd om de faunavoorziening te onderhouden. Hier zijn mogelijk extra kosten aan verbonden.
- **Schadegevoeligheid bij beheer:** Bepaalde faunavoorzieningen kunnen snel beschadigen tijdens het uitvoeren van onderhoud, bijvoorbeeld een plastic scherm dat snel kapot gereden wordt tijdens maaiwerkzaamheden. Het telkens moeten repareren van deze schade brengt extra kosten met zich mee.
- **Gevoeligheid vandalisme en diefstal:** Een faunavoorziening kan gevoelig zijn voor vandalisme (bijvoorbeeld een transparant geluidsscherm dat met graffiti bespoten wordt) of diefstal (zoals wilddetectiesystemen die worden gestolen). Deze gevoeligheid kan extra (onvoorziene) kosten met zich meebrengen.

Let op! Bij het bepalen van de kosten voor het beheer en onderhoud van faunavoorzieningen dient op voorhand rekening gehouden te worden met de bijkomende kosten, bovenop de kosten voor het onderhoud zelf (materieel, materiaal en arbeidsuren). Zo zijn onder meer verkeersmaatregelen en uitvoering in nachtelijke uren vaak een grote kostenpost die in de praktijk weleens vergeten wordt. Hierdoor kunnen de onderhoudskosten hoger uitvallen dan in beginsel gecalculerd. Andere bijkomende kosten om rekening mee te houden zijn: VAT-kosten (Voorbereiding, Administratie en Toezicht) en de kosten voor het afvoeren van reststoffen.

7.2.4 INSPECTEREN

Voorafgaand aan de gebruiksfase van een faunavoorziening dient bepaald te worden wanneer de faunavoorzieningen geïnspecteerd dienen te worden. Over het algemeen geldt dat een faunavoorziening ten minste jaarlijks door de betreffende opdrachtnemer geïnspecteerd dient te worden. Afhankelijk van het type faunavoorziening is dat één of twee keer per jaar. Het is aan te bevelen om ook de inspecties vast te leggen in het beheerplan en de programmering van onderhoudsmaatregelen voor het tijdig vastleggen van de benodigde budgetten.

De inspectieresultaten dienen door de betreffende aannemer ten minste jaarlijks gerapporteerd te worden. Op basis van deze rapportage dient de aannemer een Toetstands-analyse te doen waarin een inschatting wordt gemaakt van de resterende levensduur van het betreffende object. Deze inschatting kan leiden tot aanpassingen van de programmering ten opzicht van het variabele onderhoud. Op deze manier wordt gewaarborgd dat de faunavoorzieningen op het juiste moment vervangen worden en de continuïteit van de faunavoorzieningen wordt gegarandeerd.

Bij de faunavoorzieningen zelf in [hoofdstuk 9](#) zijn waar mogelijk per faunavoorziening concrete richtlijnen omschreven voor het uitvoeren van inspecties en de bijbehorende frequenties.



Kleine faunavoorzieningen zijn soms door overwoekerende vegetatie niet makkelijk te vinden. Markeringen aan het raster kunnen het vinden van de voorziening vergemakkelijken



HOOFDSTUK 8

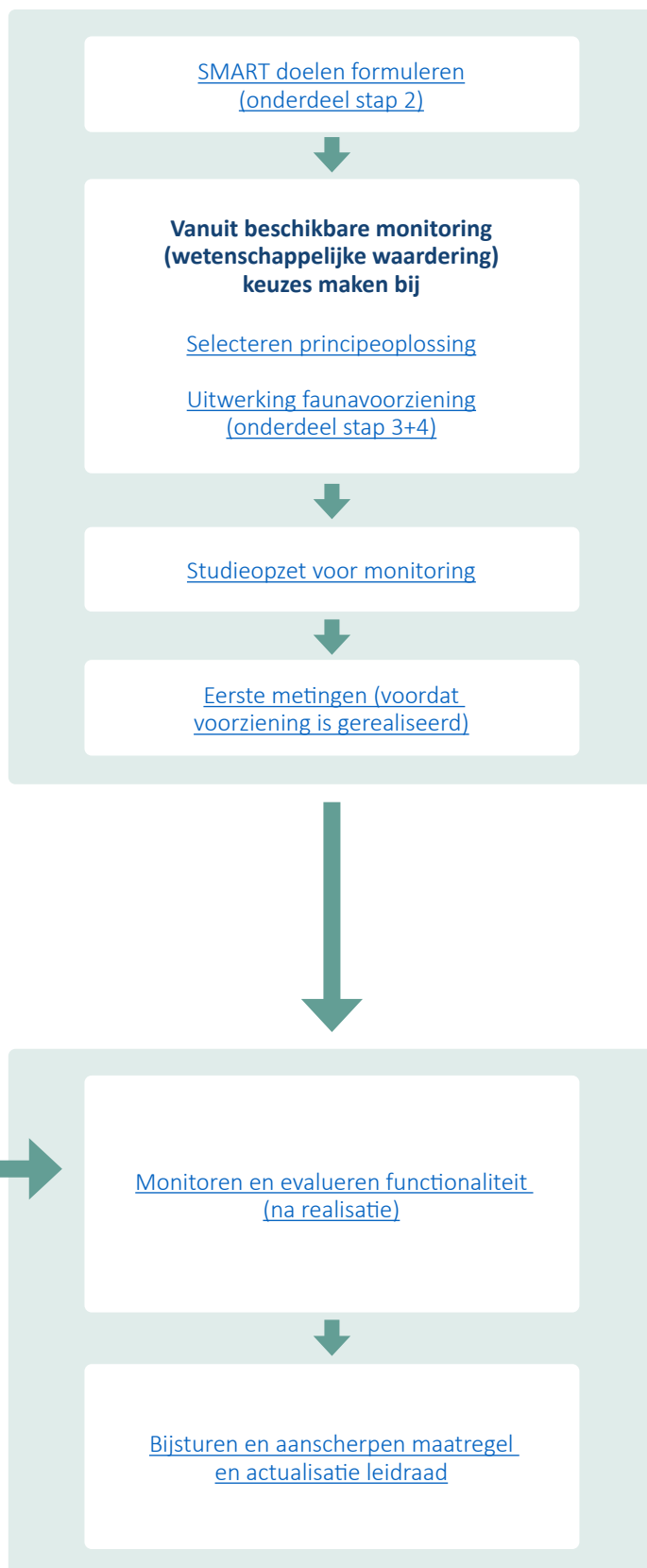
STAP 7 - MONITORING EN EVALUATIE

Assetmanagement

[< Stap 6](#)

Stap 7

Monitoring en evaluatie



[Terug naar Proceswijzer \(totaaloverzicht\)](#)

8 STAP 7 - MONITORING EN EVALUATIE

Tijdens de gebruiksfase van een gerealiseerde faunavoorziening dient te worden gemonitord en geëvalueerd of de betreffende voorziening naar behoren functioneel is en of de beoogde doelstellingen, zoals nader bepaald conform [paragraaf 3.2.3](#), worden behaald. Op basis hiervan kan indien nodig actie worden ondernomen om de betreffende voorziening aan te passen om gestelde doelen voor ontsnippering te bereiken. Ook wordt hiermee nieuwe kennis opgedaan die gebruikt kan worden voor toekomstige ontsnipperingsplannen en faunavoorzieningen.

De richtlijnen in deze leidraad zijn voor een deel gebaseerd op beschikbaar (monitorings)onderzoek naar de effectiviteit van de diverse faunavoorzieningen. Voor lang niet alle faunavoorzieningen is de effectiviteit onderzocht. Deze leidraad geeft inzicht in deze kennisleemten. Het is van belang om door goed opgezette effectstudies deze kennisleemten te vullen. Daarnaast is monitoring van groot belang in geval gewerkt wordt met functionele specificaties in contracten. De vraag is dan immers of de SMART doelen voor ontsnippering daadwerkelijk zijn bereikt.

Evenals voor het gehele proces geldt voor deze specifieke stap (monitoren en evalueren) dat de pragmatische toepasbaarheid centraal staat. **In deze leidraad staat een uitgebreide procesbeschrijving met een groot aantal richtlijnen die vanuit wetenschappelijk oogpunt als ideaal wordt gezien. Zeker bij kleinere projecten is het niet altijd realistisch om het gehele proces voor monitoring en evaluatie zoals omschreven in deze leidraad in praktijk de hanteren.** De monitoring- en evaluatiemethoden moeten hun doel dienen. Het creëren van draagvlak onder stakeholders kan zo'n doel zijn. Zo kan een foto van een dier dat gebruik maakt van een faunavoorziening al veel begrip en draagvlak opleveren zonder dat er een uitgebreid monitoringsproces doorlopen hoeft te worden. Afhankelijk van het doel en de omvang van het project dienen hierin de juiste keuzes gemaakt te worden. Deze leidraad geeft hiervoor inspiratie en reikt de handvatten hiervoor aan. Het stroomschema met de te nemen stappen omtrent monitoring en evaluatie is op de vorige pagina te vinden.

8.1 STROOMSCHEMA VAN DE STAPPEN BIJ MONITORING EN EVALUATIE

In het stroomschema zijn de stappen omtrent monitoring en evaluatie inzichtelijk weergegeven. Door op een bepaalde stap/link te klikken wordt men doorverwezen naar de betreffende informatie.

8.2 OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN BIJ MONITORING EN EVALUATIE

Eerder in het proces zijn er al stappen gezet ten behoeve van de monitoring en evaluatie van de gerealiseerde faunavoorzieningen. Hierbij gaat het om de volgende zaken:

- Al vroeg in het proces bij het formuleren van SMART doelstellingen ([paragraaf 3.2.3](#)) is de basis gelegd voor het monitoren van de faunavoorzieningen. Op basis hiervan kan bij het monitoren concreet worden bepaald/gemeten of er wordt voldaan aan deze beoogde doelen.
- Bij het bepalen van de strategie en selecteren van principeoplossingen ([paragraaf 4.2.2](#)) en uitwerken van de te treffen faunavoorzieningen ([hoofdstuk 5](#)) wordt via het systeem van wetenschappelijk waarden waar mogelijk al gebruik gemaakt van wetenschappelijke publicaties en monitoringsonderzoek. Op deze manier wordt beschikbare informatie uit monitoring en evaluatie al meegenomen in deze fase van het proces.

8.2.1 VROEGTIJDIG BEPALEN STUDIEOPZET MONITORING

De monitoring dient al vroegtijdig in het proces te starten, nog voordat de betreffende faunavoorziening is aangelegd. Om de werking en effectiviteit van een faunavoorziening goed te kunnen evalueren is immers monitoring nodig conform de [BACI-methode \(Before-After-Control-Impact\)](#), waarbij informatie moet worden verzameld over de situatie vóór aanleg van de faunavoorziening op diezelfde locatie en op referentieplekken. Daarom dient er zo vroeg mogelijk, liefst al in de verkenningsfase, een opzet van het monitoringsonderzoek te worden gemaakt. [Paragraaf 8.2.2](#) geeft concrete richtlijnen voor het opzetten van de monitoring.

Het monitoringsplan kan voor een groot deel al gemaakt worden zodra de doelen en doelsoorten bekend zijn en kan voltooid worden als het ontsnipperingsplan is uitgewerkt. **Er moet dan direct met meten worden begonnen aangezien een nulmeting al snel enkele jaren in beslag neemt.**

De volgende paragrafen omschrijven de stappen die gezet moeten worden om tot een concreet monitoringsplan en een zorgvuldige evaluatie van de effectiviteit van de faunavoorzieningen te komen.

8.2.2 MONITOREN EN EVALUEREN FUNCTIONALITEIT FAUNAVOORZIENINGEN

In de publicatie [Guidelines for evaluating the performance of road mitigation measures](#) (Van der Grift et al. 2016) zijn tien concrete richtlijnen omschreven voor het effectief monitoren en evalueren van gerealiseerde faunavorzieningen. In deze publicatie worden concrete casussen als voorbeeld omschreven waarin monitoring en evaluatie van het functioneren van faunavorzieningen conform de richtlijnen wordt toegepast. De richtlijnen uit deze publicatie zijn in beginsel gebaseerd op de methode voor monitoren en evalueren van faunavorzieningen zoals deze compleet is omschreven in de publicaties [Evaluating effectiveness of road mitigation](#) (Van der Grift et al. 2013) en [Guidelines for evaluating the effectiveness of road mitigation measures](#) (Van der Grift et al., 2015).

Voor het evalueren van de effectiviteit van faunavorzieningen zijn de volgende tien richtlijnen gegeven:
In [bijlage 8](#) zijn deze richtlijnen nader omschreven.

- 1. Selecteer meetbare prestatie-indicatoren die nauw gekoppeld zijn aan de SMART geformuleerde doelen voor ontsnippering.**
Selecteer prestatie-indicatoren die het gewenste resultaat zo nauwkeurig en concreet mogelijk omschrijven en die zijn gekoppeld aan je doelstellingen. De SMART doelstellingen die conform paragraaf 3.2.2 zijn opgesteld zijn leidend voor de prestatie-indicatoren voor het meten van de effectiviteit van de gerealiseerde faunavorziening. Door aan te sluiten op de SMART doelstellingen zijn deze indicatoren effect-gestuurd, concreet en meetbaar.
- 2. Verzamel gegevens waaraan de metingen kunnen worden afgespiegeld.**
Zorg in je monitoring voor referenties waaraan je de uitkomsten van je metingen kan afspiegelen. Een referentiewaarde heeft betrekking op een (wenselijke) situatie waaraan je de uitkomsten van je metingen kunt spiegelen om te bepalen of de doelen worden bereikt.
- 3. Meet conform de BACI-methode (Before-After-Control-Impact), dus voor en na de aanleg van de faunavorziening en met behulp van gelijktijdige metingen op een of meer controleplekken.**
Kies voor de monitoring de studieopzet Before-After-Control-Impact (BACI). Er worden in een optimale monitoringsmethode tweeledig gegevens verzameld:
 - De situatie voordat de betreffende infrastructuur is aangelegd en de situatie daarna op diezelfde locatie.
 - Op de locatie waar een faunavorziening is aangelegd en daarnaast op een vergelijkbare locatie waar geen mitigerende maatregelen zijn getroffen.
- 4. Selecteer een meetmethode die is afgestemd op de prestatie-indicatoren en de doelsoort.**
Selecteer de meest accurate, efficiënte en informatieve meetmethode voor het verzamelen van je gegevens. De meest geschikte meetmethode is afhankelijk van de gekozen prestatie-indicatoren (zie richtlijn 1) en de doelsoorten. Indien er meerdere methoden beschikbaar zijn voor het verzamelen van je gegevens, is het van belang om de meest accurate, efficiënte en informatieve methode voor jouw doelsoort en prestatie-indicatoren te selecteren (zie ook richtlijn 5).
- 5. Kies een passende schaal voor het gebied waarbinnen de gegevens worden verzameld.**
Hanteer een passende schaal/omvang van het gebied waarbinnen de gegevens tijdens de monitoring worden verzameld. De omvang van het gebied waarbinnen de gegevens verzameld worden, moet overeenkomen met:
 - Het gebied dat wordt beïnvloed door de betreffende infrastructuur.
 - Het gebied waarbinnen de prestatie-indicatoren tot uiting komen.
- 6. Stem het moment van gegevens verzamelen af op de levenscycli van de doelsoort en het moment van verwacht effect.**
Het moment waarop gegevens worden verzameld moet direct gebaseerd zijn op de doelstellingen, de levenscycli van de doelsoort en het verwachte moment van optreden van een effect. Bijvoorbeeld: als het doel is om de toegang tot een seizoensgebonden leefgebied voor een soort te herstellen (bijvoorbeeld voor het broeden of de winterslaap), dienen de metingen enkel plaats te vinden in de perioden waarin de seizoenmigratie naar het betreffende gebied plaatsvindt.
- 7. Stem de tijdsduur van de monitoring af op de prestatie-indicator en de tijd die nodig is om harde conclusies te kunnen trekken.**
De duur van de monitoring moet de mogelijkheid bieden om genoeg gegevens te verzamelen voor een goede statistische analyse of er sprake is van een effect van de faunavorziening of niet. De tijdsduur van het verzamelen van gegevens is gerelateerd aan de geselecteerde prestatie-indicator en de karakteristieken van de doelsoort. Bijvoorbeeld: bij een doelsoort met een lage reproductiesnelheid en een lange levensduur is meer tijd nodig om een verandering in de populatiedichtheid te kunnen meten dan bij soorten met een hoge reproductiesnelheid en een korte levensduur.
- 8. Pas de juiste meetfrequentie toe voor een betrouwbare schatting van de prestatie-indicator.**
De frequentie van meten moet ervoor zorgen dat er voldoende nauwkeurige schattingen gemaakt kunnen worden van de prestatie-indicator. Bijvoorbeeld: In de meeste gevallen zal het één keer per maand meten van het aantal aanrijdingen over het algemeen niet leiden tot een voldoende betrouwbare inschatting wat betreft het gemiddeld aantal aanrijdingen in een jaar.

9. Meet ook verklarende variabelen die van invloed zijn op het mitigatie-effect van de faunavoorziening.

Naast de prestatie-indicatoren is het aan te bevelen om ook variabelen te meten die van invloed kunnen zijn op de effecten van de faunavoorzieningen. Hiermee wordt er beter controle gehouden op de meetresultaten en helpt dit bij de interpretatie van de resultaten.

10. Zorg ervoor dat monitoringsrapporten wijd verspreid worden en openbaar toegankelijk zijn.

Evaluaties van de effectiviteit van faunavoorzieningen, gebaseerd op goed opgezette en uitgevoerde studies, resulteren in een uitbreiding van onze kennis en stellen ons in staat om in toekomstige projecten betere keuzes te maken en faunavoorzieningen te optimaliseren. Het monitoren van faunavoorzieningen wordt door veel organisaties en overheden nog als optioneel (niet noodzakelijk) gezien, waardoor er nog veel kennis over de effectiviteit van faunavoorzieningen ontbreekt. Onder meer met behulp van deze leidraad is het streven om monitoring een vast en routinematig onderdeel te laten zijn in het proces.

8.2.3 BIJSTUREN/AANSCHERPEN MAATREGEL EN ACTUALISATIE LEIDRAAD

Indien uit de monitoring blijkt dat de doelstelling niet gehaald wordt, kan het nodig zijn om de getroffen faunavoorziening te herzien. Met behulp van deze leidraad kan het proces opnieuw worden doorlopen om te bepalen waar het probleem zit en wat er nodig is om de betreffende doelstelling alsnog te halen. Dat wil niet zeggen dat er altijd een nieuwe faunavoorziening getroffen dient te worden. Hier zijn veel verschillende scenario's mogelijk. Afhankelijk van de conclusie uit het monitoringsrapport zou het bijvoorbeeld zo kunnen zijn dat:

- Een (kleine) aanpassing aan de faunavoorziening nodig is waarmee het gewenste effect en het doel wel bereikt worden.
- Een (kleine) aanpassing in de omgeving van de faunavoorziening nodig is om het gewenste effect en het doel te bereiken.

Ontwikkeling en actualisatie van deze leidraad

Zoals eerder aangegeven, ontbreekt er nog veel kennis over de effectiviteit van een groot aantal faunavoorzieningen. In deze herziene leidraad is met behulp van de wetenschappelijke onderbouwing een eerste stap gezet in het inzichtelijk maken en benutten van beschikbare kennis en ervaring. Hiermee zijn ook de kennisleemten inzichtelijk gemaakt. Zo kan deze leidraad richting geven aan het uitvoeren van toekomstig (monitorings-)onderzoek. Juist bij faunavoorzieningen of soorten waarover nog weinig bekend is, is de behoefte aan nieuwe ervaringen en nieuw onderzoek het meest urgent.

Nieuwe monitoringstudies vullen delen van de huidige kennisleemten in en kunnen bijdragen aan het wetenschappelijk onderbouwen van de keuzes die (met behulp van deze leidraad) gemaakt worden omtrent faunavoorzieningen. Het is aan te bevelen om deze leidraad regelmatig (maximaal om de vijf jaar) te actualiseren op basis van de nieuwe inzichten die voortkomen uit nieuw onderzoek en monitoringsstudies, afhankelijk van de ontwikkelingen die worden gedaan op dit gebied. Met name de wetenschappelijke onderbouwing van de faunavoorzieningen in deze leidraad kan hiermee verder worden ontwikkeld.



Nieuwe stobbenwal onder het spoor (bron: ProRail)



Geleiding en dekking voor kleinere dieren met behulp hout bij het Deuzerdiep (Drenthe)

HOOFDSTUK 9

BESCHRIJVING VAN DE FAUNAVOORZIENINGEN

9 BESCHRIJVING VAN DE FAUNAVOORZIENINGEN

INLEIDING

Dit hoofdstuk omschrijft een groot aantal faunavorzieningen die kunnen worden ingezet om het versnipperingsprobleem zoals vastgesteld conform hoofdstuk 2 t/m 4 op te lossen. Dit betreft een grote, maar geen uitputtende lijst aan faunavorzieningen zoals deze in de praktijk zijn toegepast en/of in de literatuur genoemd zijn. Door de processtappen van hoofdstuk 2 t/m 8 te doorlopen wordt de gebruiker van deze leidraad gestimuleerd om een brede en doordachte afweging te maken en uiteindelijk de juiste voorziening te treffen.

Een voorziening kan een fysiek bouwwerk of ruimtelijke ingreep zijn, maar kan ook betrekking hebben op een te nemen actie (zoals het verplaatsen van dieren) waarmee een probleem mogelijk wordt opgelost zonder dat in een bouwwerk geïnvesteerd hoeft te worden. **Het is aan te bevelen om het proces conform de voorgaande hoofdstukken te doorlopen om een keuze van de te nemen maatregelen te maken.** Zodra er eenmaal een keuze is gemaakt, biedt dit hoofdstuk ondersteuning in de vorm van richtlijnen en aandachtspunten per faunavorziening.

Indien er een innovatieve maatregel wordt voorgesteld die nog niet is omschreven in deze leidraad, kan er altijd overwogen worden om deze, mits goed onderbouwd, toch toe te passen. Dit dient dan in de vorm van een pilot- of demonstratieproject plaats te vinden omdat effectiviteit nog niet is bewezen. Bij een volgende actualisatie worden de faunavorzieningen in deze leidraad herzien en waar nodig aangepast en verder uitgebreid.

Vooran in dit hoofdstuk zijn [de faunavorzieningen in een totaaloverzicht](#) uiteengezet, ingedeeld per type versnipperingsprobleem zoals ook in eerdere hoofdstukken toegepast. Door in dit overzicht op een faunavorziening te klikken, kom je in de paragraaf terecht die de geselecteerde faunavorziening nader omschrijft.

Iedere faunavorziening in dit hoofdstuk wordt op dezelfde manier omschreven conform een vaste opbouw. Zo komen voor iedere faunavorziening de volgende zaken aan bod:

- **Algemene beschrijving:** Iedere (sub)paragraaf begint met een omschrijving van de faunavorziening, ondersteund door foto's of afbeeldingen. Wat houdt de voorziening precies in, waarvoor is deze bedoeld en hoe werkt het? De afbeeldingen helpen de gebruiker van de leidraad en bieden eventueel inspiratie voor de ontwerper bij de uitwerking.
- **Ontwerp:** In [bijlage 5](#) (ontwerpeisen fauna) worden concrete richtlijnen gegeven voor het uitwerken van het technisch ontwerp. In onderhavig hoofdstuk worden aanvullende richtlijnen voor ontwerp en afmetingen gegeven die specifiek betrekking hebben op de betreffende faunavorziening. Bij een aantal faunavorzieningen zijn ook specifieke richtlijnen gegeven voor inrichting en inpassing in het landschap.
- **Aandachtspunten:** Per voorziening zijn concrete aandachtspunten benoemd om rekening mee te houden. Deze aandachtspunten kunnen op allerlei zaken betrekking hebben die van belang zijn bij het ontwerp van de faunavorziening, de veiligheid van de dieren of medegebruikers, het voorkomen van eventueel oneigenlijk gebruik, etc.
- **Richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie.** Waar mogelijk zijn richtlijnen met betrekking tot het onderhoud en inspectie van de faunavorzieningen opgenomen. Deze richtlijnen zijn grotendeels afkomstig uit de publicatie [Richtlijnen voor inspectie en onderhoud van faunavorzieningen bij wegen](#) (Ouden, J.B. den en A.A.G. Piepers, Delft 2008).
 - **Niet van toepassing (n.v.t.):** Op een aantal faunavorzieningen is geen beheer, onderhoud of inspectie van toepassing, bijvoorbeeld als de maatregel een te nemen actie en geen fysiek bouwwerk betreft.
 - **Niet beschikbaar:** Bij een aantal faunavorzieningen zijn geen specifieke richtlijnen voor beheer, onderhoud en/of inspectie omschreven. Deze kwamen niet voor in de bronpublicatie [Richtlijnen voor inspectie en onderhoud van faunavorzieningen bij wegen](#) en/of zijn ook vanuit andere bronnen (nog) niet geformuleerd.

Wetenschappelijke waardering

In dit hoofdstuk wordt per faunavorziening de geschiktheid op basis van wetenschappelijke onderzoek en monitoring van iedere faunavorziening per soortgroep weergegeven via de onderstaande vereenvoudigde classificering. Zo is de wetenschappelijke waardering in één oogopslag inzichtelijk. Achter deze vereenvoudigde classificering zit een uitgebreide systematiek waarmee op basis van een aantal beslisregels de wetenschappelijke waardering is bepaald. In [bijlage 1](#) is de systematiek nader uitgelegd. Het gebruik van faunavorzieningen (rechter kolom) is alleen van toepassing bij de faunavorzieningen die een passage betreffen.

Het gebrek aan een wetenschappelijke waardering betekent niet dat een faunavoorziening niet werkt. Het geeft enkel aan dat er nog weinig wetenschappelijke kennis of expertise beschikbaar is en dat er mogelijk behoefte is aan onderzoek naar het functioneren van de betreffende faunavoorziening. Deze leidraad biedt een goed startpunt voor het inzichtelijk maken van deze kennisleemten.

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren ¹		
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers ²		
Middelgrote zoogdieren - klimmers ³		
Kleine zoogdieren ⁴		
Vleermuizen		
Vogels		
Reptielen		
Amfibieën		
Insecten		
Overig ongewerveld		

1 Grote zoogdieren zoals edelherten, damherten en zwijnen
2 Middelgrote zoogdieren - geen klimmers zoals de ree
3 Middelgrote zoogdieren - klimmers zoals de lynx
4 Kleine zoogdieren zoals, egels, eekhoorns en steenmarters



Classificering Effectiviteit faunavoorzieningen
(onderzoek NL/Europa)

X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Faunavoorziening is ongeschikt
2	–	Faunavoorziening is matig geschikt
3	–	Faunavoorziening is geschikt
4	–	Faunavoorziening is zeer geschikt

Classificering Gebruik door soorten
(monitoring NL en Vlaanderen)

X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Geen of incidenteel gebruik faunavoorziening
2	–	Regelmatig gebruik faunavoorziening
3	–	Frequent gebruik faunavoorziening
4	–	Zeer frequent gebruik faunavoorziening

TOTAALOVERZICHT FAUNAVOORZIENINGEN

De onderstaande faunavoorzieningen staan in dit hoofdstuk nader beschreven. Door op een faunavoorziening te klikken, kom je bij de betreffende paragraaf terecht.

9.1 Faunavoorzieningen die sterfte van fauna reduceren	
Reduceren sterfte door aanrijdingen	Reductie sterfte door overige oorzaken
Aanpassing verkeer • Reduceren verkeersintensiteit • Reduceren toegestane rijsnelheid	Reduceren sterfte door verdrinking • Natuurvriendelijke oevers • Fauna-uitstapplaatsen (FUP)
Beïnvloeden gedrag weggebruikers • Educatie • Waarschuwborden • Handhaven rijsnelheid (snelheidsbeperkende maatregelen) • Wilddetectiesysteem • Verbeteren zicht verkeer (bermbeheer)	Reduceren sterfte door elektrocutie • Alternatieve zitplekken voor vogels
Beïnvloeden gedrag fauna • Wildspiegels/-reflectoren • Virtueel hekwerk • Netschermen • Akoestische afschrikmiddelen • Olfactorische afschrikmiddelen • Zwijnverdwijnblokken • Verwijderen karkassen • Verwijderen begroeiing bermen • Herinrichting habitat • Zitpalen uilen en roofvogels • Verbeteren zicht voor Fauna	Reduceren sterfte door doodvliegen • Markering transparante geluidschermen • Verlagen kans op aanvaring bovenleiding spoorweg
Reduceren van dierpopulaties (Algemene beschrijving)	Reduceren sterfte door valkuilen (Algemene beschrijving)
Fysieke barrières • Faunaraster • Faunascherm/ geleidewand	

9.2 Faunavoorzieningen die de barrièrewerking reduceren
Maatregelen gericht op uitwisseling bovenlangs • Hop-over • Boombrug • Vleermuisportalen • Viaduct met medegebruik door fauna • Ecoduct (of landschapsbrug) • Aquaduct met doorlopende oever (Paluduct/ Eco-aquaduct)
Maatregelen gericht op uitwisseling onderlangs • Amfibietunnel • Kleine faunatunnel • Grote faunatunnel • Ecoduiker/ Duiker met faunavoorziening • Dwarsligger faunapassage • Brug/ viaduct met faunavoorziening • Tunnel met medegebruik fauna • Infrastructuur op palen
Maatregelen gericht op geleiding naar faunapassages • Geleidende maatregelen algemeen • Faunaraster • Faunascherm • Steenwal • Voorziening bij sloten (zoals loopplanken) • Stobbenwal en takkenrichel
9.3 Faunavoorzieningen die verlies aan habitatkwaliteit tegengaan
Maatregelen die verstoring tegengaan • Geluidschermen • Niet storende en vleermuisvriendelijke verlichting (Inclusief lichtschermen)
Maatregelen die de habitatkwaliteit bevorderen • Aanleg landschapselementen • Aanleg kunstmatige verblijven

9.1 FAUNAMAATREGELEN DIE STERFTE VAN FAUNA REDUCEREN

9.1.1 REDUCEREN STERFTE DOOR AANRIJDINGEN

9.1.1.1 MAATREGELEN DIE GERICHT ZIJN OP AANPASSING VAN HET VERKEER

9.1.1.1.1 REDUCEREN VERKEERSINTENSITEIT

Algemene beschrijving en doel

Hoe drukker een weg, hoe groter de kans op verkeersslachtoffers en bij aanrijdingen met grote dieren ook meer kans op materiële schade en menselijke slachtoffers. In sommige gevallen is de verkeersintensiteit zo groot dat dieren de weg mijden en deze een permanente barrière vormt. Verlagen van de verkeersintensiteit zou derhalve kunnen leiden tot minder verkeersslachtoffers en/of de barrièrewerking van een weg kunnen verminderen.

Wetenschappelijke waardering ([Uitleg en legenda](#))

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	GO	
Vleermuizen	GO	
Vogels	GO	
Reptielen	GO	
Amfibieën	OK	
Insecten	GO	
Overig ongewerveld	GO	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Ontwerp

Enkele ideeën om de verkeersintensiteit te reduceren:

- De weg afsluiten. Permanent of gedurende bepaalde perioden van de dag of het jaar waarop de kans op verkeersslachtoffers het grootst is, zoals tijdens de paddentrek.
- Het gebruik van de weg door bepaalde voertuigen afsluiten. Permanent of gedurende bepaalde perioden van de dag of het jaar waarop de kans op verkeersslachtoffers het grootst is.
- De weg minder aantrekkelijk maken voor weggebruikers, bijvoorbeeld door snelheidsreducerende maatregelen.
- De weggebruikers een alternatieve comfortabelere of snellere route aanbieden, waar de negatieve effecten van wegen en verkeer op fauna minder groot zijn of afwezig zijn.
- Een alternatief vervoermiddel aanbieden, zoals trein of bus, zodat de weg minder wordt gebruikt (1 bus in plaats van 20 auto's).

Aandachtspunten

- Voor het (deels) afsluiten van openbare, gemeentelijke wegen is een Verkeersbesluit nodig.

Specifieke richtlijnen inspectie, beheer en onderhoud

N.v.t

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.1.2 REDUCEREN TOEGESTANE RIJSNELHEID

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	GO	
Vogels	GO	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Waarschuwbord voor het reduceren van de rijsnelheid

Algemene beschrijving en doel

Bij lage snelheden hebben zowel de weggebruiker als de fauna meer tijd om te reageren als ze elkaar op de weg ontmoeten, waardoor de kans op verkeersslachtoffers en schade aan voertuigen mogelijk afneemt. Uit onderzoek aan verkeersslachtoffers onder grote en middelgrote zoogdieren zou blijken dat een verlaging van de snelheid van 80 naar 60 km/h leidt tot meer dan een halvering van het aantal verkeersslachtoffers. Bij een verlaging naar 50 km/h zou het aantal verkeersslachtoffers zelfs bijna nul worden (schr. med. P. Peterman, EcoGroen Advies).

Ontwerp

- Er zijn twee varianten mogelijk, zoals:
 - Tijdelijke snelheidsbeperking gedurende bepaalde perioden van de dag of het jaar waarop de kans op verkeersslachtoffers het grootst is.
 - Permanente verlaging van de snelheid.
- Om de weggebruiker op de (aangepaste) snelheidslimiet te wijzen moeten gebodsborden ([paragraaf 9.1.1.2.2](#)) langs de weg worden geplaatst. Bij voorkeur met een toelichting, zoals een bord dat overstekend wild, overstekende padden of eenden symboliseert.
- Bij een permanente snelheidsverlaging kan er voor worden gekozen om het ontwerp van de weg aan te passen (wegversmallingen, slingers) of speciale voorzieningen in de weg aan te brengen (drempels, ribbels) zie ook Handhaven van de rijsnelheid ([paragraaf 9.1.1.2.3](#)).

Aandachtspunten

- Voor het reduceren van de snelheid van openbare, gemeentelijke wegen is een Verkeersbesluit nodig.
- Als het een verandering van de snelheidslimiet betreft dient hier via de lokale media bekendheid aan te worden gegeven. Tevens moet langs het traject worden aangegeven wanneer de nieuwe snelheidslimiet ingaat.
- Om te controleren of men zich aan de snelheidsverlaging houdt, moeten regelmatig verkeerscontroles worden uitgevoerd waarvan de resultaten eveneens prominent in de media dienen te verschijnen.
- Laat in de berichtgeving ook zien dat na instellen van de snelheidsreductie daadwerkelijk minder aanrijdingen hebben plaatsgevonden.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

N.v.t

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.2 MAATREGELEN GERICHT OP HET BEINVLOEDEN VAN HET GEDRAG VAN WEGGEBRUIKERS

9.1.1.2.1 EDUCATIE

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	GO	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Informatiebord over stobbenwal onder viaduct bij de A2



Informatiebord op verzorgingsplaats over natuur langs de A27 (Bron: Floris Brekelmans, gemeente Utrecht)

Algemene beschrijving en doel

Minder verkeersslachtoffers, barrières en meer begrip voor de diverse maatregelen om dit te realiseren, van snelheidsbeperkingen tot ecoducten begint met goede voorlichting. Om te beklijven moet voorlichting regelmatig worden herhaald. Nog effectiever is het als weggebruikers actief bij het realiseren van voorzieningen of andere activiteiten om verkeersslachtoffers te voorkomen worden betrokken.

Ontwerp

Middelen die kunnen worden ingezet ten behoeve van educatie:

- **Informatieborden.** Informatiepanelen op strategische plekken langs infrastructuur en/of op plekken waar mensen recreatief langskomen en kunnen stoppen (picknickplaatsen bijvoorbeeld) geven uitleg over wat ter plaatse wordt gerealiseerd of is gerealiseerd en waarom.
- **Media.** Uitleg over de aanleg van voorzieningen kan via de diverse (social) media worden gegeven, van de wijkkrant tot de landelijk krant en televisie. Het is goed om later op het onderwerp terug te komen en bijvoorbeeld te laten zien welke soorten van de voorzieningen gebruik maken. Dit zou ook direct kunnen middels webcams geplaatst op of bij faunavoorzieningen (vergelijkbaar met 'Beleef de Lente'). Voorzieningen die weggebruikers direct raken, zoals snelheidsbeperkende maatregelen, moeten extra aandacht krijgen. Zowel om effectief te zijn (bewust van het feit dat de snelheid wordt gecontroleerd), als om geaccepteerd te worden.
- **Vrijwilligersgroepen.** De aandacht omtrent faunavoorzieningen kan verder in positieve zin worden vergroot door lokale vrijwilligers in te zetten bij beheer en monitoring, zoals bijvoorbeeld voor het verwijderen van blad en zwerfvuil uit amfibieëntunnels, snoeien van de vegetatie, het legen van vangemmers en het tellen van gevangen amfibieën. Werving van vrijwilligers kan via lokale vakblaadjes, regionale dagbladen etc. Ook hier is terugkoppeling van groot belang, zoals periodieke presentatie van aansprekende onderzoeksresultaten in de media, buurthuizen of scholen.

Aandachtspunten

Bij gebruik van informatieborden moet rekening worden gehouden met mogelijk vandalisme.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

Bij gebruik van informatieborden gelden dezelfde beheer-, inspectie- en onderhoudsregels als bij andere (verkeers-)informatieborden.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)



Beklad informatiebord

9.1.1.2.2 WAARSCHUWINGSBORDEN

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	GO	
Reptielen	GO	
Amfibieën	GO	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	



Versillende voorbeelden van waarschuwborden

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doelen

Waarschuwborden hebben tot doel de verkeersdeelnemer te waarschuwen voor overstekend wild en daarmee de kans op aanrijdingen te voorkomen.

Ontwerp

- Er zijn twee varianten mogelijk, zoals:
 - Tijdelijke borden gedurende bepaalde perioden van het jaar waarop de kans op verkeersslachtoffers het grootst is.
 - Permanente borden.
- Belangrijk is dat de betekenis van het bord voor de automobilist snel duidelijk is.
- Het waarschuwbord moet ruim voor de locatie of het traject waar het betrekking op heeft worden geplaatst, zodat de automobilist tijd heeft zijn rijgedrag of-snelheid aan te passen.
- De waarschuwing moet een aantal keren worden herhaald. Zeker als het gevaar over een lang traject kan optreden.
- Er moet ook worden aangegeven als er geen gevaar meer is. Dus aan het eind van het gevaarlijke traject.
- De borden kunnen worden gecombineerd met andere maatregelen, zoals een virtueel hekwerk ([paragraaf 9.1.1.3.2](#)) of een wilddetectiesysteem ([paragraaf 9.1.1.2.4](#)). In het laatste geval wordt een elektronisch waarschuwbord gebruikt dat alleen oplicht als er een gerede kans op overstekend wild is.

Aandachtspunten

Over de effectiviteit van de borden op zichzelf is niets bekend. Zie voor de effectiviteit in combinatie met andere maatregelen het [Wilddetectiesysteem](#).

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

Voor waarschuwborden met betrekking tot fauna gelden dezelfde beheer-, inspectie- en onderhoudsregels als voor andere waarschuwborden.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.2.3 HANDHAVEN VAN DE RIJSNELHEID (SNELHEIDSBEPERKENDE MAATREGELEN)

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	OO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	GO	
Vogels	GO	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Een verkeerseiland als snelheidsremmende maatregel (Bron: CROW)

Algemene beschrijving en doelen

Verlagen van de snelheid zou tot minder verkeersslachtoffers onder fauna kunnen leiden, omdat dan zowel de weggebruiker als de fauna meer tijd heeft zijn gedrag aan te passen als ze elkaar op de weg dreigen te ontmoeten. Met uitsluitend gebodsborden kunnen weggebruikers nog steeds harder rijden als zij dat zouden willen. Handhaven met flitspalen is een mogelijkheid, maar weggebruikers kunnen nog steeds harder rijden als zij dat zouden willen en de gevolgen (een bekeuring) komen pas achteraf. Aanpassingen in het ontwerp van de weg zijn dwingender.

Ontwerp

- Handhaven van een lagere snelheid kan door fysieke aanpassingen aan de weg of door maatregelen die mogelijk het gedrag van de weggebruiker beïnvloeden. Enkele voorbeelden:
 - Wegontwerp. Bijvoorbeeld meer bochten, slingers of verkeerseilanden in de weg aanbrengen.
 - Drempels aanbrengen. Deze kunnen bovendien worden gecombineerd met een kleine fauna- of amfibieëntunnel.
 - Ribbels in het wegdek aanbrengen als een gevaarlijk wegdeel wordt genaderd.
 - Snelheidscamera's plaatsen.
 - Bomen of struiken dicht bij de wegplaatsen, zodat een tunneleffect ontstaat.

Aandachtspunten

N.v.t.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

N.v.t.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)



Een verkeersdrempel om automobilisten te laten afremmen voor overstekende padden (Bron: Nico Jonker, Provincie Noord-Holland)

9.1.1.2.4 WILDDTECTIESYSTEEM

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	OO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	X	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	



Een sensor die wild detecteert en een elektronisch waarschuwingsbord aanstuurt

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doelen

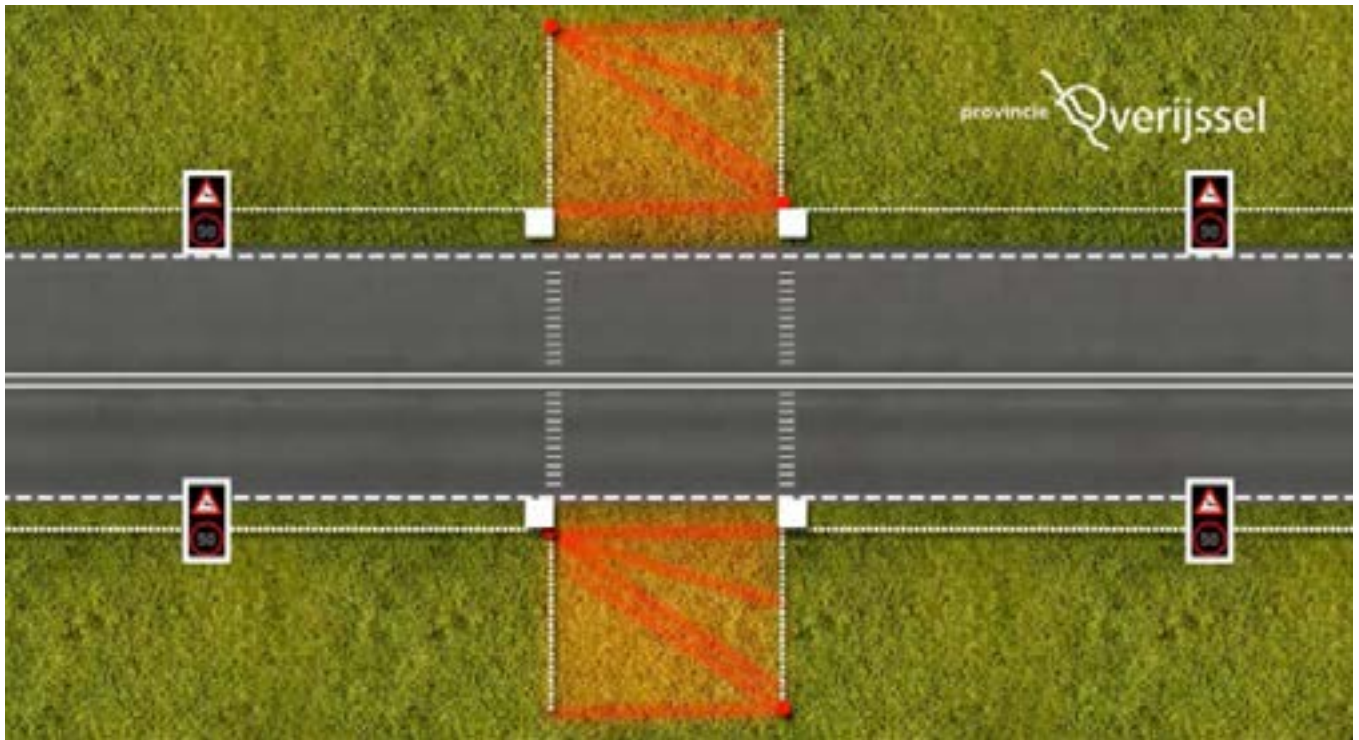
Een wilddetectiesysteem signaleert een dier dat een weg nadert. Het systeem zendt een signaal naar een elektronisch waarschuwingsbord enkele honderden meters voor de locatie waar het dier de weg nadert. Het waarschuwingsbord licht op. De bedoeling is dat de weggebruiker zijn/haar snelheid aanpast (verlaagd), zodat de kans op een aanrijding met het overstekende dier afneemt.

Ontwerp

- Het detectiesysteem wordt geplaatst op een plek waarvan bekend is dat dieren regelmatig oversteken.
- Detectie van naderende dieren gebeurt via een warmte-/ infraroodsensor, een onderbrekingsstraal of een drukmat.
- Speciale software zorgt voor een signaal naar het verderop geplaatste signaleringsbord. Het bord licht op en eventueel gaan extra waarschuwingslichten knipperen.
- Als geen wild in de buurt is, zijn de waarschuwingsborden uit en geldt de normale maximumsnelheid.
- Bij een lang knelpunt moeten meerdere detectiesystemen naast elkaar worden geplaatst.
- Eventueel wordt de weg uitgerasterd tot de plek waar dieren vaak oversteken. Daar wordt dan het detectiesysteem geplaatst. Deze plek wordt de wildsluis genoemd.
- Deze systemen kunnen door middel van zonne-energie van stroom worden voorzien.
- De werking van het systeem en het aantal passages in een bepaalde periode is eenvoudig te volgen doordat de gegevens op afstand gedownload kunnen worden. Op basis van de verzamelde gegevens kan de functionaliteit van het systeem worden aangepast, als dat nodig mocht zijn.

Aandachtspunten

- Het gebruik van stroommatten om te voorkomen dat de dieren zich via de opening in het raster in de wegberm begeven, wordt afgeraden vanwege de onderhoudsgevoeligheid en kwetsbaarheid (voor bijvoorbeeld een sneeuwschuiver).
- Om de aandacht van verkeersdeelnemers vast te houden moeten waarschuwingssystemen alleen worden geplaatst en in werking worden gesteld op plekken en in perioden dat een grote kans op aanrijdingen bestaat.
- Verkeersdeelnemers moeten goed geïnformeerd zijn over de werking van het gecombineerde systeem. Pas als mensen zich realiseren dat er daadwerkelijk dieren in de buurt zijn, reageren zij voldoende op de signalen van een (elektronisch) waarschuwingssysteem. Verspreiding van het nieuws omtrent de werking en achtergrond van nieuw geïnstalleerde elektronische waarschuwingssystemen in de lokale media is een zinvolle maatregel om in ieder geval een deel van de weggebruikers in de regio te informeren.
- Om te controleren of men zich aan de snelheidsverlaging houdt, moeten regelmatig verkeerscontroles worden uitgevoerd waarvan de resultaten eveneens prominent in de media dienen te verschijnen.



Schematische weergave van een wildwaarschuwingssysteem (bron: Provincie Overijssel)

- Detectiesystemen zijn zeer gevoelig voor overhangende takken, hoog gras, vallende bladeren, etc. De systemen met vlakdetectie zijn hiervoor gevoeliger, dan de systemen met lijndetectie. Het verwijderen van de vegetatie en het egaliseren van de grond in de wildsluizen én regulier onderhoud vermindert dit probleem.
- Er bestaan verschillen in betrouwbaarheid tussen de verschillende systemen. Gesteld wordt dat systemen waarbij 91-95% van alle grote dieren (formaat wild zwijn en groter) die de weg naderen wordt gedetecteerd, deugdelijk genoemd kunnen worden en dat een percentage van 6-10% valse alarmen (waarschuwborden lichten op, terwijl geen dier in de buurt is) acceptabel is.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

Niet beschikbaar

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.2.5 VERBETEREN ZICHT VOOR DE WEGGEBRUIKER

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	GO	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	



Een zone met gras langs de weg ter verbetering van het zicht voor zowel de weggebruiker als voor de dieren
(Bron: Paul Boddeke, Bureau Waardenburg)

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doelen

In gebieden met hoge vegetatie, zoals bos, riet of struiken, ziet de weggebruiker de dieren pas als ze uit de vegetatie komen. Als tussen de rand van de hoge vegetatie en de weg een zone met lage vegetatie (bijvoorbeeld gras) ligt, heeft de weggebruiker meer tijd om op overstekend wild te reageren voordat deze de weg bereikt, dan in gebieden zonder berm met lage vegetatie.

Ontwerp

- Deze maatregel is van toepassing in gebieden met vegetaties die ruim boven de voertuigen op de weg uitsteken, zoals bos, struiken, riet.
- Tussen de weg en de hoge vegetatie wordt een strook van ongeveer 10 m vrij gehouden van hoge vegetatie.
- De vegetatie in de strook kan bestaan uit gras alleen of een combinatie van kruiden en gras. Het streven van veel beheerders naar bloemrijke bermen kan met deze maatregel nog steeds worden gerealiseerd. Zie ook bermbeheer ([paragraaf 9.1.1.3.8](#)).

Aandachtspunten

- Een korte vegetatie trekt roofvogels, uilen en reigers aan die hier op muizen foerageren. De berm is vooral na een maaibeurt bij deze vogels in trek, omdat de muizen dan makkelijker te vangen zijn. Omdat de vogels tijdens het jagen minder op het verkeer letten is de kans op aanrijdingen groot. De aanwezigheid van roofvogels en uilen kan worden beperkt door ervoor te zorgen dat in de berm geen structuren staan waar ze op kunnen rusten en die ze als uitkijkpunt bij het jagen gebruiken. Denk daarbij aan palen van hekwerken, verkeersborden, portalen en dergelijke. Als verwijderen niet mogelijk is, kunnen ze als zitplaats onaantrekkelijk worden gemaakt met opstaande pinnen of driehoeken ([paragraaf 9.1.3.1](#)). Het gebruik van hectometerpaaltjes als zitplek kan worden beperkt door hierop rollers te plaatsen ([paragraaf 9.1.1.3.10](#)).
- Een berm die voornamelijk uit gras bestaat en dus regelmatig wordt gemaaid trekt juist weer graseters aan, zoals ganzen en damherten! Bij een bloemrijke berm treedt dit probleem minder op.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

- De berm moet elk jaar worden gemaaid. Het aantal keer dat wordt gemaaid is afhankelijk van het streefbeeld: alleen gras of een bloemrijke berm die voedsel aan insecten biedt.
- Voor een bloemrijke berm moet het maaisel na het maaien enkele dagen (minder dan 1 week) blijven liggen, zodat kleine dieren die in de gemaaide vegetatie zaten de gelegenheid hebben een veilige plek elders op te zoeken. Vervolgens moet het maaisel worden verwijderd, om te voorkomen dat voedingsstoffen van het maaisel in de grond komen. Een voedingsarme bodem levert een bloemrijke berm met voedselplanten voor insecten en andere ongewervelde dieren.
- Bij zachte bodems of nat weer ontstaat tijdens werkzaamheden in de berm makkelijk insporing. In die gevallen lichter materieel gebruiken en/of voorzichtig te werk gaan.
- Verwijder tijdig opslag van jonge bomen in de berm, zodat die het zicht niet belemmeren.



Laat maaisel niet te lang liggen (Berm bij de A73) (Bron: Paul Boddeke, Bureau Waardenburg)



Insporing ontstaan tijdens werkzaamheden in de berm (Bron: Jan Dirk Buizer, Bureau Waardenburg)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.3 MAATREGELEN DIE GERICHT ZIJN OP HET BEINVLOEDEN VAN HET GEDRAG VAN FAUNA

9.1.1.3.1 WILDSPIEGELS EN -REFLECTOREN

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	1	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	1	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	X	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Wildspiegel/windmolentje (Bron: Dick Kuiper, De Jong Zuurmond Infrabeheer onderhoud & services)



Wildreflector (Bron: Dick Kuiper, De Jong Zuurmond Infrabeheer onderhoud & services)

Algemene beschrijving en doelstelling

Wildspiegels zijn langs heel veel wegen geplaatst. Wildspiegels moeten door reflectie van autolichten dieren waarschuwen die op het punt staan de weg over te steken.

Uit het beschikbare onderzoek blijkt dat Wildspiegels en -reflectoren weinig effectief zijn. Het gebruik van deze faunavoorziening wordt op basis hiervan afgeraden. Er zijn in deze leidraad daarom geen richtlijnen en aandachtspunten opgenomen voor wildspiegels en reflectoren.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.3.2 VIRTUEEL HEKWERK

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	OO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	OO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	X	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Sensor op paaltje die wordt geactiveerd door koplampen en een licht- of geluidssignaal produceert (Bron: Wildlife Safety Solutions)

Algemene beschrijving en doelstelling

Een virtueel hekwerk bestaat uit sensoren op (hectometer)paaltjes die geactiveerd worden door koplampen waarna een geluids- en lichtsignaal wordt geproduceerd. Aangenomen wordt dat reeën hierdoor worden geattendeerd op naderend verkeer en niet oversteken. In Nederland loopt een onderzoek naar de effectiviteit van deze maatregel. Naar verwachting is een virtueel hekwerk alleen uitvoerbaar op wegen met een lage verkeersintensiteit.

Ontwerp

- Het systeem bestaat uit een doosje dat aan een paaltje wordt bevestigd; vergelijkbaar aan de paaltjes met wildspiegels. Het doosje heeft afmetingen van ongeveer 6,5 x 14,5 x 4,0 cm.
- Het doosje bevat een lichtsensor. Licht van de koplampen van een naderende auto activeert de lichtsensor die een signaal naar een luidspreker en een LED stroboscoop lamp stuurt. De lamp geeft afwisselend blauw (470 nm) en oranjegeel (591 nm) licht.
- De frequentie van de stroboscoop is aan te passen.
- De paaltjes worden op een onderlinge afstand van 25m alternerend aan weerszijden van de weg geplaatst. De onderlinge afstand aan dezelfde wegzijde is hierdoor 50m.
- Het apparaat bevat een oplaadbare batterij. Sommige exemplaren hebben ook zonnecellen voor extra energie.
- Het apparaat bevat een daglichtsensor, zodat het systeem overdag niet werkt als door het zonlicht het licht van het apparaat niet opvalt. Het verlengt ook de levensduur van de oplaadbare batterij.
- Het licht van naderende auto's wordt vanaf een afstand van 300 m gedetecteerd.

Aandachtspunten

- Het licht dat het apparaat uitzendt mag niet naar de weg/auto schijnen, want dan wordt de automobilist verblind.
- Net als bij het wilddetectiesysteem en de wildspiegels voorkomt een virtueel hekwerk het kruisen van de weg niet. Het verlaagt de kans op aanrijding met grotere zoogdiersoorten, maar voorkomt het niet volledig.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

- De levensduur is circa 5 jaar.
- Een virtueel hekwerk vergt frequent inspectie en onderhoud om het netwerk aan paaltjes met de sensors in goede staat te houden. De vegetatie rond de paaltje moet kort worden gehouden zodat deze de lichtsensor niet van het licht van de koplampen afschermt en het uitgezonden licht niet blokkeert. Vooral in het groeiseizoen (voorjaar/zomer) zal vaak moeten worden gemaaid.
- Er verdwijnen regelmatig sensors of deze worden vernield.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.3.3 NETSCHERMEN

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	X	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	X	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	X	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	GO	
Vogels	GO	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Netscherm langs snelweg in Bulgarije
(Bron: Svetlana Miteva)



Netscherm van hout (Bron: Bert Stegehuis, RWS)

Algemene beschrijving en doelstelling

Vogels en vleermuizen kunnen over infrastructuur vliegen, maar sommige soorten doen dat laag, waardoor ze in botsing met het verkeer kunnen komen. Om de vogels en vleermuizen te dwingen de infrastructuur hoog over te vliegen kunnen langs de weg schermen of netten worden geplaatst.

Ontwerp

- De obstakels moeten ruim boven de hoogste voertuigen (vrachtwagens of treinen) uittorenen.
- Netten moeten van metaaldraad worden gemaakt dat strak tussen palen wordt gespannen. In netten van garen of touw kunnen vogels en vleermuizen verstrikt raken.
- Deze voorziening kan worden gecombineerd met geluidschermen ([paragraaf 9.3.1.1](#)), zodat het meerdere functies vervult.

Aandachtspunten

- Uit onderzoek blijkt dat sommige vleermuizen direct na het scherm naar beneden vliegen en vervolgens de weg laag oversteken, waardoor ze alsnog kunnen worden aangereden (Elmeros & Dekker 2016). Deze oplossing om verkeersslachtoffers te voorkomen wordt daarom bij voorkeur gebruikt in combinatie met een hop-over of vleermuisportaal.
- De schermen en netten moeten daar worden geplaatst waar de kans op overstekende vogels of vleermuizen het grootst is. Dus waar lijnvormige landschapselementen of bosranden loodrecht op de (spoor)weg staan of waar zich grote concentraties vogels ophouden, zoals bij water (zie ook zwanenlinten).

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

- Netten zijn zeer gevoelig voor beschadigingen. Regelmatige inspectie op gaten is noodzakelijk.
- Loshangende netten kunnen een gevaar voor de verkeersveiligheid opleveren. Ook daarom moeten ze regelmatig op beschadigingen worden gecontroleerd.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.3.4 AKOESTISCHE AFSCHRIKMIDDELEN

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	2	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	GO	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Akoestisch afschrikmiddel langs spoorlijn (Bron: NEEL)

Algemene beschrijving en doelstelling

Het idee is dat dieren schrikken van een plotseling geluid op de (spoor)weg of het naderende voertuig en daardoor de (spoor)weg mijden of op hun schreden terugkeren als ze op het punt staan de (spoor)weg over te steken.

Ontwerp

Een voorbeeld van een toegepast akoestisch afschrikmiddel zijn palen met luidsprekers geplaatst langs spoortrajecten waar regelmatig dieren het spoor oversteken. De palen zenden geluiden van alarmerende dieren of van roofdieren uit als een trein nadert. Voor het registreren van naderende treinen wordt op enige afstand voor het traject met de geluidspalen een sensor geplaatst die de geluidspalen activeert als een trein passeert. De palen zijn ongeveer 1m hoog en worden alternerend aan beide zijden van de spoorweg geplaatst. De afstand tussen opeenvolgende palen aan dezelfde zijde van het spoor is 140m. De palen zijn verbonden met het spoorwegcontrolesysteem, zodat van afstand de werking ervan in de gaten kan worden gehouden.

Aandachtspunten

Niet Beschikbaar

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

Niet beschikbaar

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)



Akoestisch afschrikmiddel (Bron: NEEL)

9.1.1.3.5 OLFACTORISCHE AFSCHRIKMIDDELEN

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	1	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	OO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	X	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doelstelling

Afschrikmiddelen op basis van geurstoffen. Een combinatie van geuren van predatoren (doorgaans een mengsel van 'mens', 'wolf' en gebiedseigen predatoren) wordt op (spray) en/of in (injectie) een bol van polyurethaan aangebracht. Deze bollen zijn langs (spoor)wegen geplaatst, doorgaans op palen, bomen of vangrails. De geur dient diersoorten zoals de edelhert en ree af te schrikken ('predator in de buurt'). In theorie worden dieren ook indirect afgeschrikt doordat ze alert zijn geworden op predatie, gevoeliger voor het geluid of beweging van naderende auto's en zouden de weg mijden.

Uit het beschikbare onderzoek blijkt dat Olfactorische afschrikmiddelen weinig effectief zijn. Het gebruik van deze faunavoorziening wordt op basis hiervan afgeraden. Er zijn in deze leidraad daarom geen richtlijnen en aandachtspunten opgenomen voor wildspiegels.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.3.6 ZWIJNVERDWIJNBLOKKEN

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	X	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	X	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	X	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	



Doorsnede van een zwijnverdwijnblok

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doelstelling

Zwijnverdwijnblokken zijn speciale grasbetontegels die moeten voorkomen dat wilde zwijnen in de berm wroeten. Zachte bermen zijn ideale plekken voor wilde zwijnen om in te wroeten, met name vanwege het strooizout dat zich daar na de winter ophoopt. De zwijnverdwijnblokken voorkomen dat het strooizout niet aan het oppervlak van de berm blijft liggen en wilde zwijnen te dicht bij de weg komen.

Ontwerp

- Zwijnverdwijnblokken hebben grotere openingen dan normale grasbetontegels. Ze zijn gemaakt van zeer open beton, waardoor de tegels scherpe randen hebben die zwijnen ontmoedigen om ze op te wippen of er onder te wroeten. De blokken worden met interlocking gelegd op een drainerend geotextiel. Op de drainagemat wordt een mineraal mengsel aangebracht dat strooizout aan zich bindt. Strooizout blijft op deze wijze buiten het bereik van de wilde zwijnen.
- Door het zeer open beton kan zich op/tussen de blokken vegetatie ontwikkelen, zodat het streven naar meer groene bermen mogelijk blijft.

Aandachtspunten

Niet Beschikbaar

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

Niet beschikbaar

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.3.7 VERWIJDEREN KARKASSEN VAN AANGEREDEN DIEREN

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	GO	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	



Het ruimen van een doodgereden Egel
(Bron: Dennis Wansink, Bureau Waardenburg)

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doelstelling

Aaseters (zoals kraaien, buizerds, marters en vossen) worden naar de weg getrokken door de dode dieren die daar na een aanrijding liggen. Daardoor lopen zijzelf ook het gevaar te worden aangereden. De gedachte is dat het verwijderen van aangereden dieren dit gevaar vermindert.

Ontwerp

N.v.t.

Aandachtspunten

- Regelmatige inspectie en verwijderen van dode dieren op en langs de weg levert ook informatie over slachtoffer hotspots; plekken waar relatief veel dieren worden doodgereden. Dit zijn meestal de beste plekken voor de aanleg van een faunavoorziening.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

- Minimaal één keer per dag een inspectieronde uitvoeren.
- Dode en verwijderde dieren noteren op waarnemingsformulier of in App met GPS-coördinaten.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.3.8 VERWIJDEREN BEGROEIING IN DE BERMEN

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	3	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	X	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	X	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	GO	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Strokenbeheer in de berm van de A27
(Bron: Floris Brekelmans, gemeente Utrecht)



Opkomende bramen en grove dennen langs de A67 dienen verwijderd te worden (Bron: Paul Boddeke, Bureau Waardenburg)

Algemene beschrijving en doelstelling

Struiken in de bermen trekken vogels en zoogdieren aan die hier schuilen of op de (jonge) bladeren en bessen afkomen. Bloemrijke bermen trekken insecten aan. Hierdoor is er een grote kans dat deze dieren door passerende auto's of treinen worden aangereden. In absolute zin is dit ook het geval, maar proportioneel (sterfte als % van de dichtheid aan dieren in de berm) blijkt de sterfte door verkeer bij wegen met veel voedselplanten in de bermen lager dan bij wegen met weinig voedselplanten in de bermen. Ook de omgeving speelt hierbij een rol. Als de berm de enige plek is met bloemen, dan concentreren de insecten zich hier, terwijl een bloemrijke berm naast een bloemrijk weiland minder dichtbevolkt is met insecten en er proportioneel minder verkeersterfte optreedt. Desalniettemin is het beter om verkeerssterfte zo veel mogelijk te voorkomen en daarom is het advies voedselplanten of beschutting biedende vegetatie vlak langs de (spoor)weg te weren.

Zie de publicatie [Ecological functions of roads. Procedures for the Design of Roads in Harmony with Wildlife](#) (Wansink, D.E.H., 2016) voor een overzicht van de relatie tussen bermvegetatie, voorkomen van fauna en verkeersterfte.

Ontwerp

- Pas strokenbeheer toe. De eerste meter(s) langs de weg wordt de vegetatie zeer kort en monotoon gehouden. De volgende strook is soorten- en bloemrijker, maar bestaat nog steeds uit lage vegetatie. Dit komt overeen met de obstakelvrije zone. In de laatste strook, op zo'n 10m van de weg, kunnen struiken en bomen tot ontwikkeling komen.

Aandachtspunten

Niet beschikbaar

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

- Verwijder tijdig opslag van jonge bomen in de berm de stroken met de korte vegetatie.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.3.9 HERINRICHTING HABITAT

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	OO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	GO	
Vleermuizen	GO	
Vogels	OO	
Reptielen	GO	
Amfibieën	GO	
Insecten	GO	
Overig ongewerveld	GO	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doelstelling

Als dieren zich door het landschap bewegen volgen zij meestal lijnstructuren. Denk daarbij aan hagen, houtwallen, lanen, bosranden, zandpaden, sloten, kanalen, hekken, muren enzovoorts. Als deze lijnstructuren naar een (spoor)weg of kanaal lopen, dan is de kans groot dat daar de verkeersslachtoffers vallen. Om dit te voorkomen moeten dit soort lijnstructuren niet tot de (spoor)weg of kanaal doorlopen.

Ontwerp

- Drie opties voor de toepassing van lijnstructuren:
 - Een deel van de lijnstructuur wordt verwijderd, zodat deze niet meer tot de infrastructuur doorloopt.
 - De lijnstructuur wordt verlegd, zodat deze naar een minder gevaarlijk gebied leidt.
 - Nabij de weg wordt een lijnstructuur aangebracht die parallel aan de infrastructuur loopt, zodat dieren hun weg langs de infrastructuur voortzetten, in plaats van deze proberen te kruisen.
- Aangepaste inrichting van de berm ([paragraaf 9.1.1.3.8](#)) en het verbeteren van de habitatkwaliteit wat verder van de weg ([paragraaf 9.3.2](#)) helpen ook om dieren van infrastructuur weg te houden.

Aandachtspunten

- De eigenschap van dieren om lijnstructuren te volgen kan ook worden gebruikt om dieren naar een faunapassage (faunatunnel, ecoduct, duiker met loopplank en dergelijke) te leiden. Zie [paragraaf 9.2.3.1](#) Geleidende maatregelen.
- Veel dieren zijn conservatief. Als ze gewend zijn een bepaalde lijnstructuur te volgen zullen zij dit blijven doen, ook als die structuur (deels) is verdwenen. Er zal enige tijd overheen gaan totdat zij hiermee stoppen. Eventueel kunnen aanvullende maatregelen worden genomen, zoals het plaatsen van een raster of scherm in het verlengde van de ingekorte lijnstructuur om dieren van de (spoor)weg of kanaal weg te houden. De lijnstructuur kan ook verlegd worden, zodat deze naar een passagemogelijkheid leidt.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

N.v.t.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.3.10 ZITPALEN VOOR UILEN EN ROOFVOGELS

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	X	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	X	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	X	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	OO	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Roller op hectometerpaaltje ter voorkoming dat vogels hierop gaan zitten (Bron: Jasja Dekker Dierecologie)



Alternatieve zitplaats 2,5 meter boven de grond (Bron: Jasja Dekker Dierecologie)

Algemene beschrijving en doelstelling

Roofvogels en uilen worden aangetrokken door de muizen die vaak in berm en leven. Tijdens hun jacht rusten ze vaak op palen of andere verhogingen in de berm of ze gebruiken deze verhogingen als uitkijkpost waar vanaf ze hun prooidier opsporen. Geliefde zitplaatsen zijn de hectometerpaaltjes. Die staan dicht langs de weg waardoor de kans op een aanrijding groot is. Door ervoor te zorgen dat potentiële zitplaatsen in de berm afwezig zijn en door alternatieven verder van de weg aan te bieden, is het aantal verkeersslachtoffers te reduceren.

Ontwerp

- Op de hectometerpaaltjes wordt een roller geplaatst. Hierdoor is het voor de uilen en andere vogels moeilijk om op de paaltjes te blijven zitten. Ze rollen eraf.
- De roller moet van stevig en glad materiaal zijn gemaakt om te voorkomen dat de klauw van de uil grip krijgt.
- De fabricage van de rollers is maatwerk, want ze moeten zijn afgestemd op het type en de breedte van de hectometerborden.
- De rollers moeten de hele breedte van de hectometerpalen beslaan. Er mag geen ruimte overblijven waar de uil op kan zitten zonder weg te rollen.
- De alternatieve zitplaatsen bestaan uit palen die circa 2,5 meter boven maaiveld een horizontaal stuk hout hebben. Ze zijn gemaakt van duurzaam hout of gerecycled plastic.
- De alternatieve zitplaats wordt op 3 tot 10 meter van het wegdek geplaatst, onder andere afhankelijk van de breedte van de berm en de aanwezigheid van kabels en leidingen.

Aandachtspunten

- De rollers op de hectometerpalen zijn een eenmalige investering en vergen na plaatsing geen onderhoud en leveren bij het reguliere beheer geen problemen op.
- Er dient zo min mogelijk ruimte tussen de roller en de bovenrand van het bordje te zijn om te voorkomen dat de kerkuil er met zijn poot tussen komt.
- Het is een nieuw product dat waarschijnlijk nog verder kan worden verbeterd, waarbij ook aandacht aan duurzaamheid en diefstalgevoeligheid wordt besteed.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

- Rollers en palen langs provinciale wegen zijn wat gevoeliger voor diefstal en vandalisme dan die langs rijkswegen. Waarschijnlijk vanwege de bereikbaarheid.
- Bij het maaien van de berm is in de buurt van de hectometerpalen wat meer aandacht nodig. De rollers kunnen door de maaimachine makkelijk van de hectometerpaal worden gestoten.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.3.11 VERBETEREN ZICHT VOOR FAUNA

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	X	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	



[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Een zone met gras langs de weg ter verbetering van het zicht voor zowel de weggebruiker als voor de dieren
(Bron: Paul Boddeke, Bureau Waardenburg)

Algemene beschrijving en doelstelling

In gebieden met hoge vegetaties, zoals bos, riet of struiken, zien de dieren het verkeer pas als ze uit de vegetatie komen. De kans op aanrijdingen met dieren is mogelijk te verlagen als de dieren het verkeer eerder opmerken. Als tussen de rand van de hoge vegetatie en de weg een zone met lage vegetatie (bijvoorbeeld gras) ligt, hebben de dieren meer tijd om naderend verkeer te zien dan in gebieden zonder berm met lage vegetatie. Ook horen ze het naderende verkeer eerder omdat er minder obstakels zijn die het geluid dempen.

Ontwerp

- Deze maatregel is van toepassing in gebieden met vegetaties die ruim boven de voertuigen op de weg uitsteken, zoals bos, struiken, riet.
- Tussen de weg en de hoge vegetatie wordt een strook van ongeveer 10 meter vrij gehouden van hoge vegetatie.
- De vegetatie in de strook kan bestaan uit gras alleen of een combinatie van kruiden en gras. Het streven van veel beheerders naar bloemrijke bermen kan met deze maatregel nog steeds worden gerealiseerd. Zie ook [paragraaf 9.1.1.3.8](#), Bermbeheer.

Aandachtspunten

- Een korte vegetatie trekt roofvogels, uilen en reigers aan die hier op muizen foerageren. De berm is vooral na een maaibeurt bij deze vogels in trek, omdat de muizen dan makkelijker te vangen zijn. Omdat de vogels tijdens het jagen minder op het verkeer letten is de kans op aanrijdingen groot. De aanwezigheid van roofvogels en uilen kan worden beperkt door ervoor te zorgen dat in de berm geen structuren staan waar ze op kunnen rusten en die ze als uitkijkpunt bij het jagen gebruiken. Denk daarbij aan palen van hekwerken, verkeersborden, portalen en dergelijke. Als verwijderen niet mogelijk is, kunnen ze als zitplaats onaantrekkelijk worden gemaakt met opstaande pinnen of driehoeken (zie [paragraaf 9.1.3.1](#)). Het gebruik van hectometerpaaltjes als zitplek kan worden beperkt door hierop rollers te plaatsen (zie [paragraaf 9.1.1.3.10](#)).
- Een berm die voornamelijk uit gras bestaat en dus regelmatig wordt gemaaid trekt juist weer graseters aan, zoals ganzen en damherten! Bij een bloemrijke berm treedt dit probleem minder op.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

- De berm moet elk jaar worden gemaaid. Het aantal keer dat wordt gemaaid is afhankelijk van het streefbeeld: Alleen gras of een bloemrijke berm die voedsel aan insecten biedt.
- Voor een bloemrijke berm moet het maaisel na het maaien enkele dagen (minder dan 1 week) blijven liggen, zodat kleine dieren die in de gemaaide vegetatie zaten de gelegenheid hebben een veilige plek elders op te zoeken. Vervolgens moet het maaisel worden verwijderd, om te voorkomen dat voedingsstoffen van het maaisel in de grond komen. Een voedingsarme bodem levert een bloemrijke berm met voedselplanten voor insecten en andere ongewervelde dieren.

- Bij zachte bodems of nat weer ontstaat tijdens werkzaamheden in de berm makkelijk insporing. In die gevallen lichter materieel gebruiken en/of voorzichtig te werk gaan.
- Verwijder tijdig opslag van jonge bomen in de berm, zodat die het zicht niet belemmeren.



*Een slecht onderhouden berm, waarbij bijvoorbeeld het maaisel niet wordt verwijderd, leidt tot een distel- of brandnetelruigte in plaats van een bloemrijke berm
(Bron: Paul Boddeke, Bureau Waardenburg)*



Voorkom insporing tijdens werkzaamheden in de berm (Bron: Paul Boddeke, Bureau Waardenburg)

[Terug naar totaaloverzicht faunavorzieningen](#)

9.1.1.4 MAATREGELEN DIE GERICHT ZIJN OP HET REDUCEREN VAN DIERPOPULATIES

Algemene beschrijving en doelstelling

Hoe meer dieren in een gebied voorkomen, hoe groter de kans dat ze infrastructuur kruisen. Een middel om verkeersslachtoffers te voorkomen of het aantal te verlagen zou het verkleinen van de populatieomvang kunnen zijn.

Ontwerp

Enkele middelen die kunnen worden ingezet om de omvang van dierpopulaties te verkleinen:

- Populatiebeheer door afschot: vlakdekkend
- Populatiebeheer door afschot: lokaal langs de infrastructuur
- Verplaatsen van dieren naar andere gebieden
- Anticonceptiebehandelingen

Aandachtspunten

- Afschot leidt tot verstoring van dieren, waardoor ze als reactie meer zouden kunnen gaan rondlopen en daardoor een grotere kans hebben infrastructuur te kruisen. Indien mogelijk moet afschot zo gebeuren dat andere dieren zo min mogelijk worden verstoord.
- Voorafgaand aan het besluit om tot deze maatregel over te gaan moet eerst goed worden onderzocht wat de oorzaken van een hoog aantal verkeersslachtoffers is en of dit niet met een van de andere maatregelen (rasters, wilddetectiesystemen, faunatunnels etc.) is op te lossen.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

N.v.t.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.5 MAATREGELEN DIE GERICHT ZIJN OP HET CREEREN VAN FYSIEKE BARRIÈRES

9.1.1.5.1 FAUNARASTER

Wetenschappelijke waardering ([Uitleg en legenda](#))

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	OO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	OO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	GO	
Vleermuizen	X	
Vogels	X	
Reptielen	GO	
Amfibieën	GO	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	



Combinatie van drie soorten faunarasters voor soorten van verschillende grootte

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Zoals eerder in deze leidraad genoemd betekent een gebrek aan wetenschappelijke waardering niet dat een faunavoorziening niet werkt. **Uit vele praktijkervaringen weet men dat faunarasters goed werken. Uit de analyse naar wetenschappelijke studies is alleen gebleken dat er binnen Europa (en naar alle waarschijnlijkheid ook daarbuiten) weinig effectiviteitsstudies zijn uitgevoerd,** te weinig om een wetenschappelijke waardering te kunnen geven aan de effectiviteit van faunarasters. **Hierdoor geeft de wetenschappelijke waardering een vertekend beeld wat betreft de effectiviteit van faunarasters maar kan men er vanuit gaan dat faunarasters effectief zijn, mits op de juiste wijze toegepast.**

Algemene beschrijving en doelen

Rasters, [schermen en geleidewanden](#) worden gebruikt om te voorkomen dat dieren de (spoor)weg op gaan en slachtoffer worden van het verkeer of schade aan voertuigen berokkenen. Rasters kunnen tegelijkertijd dienen als geleidende structuren naar faunapassages die de dieren de mogelijkheid bieden infrastructuur veilig te kruisen (tunnels, ecoducten en dergelijke).

Ontwerp

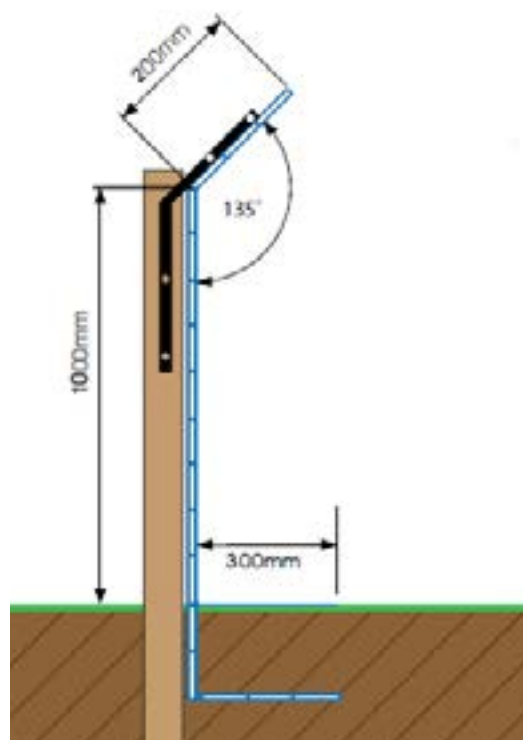
- De afmetingen (hoogte, lengte), materiaal, maaswijdte etc. zijn afhankelijk van de soorten die men wil tegenhouden. Moeten alleen grotere diersoorten worden tegengehouden, dan moet een hoog, grofmazig raster worden geplaatst. Kleinere diersoorten, zoals kleine zoogdieren (egel, konijn, muizen), reptielen en amfibieën, kunnen door de mazen van het grofmazig raster, zodat dit voor hen geen barrière vormt.
- Moeten grote én kleine soorten worden tegengehouden, dan dient het grofmazig raster met een fijnmazig raster en/of met een [scherm](#) te worden gecombineerd. Voor de echt kleine soorten (muizen, reptielen en amfibieën) is een scherm beter, omdat zij in een raster makkelijk verstrikt kunnen raken. Om grote en kleine soorten tegen te houden is een hekwerk als in bovenstaande figuur (3 typen gecombineerd) het meest effectief.
- Behalve dat het kleine diersoorten tegenhoudt heeft een scherm aan de onderkant het voordeel dat hier minder makkelijk planten doorheen groeien die moeilijk te verwijderen zijn en een opstap bieden voor klimmende dieren.
- Voor soorten die goed kunnen klimmen, zoals eekhoorns en boom- en steenmarters, vormt een standaardraster geen barrière. Om te voorkomen dat deze soorten langs het raster omhoog klimmen en zo aan de andere kant geraken moet de bovenste 1 m van het raster met een glad plastic scherm worden afgedekt. Zorg dat de onderzijde van het scherm volledig aansluit op het kleinwildgaas zodat marters en eekhoorns er niet tussendoor kunnen.

- Rasters bestaan uit metaaldraad dat is bevestigd aan palen. De hoogte en de maaswijdte van de rasters hangt af van de doelsoorten (Zie onderstaande tabel). Het raster moet zo hoog zijn dat dieren er niet overheen kunnen.

Doelsoorten	Hoogte	Maaswijdte	Opmerkingen
Edelhert, damhart	2,2 meter	150 tot 200 mm	De afstand tussen de verticale draden bedraagt 150 mm. De draden moeten een dikte hebben van ten minste 2,5 mm. Bij hoge wilddruk een treksterkte van min. 700-900 N/mm ² .
Ree, wolf	1,8 meter	150 tot 200 mm	De draden moeten ten minste 1,90 mm dik zijn.
Wild zwijn	1,2 meter raster	150 tot 200 mm	0,2 m ingraven.
Das, bever, kleine marterachtigen, egel	1,0 meter raster	25,4 mm verticaal en 50,8 mm horizontaal	0,2 m ingraven en 0,3 m haaks omzetten naar de wildzijde.
Otter, wilde kat	1,0 meter raster + 0,5 m onder hoek	25,4 mm verticaal en 50,8 mm horizontaal	0,2 m ingraven en 0,3 m haaks omzetten naar de wildzijde. Bovenkant hellend (zie figuur).
Amfibieën, reptielen en kleine niet-klimmende zoogdieren	0,4 tot 0,6 meter scherm	Dicht en glad	0,1 m ingraven.
Kleine klimmende zoogdieren (bosmuis, dwergmuis, slaapmuizen)	0,6 meter scherm	Dicht en glad	
Boom- en steenmarter, lynx, eekhoorn	1,0 meter scherm	Dicht en glad	Geplaatst a/d bovenkant (wildzijde) van een (gecombineerd) 2,2 m hoog raster.

De hoogte en de maaswijdte van de rasters per doelsoort

- Aspecten die de effectiviteit van rasters vergroten zijn:
 - Het raster mechanisch opspannen (geldt voor alle gaas- en rastersoorten).
 - Een maaswijdte kiezen waar de doelsoorten niet doorheen kunnen kruipen.
 - Maatregelen nemen om te voorkomen dat dieren aan de uiteinden van het raster alsnog het raster omzeilen en op de (spoor)weg komen, bijvoorbeeld door de uiteinden van het raster 5 m (kleinwild) tot 10 m (grootwild terug te buigen (= van de infrastructuur af).
 - Voorkomen dat dieren onder het raster door kunnen kruipen of graven. Daartoe wordt het raster ingegraven. Aan het ingegraven gedeelte moet onder een hoek van 90 graden een strook gaaswerk worden aangebracht (horizontaal). Ingraven is ook noodzakelijk als uitspoelen van de grond kan optreden.
 - Alternatief is een zogenaamd horizontaal loopvlak aan de verticale wand te bevestigen, waardoor dieren niet onder het raster door kunnen graven en waardoor wordt voorkomen dat vegetatie tegen het raster opgroeit. Het gevolg is dat er minder of niet gemaaid hoeft te worden.
 - In gebieden met wilde zwijnen wroetdraad (prikkelraad) in zwartwilderaster op 5 cm boven maaiveld (wroetdraad) en langs de onderzijde van het ingegraven raster, 20 cm in de grond, plaatsen.
 - De vereiste hoogte wordt gemeten aan de kant waar de dieren naderen. Bij ligging op een helling moet de hoogte hierop worden aangepast.
 - De bovenste spandraad bestaat uit gladdraad of de bovenzijde van het gaas wordt met een manchet van kippengaas afgewerkt. Dit voorkomt pootbeschadigingen en andere verwondingen van vogels en zoogdieren.
 - Palen moeten aan de wegzijde van het raster staan om uitklimmen van dieren te voorkomen. Ook de bevestigingspunten mogen geen houvast bieden aan dieren.
 - Voorkomen moet worden dat begroeiing tegen het raster leunt of opgroeit, omdat kleine dieren daar in kunnen klimmen en vervolgens over de afscherming kunnen geraken.
- Overheen klimmen kan worden voorkomen door:
 - Glad materiaal gebruiken.
 - Het raster onder een hellingshoek te plaatsen (60 graden met de grond, richting het achterland) en/of;
 - Een horizontaal overstekende rand van 20 cm toe te voegen en/of;
 - Een hol teruglopend raster te gebruiken, met verticaal opstaande rand.
- De onderzijde scherm/gladde plaat dient volledig aan te sluiten op het kleinwildgaas zodat marters en eekhoorns er niet tussendoor kunnen.



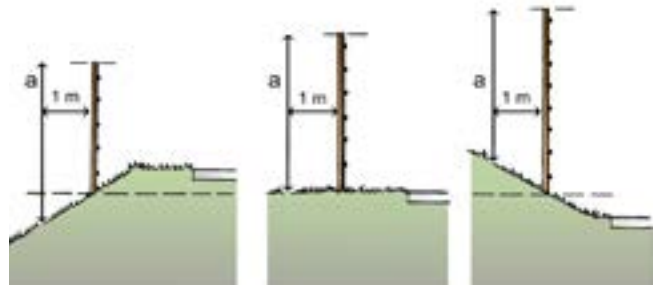
Otterwerend raster, deels ingegraven en bovenkant onder een hoek geplaatst



Boommarterkering in de vorm van een HDPE-plaat op raster bij de A12. Door de plaat hebben de marters geen grip en kunnen marters er niet overheen klimmen (Bron: Arfman)



Het raster loopt onder de grond door om te voorkomen dat dieren onder het raster door graven



Aanpassing hoogte bij plaatsing van het raster op een helling

- Schrikdraad gebruiken om overheen klimmen te voorkomen is een optie, maar:
 - Schrikdraad is duur in aanschaf en onderhoud. Eventueel kan dit tijdelijk worden gebruikt in specifieke gevallen (bijvoorbeeld hoge risico's voor bedreigde diersoorten) of tijdelijk om het gedrag van dieren te beïnvloeden. In geval van uitbraken van veeziekten (MKZ bijvoorbeeld) is het een snelle manier om ecoducten af te sluiten.
 - Let op dat schrikdraad dat wordt toegepast als veekering, niet in de buurt van passages voor edelherten wordt geplaatst. Edelherten reageren sterk op schrikdraad en mijden vervolgens de locatie. Het is niet bekend of andere soorten ook zo negatief op schrikdraad reageren.
 - Schrikdraad in natuurgebieden met vee niet te laag wordt aangebracht in verband met de kalveren. Een dubbele spandraad op een hoogte van 60 cm en 120 cm houdt het vee tegen, maar weerhoudt de wilde soorten niet (ree kruipt onder het raster door en springt er overheen, overige soorten lopen er onderdoor).
- Bij de materiaalkeuze en dikte van de palen moet worden bedacht dat deze sterk genoeg zijn om dieren tegen te kunnen houden die in hun vlucht tegen het raster botsen.
- De palen moeten stevig in de grond worden gebracht. Afhankelijk van het type grond:
 - Voor grofwildraster: minimaal 1,00 meter diep.
 - Voor kleinwildraster: minimaal 0,80 meter diep.
 - Hoek- en eindpalen: minimaal 1,40 meter diep en altijd voorzien van schoren.
- De afstand tussen de palen bedraagt:
 - Grofwildraster: maximaal 4 meter.
 - Kleinwildraster: maximaal 3 meter.
- Bij plaatsing van het raster achter de bermsloot moeten zijsloten goed worden afgezet. Dit kan bij voorkeur door in de zijslot een duiker aan te brengen. Het laten doorlopen van rasters in de sloot levert te veel problemen met het onderhoud op. Een duiker is echter moeilijk 100% faunadicht te krijgen. Ook een kettingmat onder een kleinwildraster is niet faunadicht. Door de kettingen elektrisch onder spanning te zetten als de sloot of greppel droog staat (zogenaamde 'flood gates' of waterhekken), kan de barrièrewerking voor fauna worden vergroot. Zodra de waterspiegel dan weer stijgt en de kettingmat onder water komt te staan, gaat de spanning er via een energiebegrenzer automatisch weer af.
- Rasters die wandelpaden kruisen moeten zijn voorzien van poortjes die vanzelf dichtvallen (zie de figuur).



Kettingmat onder een kleinwildraster



Vanzelf dichtvallend poortje voor wandelaars

Locatie en inpassing

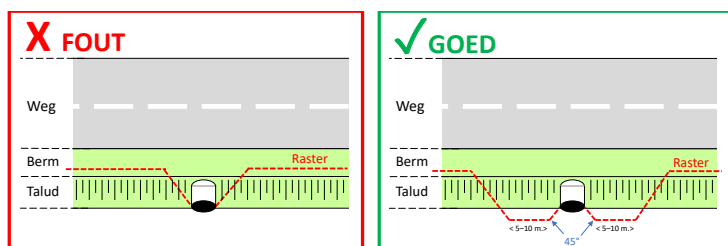
- Rasters moeten goed aansluiten op aanwezige landschappelijke elementen.
- Rasters worden in principe aangebracht aan beide zijden van de (spoor)weg en dienen tegenover elkaar te eindigen. Dan loopt een dier, dat het einde van een raster bereikt en besluit over te steken, niet de kans om aan de andere kant van de (spoor)weg op het tweede (langere) raster te stuiten en terug te lopen, de weg op.
- Soms is maar aan één zijde van de weg een raster nodig. Bijvoorbeeld als aan de andere zijde een industriegebied of woonkern ligt waar geen wilde fauna voorkomt. Dit moet uiteraard wel van te voren worden gecontroleerd, want veel diersoorten blijken op de meest onwaarschijnlijke plaatsen voor te komen.
- Rasters overspannen het hele knelpuntentraject en lopen tot voorbij geschikt leefgebied van de doelsoort(en). De buffer is nodig omdat juist



Doorlopend raster bij watergang/zijweg

de grens tussen habitattypen vaak als loop-/trekroute wordt gebruikt. De lengte van de buffer is afhankelijk van de soortgroep:

- Minimaal 15 meter voor reptielen en amfibieën.
- Minimaal 50 meter voor kleine zoogdieren.
- Minimaal 100 meter voor middelgrote zoogdieren.
- Tot 500 meter voor grote zoogdieren.
- Het laten eindigen van de rasters gebeurt bij voorkeur op plekken waar passeren buiten de rasters om moeilijk is. Bijvoorbeeld het raster laten doorlopen tot een watergang of een zijweg.
- Bij het aanbrengen van rasters moet goed rekening worden gehouden met al aanwezige rasters in de omgeving. Voorkomen moet worden dat dieren tussen meerdere parallelle rasters opgesloten raken. Het totaal aantal rasters moet zo gering mogelijk zijn. Vanuit onderhoud technisch oogpunt dient een tussenruimte van minimaal 0,5 meter, maar bij voorkeur 1,0 meter, tussen twee parallelle rasters te worden aangehouden.
- Rasters worden bij voorkeur zo dicht mogelijk langs de infrastructuur geplaatst, rekening houdend met de obstakelvrije ruimte en het beheer en onderhoud van de (spoor)weg en de wegberm. Zo gaat zo min mogelijk leefgebied van de dieren verloren.
- Ligt de ingang van een faunapassage dicht bij de infrastructuur dan het raster, dan moet het raster naar de ingang afbuigen in plaats van de ingang naar het raster brengen. Lange faunapassages worden namelijk minder frequent gebruikt dan korte. Bovendien ontstaat bij afbuigen naar de ingang een trechtersvorm, waardoor dieren die het raster volgen vanzelf naar de ingang worden geleid.



Een veel gemaakte fout (onder meer langs de A12) is dat het raster in een kegelvorm naar de opening van een faunatunnel wordt geleid. Vaak doet dit probleem zich voor in een situatie waarbij het raster bovenaan het talud staat en de faunatunnel onder aan het talud naar buiten komt. Er dient altijd een fuikvorm richting de faunatunnel gecreëerd te worden (Bron: Johan de Bijl, RWS)



Raster is naar de tunnel geleid, zodat een fuik ontstaat (Bron: Lieveke Crombach, Provincie Overijssel)

- Langs watergangen heeft het de voorkeur het raster op driekwart tot een meter langs de insteek van het talud te plaatsen zodanig dat het raster de watergang volgt. De strook tussen insteek talud en raster kan dan handmatig worden gemaaid.
- Bij plaatsing van het raster achter de bermsloot moeten zijsloten goed worden afgezet. Dit kan bij voorkeur door in de zijsloten een duiker aan te brengen. Het laten doorlopen van rasters in de sloot levert te veel problemen met het onderhoud op. Een duiker is echter moeilijk 100% faunadicht te krijgen. Ook een kettingmat onder een kleinwildraster is niet faunadicht. Door de kettingen elektrisch onder spanning te zetten als de sloot of greppel droog staat (zogenaamde 'flood gates' of waterhekkens), kan de barrièrewerking voor fauna worden vergroot. Zodra de waterspiegel dan weer stijgt en de kettingmat onder water komt te staan, gaat de spanning er via een energiebegrenzer automatisch weer af.
- Te allen tijde moet maximaal rekening worden gehouden met de verkeersveiligheid (mentaal: voorkómen van tunneleffect, fysiek: obstakelvrije zone, goed overzicht voor weggebruikers in bochten etc.). Voor details omtrent deze aspecten bij wegen wordt verwezen naar de brochure 'Botsveiligheid van faunavoorzieningen'.
- Langs eigendomsgrenzen wordt het raster bij voorkeur op de eigendomsgrens van Rijkswaterstaat of ProRail geplaatst. Zo wordt voorkomen dat op korte afstand van elkaar twee rasters staan, wat extra verlies aan leefgebied zou opleveren en het beheer van de rasters bemoeilijkt. Met de burens moeten dan contractueel afspraken worden gemaakt over beheer en onderhoud van het raster.
- Door een raster met een veekering te combineren wordt voorkomen dat twee parallelle rasters nodig zijn.
- Voorkomen moet worden dat takken op het raster kunnen vallen en het zo beschadigen. Er moet daarom afstand worden gehouden en er moet op tijd worden gesnoeid. Een looppaadje zonder obstakels langs het raster is wenselijk, dekking op korte afstand (50-100 cm) buiten dit looppaadje evenzeer (bijvoorbeeld voor amfibieën tegen predatie door vogels).
- Op wegen met een relatief lage verkeersintensiteit, dat wil zeggen wegen die geen absolute barrière voor fauna vormen, kunnen lokaal openingen in het raster worden aangebracht waardoor dieren, in combinatie met een [elektronisch signaleringssysteem](#), op vaste locaties de weg kunnen passeren.



Af buiging raster naar ingang. Zo moet het dus NIET

Landschappelijke aspecten

- Vanuit het oogpunt van 'beleving van het landschap' wordt aangeraden rasters zoveel mogelijk te laten wegvallen tegen de omgeving, bijvoorbeeld door plaatsing tegen een achtergrond als een talud of juist onderaan een dijk. Dit laatste kan echter strijdig zijn met behoud van zoveel mogelijk leefgebied. Belevingswaarde van het landschap dient daarom per specifiek geval afgezet te worden tegen de ecologische aspecten (ecologische 'winst').

- Voorkom in hetzelfde kader een 'onrustig beeld' door overbodige knikken en wisselingen in de rasterhoogte.
- Beperk de vanaf de (spoor)weg waarneembare hoogte van het raster door het raster verdiept op de insteek van een sloot of bestaande greppel te plaatsen.
Ook hier geldt dat ecologische aspecten altijd moeten worden meegewogen in de beslissing: een gewenst, rijk begroeid oevertalud van een sloot dient als leefgebied voor oevergebonden soorten uiteraard niet te worden 'buitengesloten' door een raster onderaan het talud in de slootkant.
- Pas op met gekleurde kunststoffen, deze kunnen bijvoorbeeld in de winter erg opvallen.
- Plaats rasters zo veel mogelijk parallel aan de (spoor)weg, zodat een rustig beeld ontstaat, dit is doorgaans ook ecologisch gezien het meest wenselijk.

Terugkeervoorzieningen

Op regelmatige afstand moeten in het raster terugkeervoorzieningen worden aangebracht om dieren die aan de verkeerde kant van het raster zijn beland een terugweg te bieden. Het meest toegepast worden terugkeerluiken en/of insprongen. Een combinatie van terugkeervoorzieningen is aan te bevelen vanwege de verschillende doelsoorten. Aandachtspunten bij de terugkeervoorzieningen:

- Plaatsing: De onderlinge afstand tussen de terugkeervoorzieningen is afgestemd op de gemiddelde afstand die de doelsoorten afleggen ([bijlage 5](#)).
- Bij terugkeerluiken moeten de klep en sponning schuin zijn geplaatst en alleen vanaf de wegzijde te openen zijn.
- De materiaalkeuze van terugkeerluiken bepaalt welke soorten er doorheen kunnen. De oude modellen zijn geschikt voor soorten van het formaat das en vos. Voor kleinere soorten is het luik te zwaar. Toepassing van minder zware, gedeelde kleppen van geperforeerd aluminium maken de terugkeerluiken ook geschikt voor minder sterke (kleinere) soorten en jonge dassen.
- Regelmatige controle van de werking van de terugkeerluiken is essentieel. Vaak blijven de luiken open staan door opgehoopt blad, zwerfvuil of achtergebleven maaisel. Ook corrosie of materiaalschade kan er voor zorgen dat de luiken niet goed sluiten.
- Insprongen zijn verhogingen aan de (spoor)wegkant van het raster. Ze lopen van maaiveld geleidelijk in hoogte op tot de hoogte van het raster zelf of tot een hoogte van minimaal 1,00 meter in geval van hogere rasters. Dieren die aan de (spoor)wegzijde van het raster zijn beland kunnen via de heuvel naar de veilige kant terugkeren. Een komvormige verlaging aan de veilige zijde voorkomt dat grotere soorten (ree, edelhert etc.) via de insprong op de weg kunnen komen.
- Insprongen kunnen 'dubbel' (oploopbaar vanaf beide kanten) of enkelvoudig worden aangebracht. In geval van enkelvoudige insprongen dient de oriëntatierichting van de oploopheuvel van opeenvolgende insprongen telkens te wisselen.
- Insprongen en terugkeerluiken kunnen in één constructie worden gecombineerd. Het terugkeerluik bevindt zich dan onder in de schans van de inloop in een soort tunneltje.

Werkpoorten

- Werkpoorten moeten goed aansluiten op het raster.
- Als het raster dient om kleine diersoorten tegen te houden, dan moet de constructie van de werkpoort aan dezelfde eisen als het raster voldoen. De poorten mogen geen openingen hebben die groter zijn dan de maaswijdte van het raster waar ze op aansluiten.



Een terugkeervoorziening voor wild zwijn



Een terugkeervoorziening voor soorten tot het formaat das/vos



Insprong in raster (Bron: Bert Stegehuis, RWS)



Insprong voor uitsluitend kleine soorten (Bron: ProRail)



Rubberen flappen aan een werkpoort, zowel onderaan als opzij aan de scharnierkant (Bron: Jan Dirk Buizer, Bureau Waardenburg)

- Om spoorvorming onder de werkpoort te voorkomen, waardoor kleine dieren op den duur onder de poort door kunnen, moet de poort zijn voorzien van een betonnen drempel ('dorpel').
- Rubberen flappen aan de werkpoorten, zowel onderaan als opzij aan de scharnierkant, voorkomen kieren waar kleine diersoorten doorheen kunnen.
- Werkpoorten dienen na gebruik direct te worden gesloten! Dit betekent dat ze voorzien moeten zijn van een degelijke, eenvoudige sluiting die met één hand bediend kan worden. Indien ze één nacht open blijven staan, kunnen de gevolgen vanwege de geleidende werking van het raster desastreuus zijn.

Wildroosters

In plaats van werkpoorten kunnen ook wildroosters als doorgang voor mensen en verkeer in rasters worden gebruikt. Wildroosters houden, mits juist gedimensioneerd, echter alleen grotere zoogdieren en (begrazings-) vee tegen. Aandachtspunten bij wildroosters zijn:

- Wildroosters bestaan uit een betonnen onderbouw met een rooster. De uitvoering van het rooster is afhankelijk van de belasting en de doelsoorten.
- De lengte in de rijrichting bedraagt voor:
 - Wild zwijn (zwartwild): 2,10 meter.
 - Hert en ree (roodwild): 4,20 meter.
- Het wildrooster dient goed aan te sluiten op het aanpalende raster. De eindpaal van het raster mondt uit op de rand van de roosterbak en staat daar haaks op een geleide-hekwerk met rood/wit-reflectoren strak langs het wildrooster (de zogenaamde 'roostervleugels').
- Bij een wildrooster staan altijd waarschuwborden, een klappoort en - alleen als nodig - een werkpoort voor aangespannen wagens.
- Middelgrote zoogdieren als dassen en marterachtigen laten zich door traditionele wildroosters, met ronde buizen, niet tegenhouden. Smalle staven werken beter.
- Het is mogelijk om een wildrooster te combineren met een faunapassage voor met name kleinere diersoorten (bijvoorbeeld egel, reptielen en amfibieën). De wanden van de onderbouw aan weerszijden van de weg zijn dan door middel van bijvoorbeeld een stuk faunabuis of enkele betonelementen verbonden met het achterland via inloopkuilen. Doordat de onderbouw vrijwel altijd gevuld is met een zekere hoeveelheid bladmateriaal en er altijd sprake is van grote lichtdoorlatendheid (die zelfs vegetatie tot ontwikkeling laat komen) is een dergelijke combinatie van wildrooster en faunapassage ook zeer geschikt voor zonminnende dieren als reptielen.
- Kleine diersoorten kunnen in een wildrooster vallen. Daarom moet in de onderbouw een uitklimgmogelijkheid worden aangebracht. Uit onderzoek (Freese 2011) blijkt dat voor amfibieën een begroeiingsmat, zoals gebruikt op vijfverbodems, het meest effectief is: 80% van de dieren lukte het om de put te uit te klimmen. Voordeel van de begroeiingsmat is dat het verticaal tegen de wand wordt bevestigd en daardoor weinig ruimte in beslag neemt. Voor andere kleine diersoorten (hagedissen, muizen en dergelijk) is een schuin oplopende loopstrip nodig.
- De uitklimvoorziening moet uiteraard zo worden geplaatst dat de dieren de onderbouw aan de veilige kant van het raster verlaten en niet alsnog op de weg uitkomen.

Aandachtspunten

- Het nadeel van rasters, schermen en wanden is dat ze de barrièrewerking van de infrastructuur versterken. Het aanbrengen van rasters dient daarom in beginsel gepaard te gaan met het aanbrengen van goed functionerende faunapassages.
- Langs spoorwegen is het gebruikelijk om lange trajecten te voorzien van hekwerken om mensen van het spoor te weren. Deze hekwerken vormen een barrière voor alle middelgrote en grote grondgebonden diersoorten. De volgende aanbevelingen worden gedaan om, indien gewenst, de barrièrewerking van de hekken te verminderen.
 - Standaard is de open ruimte onder de hekwerken 0,05-0,15 meter. Door 0,15 meter te gebruiken wordt de barrièrewerking voor



Raster sluit goed aan op het wildrooster. Er is een terugklappoortje voor wandelaars en de palen naast het rooster zijn rood-wit gemarkeerd (Bron: Arfman)



Een wildrooster voor dassen en andere marterachtigen (Bron: Arfman)



Een reeëngoot onder het hek langs het spoor (Bron: ProRail)



Het raster sluit niet goed aan op het wildrooster. Er is ruimte waar dieren tussen de paal en het raster door kunnen glippen

amfibieën, reptielen en kleine zoogdieren als (spits)muizen, egel en kleine marterachtigen opgeheven.

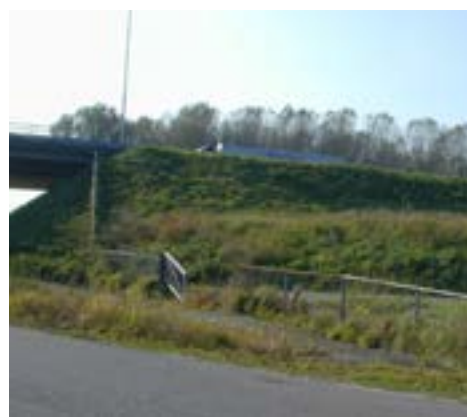
- Lokaal kunnen grotere doorgangen onder in het hekwerk gewenst zijn, voor soorten als das en vos. De dimensies van deze doorgangen moeten echter menswerend blijven en komen in die zin overeen met de dimensies zoals toegepast bij planken over sloten.
- In de Oostvaardersplassen wordt lokaal onder in het hekwerk een open ruimte van 0,40 meter hoog gehanteerd (en tot 3-4 meter lang) om de reeën heen en weer te laten kruipen en edelherten en grote grazers binnen te houden.
- Voor het opheffen van de barrièrewerking van hekwerken op trajecten waar het passeren van de spoorlijn door hertachtige en wilde zwijnen wenselijk is, zullen grootschaligere faunapassages moeten worden gerealiseerd, zoals [Grote faunatunnels](#), [Viaduct met medegebruik door fauna](#), of [Ecoduct \(of landschapsbrug\)](#).
- Bij spoorwegen is het van extra groot belang dat insprongen niet aan de verkeerde kant van het hekwerk (achterlandzijde) worden gerealiseerd, omdat het zeer onwenselijk is dat mensen via deze constructies op de spoorbaan belanden.
- Besteed bij de aanleg van rasters vooral aandacht aan de 'zwakste schakels' waar kieren in het raster kunnen blijven, zoals zijwegen, wildroosters etc.
- Veel rasters functioneren niet omdat de aansluitingen op viaducten, duikers etc. niet 'naadloos' zijn en gaten of kieren vertonen. Rasters dienen goed aan te sluiten op de aanwezige faunapassages, viaducten etc. Met name voor kleine soorten als reptielen en amfibieën dient de aansluiting 'naadloos' te zijn, omdat kieren en gaten zo groot als de dieren zelf (klein dus) de geleiding al tenietdoen. Dieren kruipen er gemakkelijk doorheen, met name omdat ze geneigd zijn geleidende elementen zeer strak te volgen. Dit probleem is te voorkomen door een metalen hoekprofiel of standaard muuraansluiting op het kunstwerk te bevestigen en daar gaas aan te maken.
- Rasters mogen uiteraard de faunavoorzieningen onder/over de infrastructuur niet blokkeren.
- Een door derden geplaatst raster, dat niet op eigen grond staat, waartegen niet is opgetreden, kan via jurisprudentie worden gelegaliseerd.
- Pas bij doorgangen voor recreanten klaphekken toe, zodat deze niet open blijven staan.
- Leg een wildrooster niet direct na een bocht aan in verband met skeelers, fietsers en andere kwetsbare weggebruikers. Houd een afstand aan van minimaal 5 meter aan, zodat fietsers en motorrijders weer recht op hun voertuig zitten, breng geleidehekken aan met rood/wit-reflectoren en plaats een waarschuwbord.
- Let op dat schrikdraad dat wordt toegepast als veekering, niet in de buurt van passages voor edelherten wordt geplaatst. Edelherten reageren sterk op schrikdraad en mijden vervolgens de locatie. Het is onbekend of andere soorten ook zo op schrikdraad reageren.
- Let op dat schrikdraad in natuurgebieden met vee niet te laag wordt aangebracht in verband met de kalveren. Een dubbele spandraad op een hoogte van 60 cm en 120 cm houdt het vee tegen, maar weerhoudt de wilde soorten niet (ree kruipt onder het raster door en springt er overheen, overige soorten lopen er onderdoor).

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

- Om inspectie te vergemakkelijken kunnen bij lagere rasters opstapjes aan weerszijden van het raster worden aangebracht. Dit verkleint tevens de kans op beschadiging door overklimmen. Overstapplankjes kunnen ook worden toegepast bij kruising van (struin)paden.
- Vrijwel altijd blijft bij machinaal (maai)beheer een smalle strook ruigte langs het raster staan om beschadigen van het raster te voorkomen. Deze strook vormt, naast het raster zelf, een natuurlijke geleiding. Echter, als de vegetatie tegen of door het raster groeit kunnen dieren via de vegetatie over het raster klimmen. Dit moet te allen tijde worden voorkomen.
- Draaiende elementen in rasters mogen niet worden belemmerd door vegetatie. Rond dassenpoorten en werkpoorten is dus regelmatige inspectie en een hoge maaifrequentie vereist. Indien vervanging van dassenpoorten aan de orde is, kan worden gekozen voor minder kwetsbare ontwerpen.
- Aandacht voor eigendom: liefst op grond van de wegbeheerder in verband met het onderhoud en winst in ruimte voor fauna (kortere passages, meer bermoppervlak).
- Wordt het beheer van het raster aan de burens overgelaten, dan contractueel afspraken maken over beheer en onderhoud. Vormt het raster tevens de perceelscheiding van de burens of heeft het raster ook een veekerende functie, dan moet het contract ook ingaan op schade door landbouwvoertuigen en vee.
- Op naleving van het contract moet handhaving plaatsvinden. Een kosten/batenanalyse (handhaving, risico niet naleven afspraken/contract, versus minder ongemak bij maaien smalle stroken) moet duidelijk maken wat gewenst is.
- Plaats rasters zodanig dat inspectieputten vanaf de wegwijk kunnen worden geïnspecteerd.
- Rasters zodanig plaatsen dat slootonderhoud mogelijk is.
- Bij gecombineerde rasters zorgen voor een onderhoudscontract met daarin wie eigenaar is en wat de verplichtingen zijn. Let op de aansprakelijkheid. In het algemeen beheer en onderhoud zo veel mogelijk neerleggen bij de lokale natuurbeheerders (gebruikelijk in Vlaanderen).
- Op locaties waar publiek veel in contact komt met het raster is vaker inspectie nodig.



Let op tekenen waar dieren proberen onder het raster door te gaan



Let op werkpoorten die niet zijn gesloten. Wat is de oorzaak? Nalatigheid of slecht werkend

- Inspectiefrequentie:

Bij Rasters voor grote- en middelgrote zoogdieren: één keer per zes maanden in maart en september.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Bij Rasters voor kleine zoogdieren: één keer per drie maanden in februari, mei, augustus en november.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Rasters voor grote- en middelgrote zoogdieren (Zoals wilde zwijnen, edelherten en reeën)	
Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Minimale hoogte raster nog intact? (afhankelijk van doelsoort)	Aanpassen
Schade: zoals gaten in draadwerk en scheefstand palen. Mogelijk schade door maaien en landbouwactiviteiten	Herstellen en rechtzetten; eventueel onderdelen vervangen.
Bevestiging en spanning punt- en spandraden	Verbeteren
Stevigheid (niet eenvoudig om te duwen) en verankering in de grond (eventuele uitspoelingen grond)	Verbeteren
Zwerfvuil en obstakels	Ruimen zwerfvuil en obstakels verwijderen
Aansluiting op faunapassage en wildroosters	Zorgen voor/herstellen aansluiting zodat doelsoorten niet kunnen passeren
Ingewaaid blad en vuil in wildroosters	Rooster en onderliggende put schoonmaken
Begroeiing (vooral houtige gewassen) vlak langs het raster.	Vegetatie die raster overgroeit verwijderen.
Aanwezigheid en hoogte uitklimvoorziening voor kleine dieren (onder rooster)	Uitklimvoorziening aanbrengen, herstellen of verbeteren. (uittreeplaats moet tot bovenaan raster reiken; insprong moet gelijk zijn met maaiveld)
Vegetatie op/achter de uittreeplaats of insprong	Beplanting/vegetatie die de doorgang belemmert, verwijderen
Stabiliteit rooster/frame (i.v.m. de verkeersveiligheid)	Verbeteren
Openen en sluiten werkpoorten	Openstaande poort sluiten; zorgen voor zelfsluitende poort
Openen en sluiten Zwijnenpoort	Hang- en sluitwerk herstellen
Vandalisme (bijvoorbeeld het doorknippen van rasters)	Melden bij handhavers

Rasters voor kleine tot middelgrote zoogdieren (zoals hazen, konijnen, otters, dassen en egels)	
Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Minimale hoogte raster nog intact? (afhankelijk van doelsoort)	Aanpassen
Schade: gaten in draadwerk en scheefstand palen). Mogelijk schade door maaien en landbouwactiviteiten	Herstellen en rechtzetten; eventueel onderdelen vervangen.
Bevestiging en spanning punt- en spandraden	verbeteren
Ingraving (let op ondergravingen)	Zorgen voor ingraving van minimaal 20 cm
Zwerfvuil en obstakels	Ruimen zwerfvuil en obstakels verwijderen.
Aansluiting op faunapassage	Zorgen voor/herstellen aansluiting zodat doelsoorten niet kunnen passeren
Begroeiing (vooral houtige gewassen) vlak langs het raster.	Maaien, snoeien of verwijderen. Neem het verwijderen van begroeiing mee in het reguliere bermbeheer.
Toegankelijkheid terugkeerluik	Ingespoeld zand en begroeiing/obstakels verwijderen. Verwijderen begroeiing meenemen in regulier bermbeheer
Aanwezigheid van betonnen plaat bij terugkeerluik (om ontwikkeling van vegetatie te voorkomen); goede aansluiting van luik op plaat	Plaat aanbrengen en zorgen voor goede aansluiting
Bevestiging scharnieren en frame terugkeerluik	Verbeteren
Aanwezigheid dwarsraster bij terugkeerluik ; goede aansluiting dwarsraster op poortje en hoofd raster	Dwarsraster plaatsen en zorgen voor een goede aansluiting
Aanwezigheid en hoogte uittreeplaats	Uitreeplaats/ insprong ophogen (uittreeplaats moet tot bovenaan raster reiken; insprong moet gelijk zijn met maaiveld)
Beplanting/vegetatie op en achter de uittreeplaats/insprong	Beplanting/vegetatie die de doorgang belemmert, verwijderen
Aanwezigheid van uitspoelingen	Aanvullen met grond
Vandalisme (bijvoorbeeld het doorknippen van rasters)	Melden bij handhavers

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.1.5.2 FAUNASCHERM/GELEIDEWAND

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	OO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	OO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	GO	
Vleermuizen	X	
Vogels	X	
Reptielen	GO	
Amfibieën	GO	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	



Faunascherm bij gemeente Westerveld (Bron: ACO)

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doelen

Schermen, geleidewanden en [Faunarasters](#) worden gebruikt om te voorkomen dat dieren de (spoor)weg opgaan en slachtoffer worden van het verkeer of schade aan voertuigen berokkenen. Schermen en geleidewanden kunnen tegelijkertijd dienen als geleidende structuren naar faunapassages die de dieren de mogelijkheid bieden infrastructuur veilig te kruisen (tunnels, ecoducten en dergelijke).

Schermen en geleidewanden zijn bedoeld om kleine diersoorten van de (spoor)weg te houden. Moeten langs hetzelfde traject ook grote(re) soorten worden tegengehouden, dan kunnen schermen of geleidewanden met [Faunarasters](#) worden gecombineerd.

Ontwerp en afmetingen

- Veel van de beschrijving van [Faunarasters](#) is ook van toepassing op schermen en geleidewanden. Belangrijk verschil is dat schermen en geleidewanden dicht zijn, zodat ook kleine dieren er niet doorheen kunnen. Bovendien zijn die moeilijker voor kleine dieren om overheen te klimmen.
- Het materiaal van het scherm of geleidewand is bij voorkeur staal of beton. Kunststof is onderhoudsgevoeliger en minder duurzaam en daardoor niet geschikt voor permanente op zichzelf schermen. Schermen als onderdeel van een raster (zie de gecombineerde hekwerken in de [vorige paragraaf](#)) kunnen wel van plastic zijn. Dit moet dan minimaal 3 mm dik zijn.
- Bij schermen bevestigd aan palen moeten de palen aan de (spoor)wegkant staan.
- Aan de wildkant (= van de weg afgerichte zijde) moet het oppervlak glad zijn, met zo min mogelijk uitstekende delen (denk aan de nagels waarmee schermen aan palen worden bevestigd). De gladheid maakt het scherm/geleidewand moeilijker beklimbaar voor de dieren.
- Hoogte van schermen en geleidewanden: minimaal 0,6 m boven maaiveld. Zie ook de tabel in de [vorige paragraaf](#) en in [bijlage 5](#).
- Het scherm of geleidewand dient tot 0,2 m te worden ingraven. De bovenzijde van het scherm/geleidewand moet naar de wildzijde (= van de weg af gericht) worden omgebogen.



Kunststof is alleen geschikt voor tijdelijk schermen. Let op dat de palen aan de wegkant van het scherm staan

- Zeer robuuste stalen geleidewanden voor amfibieën bestaan uit stalen wanden (2,5 mm dik) opgebouwd uit elementen van 4 meter lang en 60 cm hoog. Bovenin wijkt de wand 6 cm terug naar de wildzijde en ook nog eens 4 cm naar beneden. Onderin bevindt zich een stalen platform van 20 cm breed aan de wildzijde. De staalementen zijn met elkaar verbonden door strakke dubbele U-profielen.
- Aan de uiteinden moet het scherm/geleidewand afbuigen om dieren te dwingen terug te gaan. De maximale hoek die de keerwand hierbij mag hebben ten opzichte van de trekrichting is 60°. Optimaal is 45°.
- Schermen dienen net als rasters ruim voorbij het gebied met de faunaslachtoffers door te lopen. Bij voorkeur tot buiten de biotoop van de doelsoort(en).
- Moet het scherm zo ver doorlopen dat het zijwegen kruist, dan moet onder de zijweg een [kleine faunatunnel](#) of een [amfibietunnel](#) worden aangelegd.



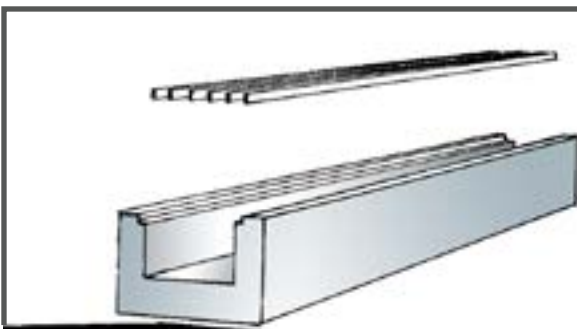
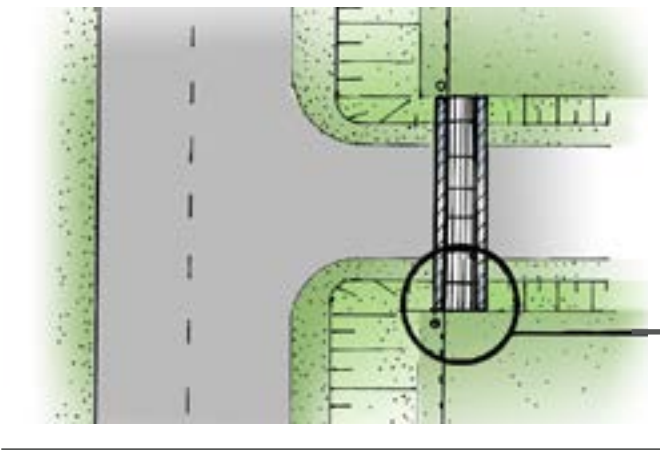
Een gebogen scherm is moeilijker voor kleine dieren om overheen te klimmen



Aan het einde van stalen geleidewanden worden vaak U-vormige constructies toegepast (Bron: ACO)



Vegetatie mag niet tegen of over het scherm groeien, want dan kunnen de dieren via de planten over het scherm klimmen



Ontwerpoplossing voor zijweg; aansluiting scherm of betonwand op roostertunnel



(Bron: ACO)

Aandachtspunten

- Omdat ze klein zijn worden schermen en geleidewanden vaak over het hoofd gezien. Ze zijn daardoor gevoelig voor beschadigingen en gebrekkig onderhoud. Daarom is het adagium: Hoe robuuster, hoe duurzamer. Enkele voorbeelden:
 - Van de toegepaste 'dichte materialen' heeft worteldoek een te grillige structuur waar kleine dieren makkelijk overheen klimmen. Bovendien is het zeer kwetsbaar – evenals folie waar dieren iets moeilijker overheen klimmen – en vergt daardoor veel onderhoud. Gebruik van worteldoek en folie wordt sterk afgeraden.
 - Kunststofrasters (HDPE-platen) voor amfibieën en reptielen zijn als gevolg van temperatuurveranderingen sterk onderhevig aan krimp en uitzetting, met kieren en scheuren tot gevolg. Als permanente faunavoorziening zijn ze niet geschikt. Ze kunnen wel tijdelijk worden gebruikt, bijvoorbeeld tijdens de aanleg of aanpassing van een (spoor)weg. Beschadigingen door krimp en uitzetting kunnen dan worden voorkomen door de HDPE-platen aan elkaar te bevestigen met bouten en moeren in slobgaten: ovale sleuven waarin de bouten en moeren bij uitzetting of krimp meebewegen.
 - Beton en polyesterbeton zijn relatief duurzaam, maar eveneens kostbaar en reparaties zijn niet eenvoudig. Ook staalplaat is kostbaar en enigszins gevoelig voor diefstal, maar vormt samen met (composiet)beton veruit de meest geschikte geleidewand voor reptielen en amfibieën vanwege de duurzaamheid (die compenseert voor de initiële kosten). Diefstal kan worden voorkomen door de staalplaten in de grond te trillen.
- Houten platen zijn als amfibiekering minder geschikt, want het is ruw (overklimbaar), brandbaar en dus vandalismegevoelig.



Wel langs scherm gemaaid, maar maaisel laten liggen, zodat dieren alsnog over het scherm kunnen klimmen en tevens de ingang van de tunnel wordt geblokkeerd (Bron: Nico Jonker, Provincie Noord-Holland)

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

- Inspectiefrequentie: één keer per zes maanden december-januari en juni-juli.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Schade (vooral jonge amfibieën maken gebruik van de kleinste kieren en gaten). In de winter letten op schade door sneeuwschuivers	Schade herstellen
Scherf goed ingegraven	Zorgen voor ingraving van minimaal 10 cm
Naadloze aansluiting op tunnel	Aansluiting verbeteren
Hoogte minimaal 50 cm	Aanpassen
Aanwezigheid van stop- of terugkeerelementen aan het eind	Aanbrengen stop- en terugkeerelementen
Overgroeiing door vegetatie	Vegetatie die het scherm overgroeit verwijderen
Zwerfvuil en obstakels	Ruimen zwerfvuil
Overgroeiing van looppad	Verwijderen, zodat de doorgang niet belemmerd wordt, maar er wel dekking is tegen roofdieren
Obstakels op looppad	Obstakels verwijderen
Wateroverlast op looppad (bij voorkeur heeft het pad een hellend verloop)	Tegengaan, bijvoorbeeld door de helling van het pad te wijzigen
Passeerbare breedte looppad, van tenminste 30 cm vanaf het scherm	Twee keer per jaar maaien en maaiselafvoeren

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.2 REDUCEREN STERFTE DOOR VERDRINKING

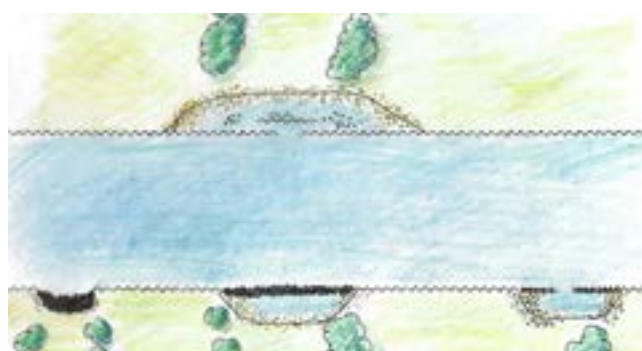
9.1.2.1 NATUURVRIENDELIJKE OEVERS

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	GO	
Vleermuizen	X	
Vogels	GO	
Reptielen	GO	
Amfibieën	GO	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	



Natuurvriendelijke oever



Tegenover elkaar liggende natuurvriendelijke oevers maken een kanaal passeerbaar voor landgebonden dieren

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

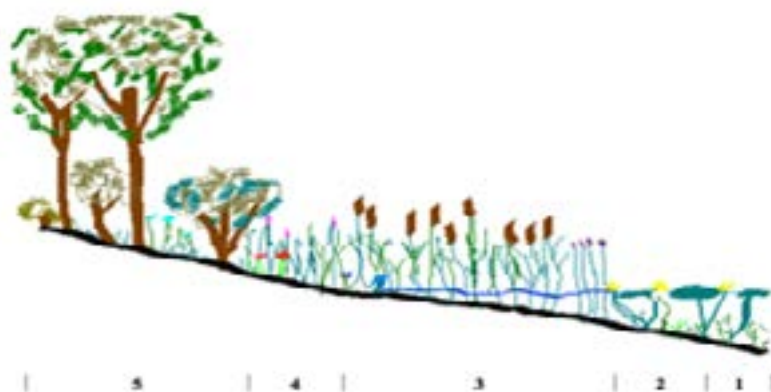
Algemene beschrijving en doel

Door kanalisatie vormen veel watergangen in Nederland een barrière voor fauna. Door de steile oevers kunnen dieren, als ze te water geraken, niet meer op de kant komen. Natuurvriendelijke oevers (NVO) bieden hiervoor een oplossing. Bij NVO's worden de steile oevers afgevlakt, zodat een flauw oplopend talud ontstaat. Bij de aanleg van een NVO wordt ruimte gegeven aan de oever voor een gevarieerde vegetatieontwikkeling met onder andere oeverplanten die de oever kunnen vastleggen. Tevens biedt de NVO leefruimte aan dieren en kan het vanwege het flauwe talud als uitstapplaats fungeren. De inrichting van de oever is sterk bepalend voor de soorten en processen en is, omdat lokale omstandigheden verschillend zijn, altijd maatwerk waarbij de relatie tussen inrichting en beheer cruciaal is.

Behalve het redden van te water geraakte dieren kunnen NVO's een kanaal voor landdieren passeerbaar maken, door twee NVO's tegenover elkaar aan weerszijden van een kanaal aan te leggen. Anderzijds kunnen watergebonden dieren via een keten van NVO's een kanaal als trekroute gebruiken. In de NVO's kunnen ze tot rust komen voor ze de volgende meters of kilometers langs de beschoeide kanaaloevers afleggen.

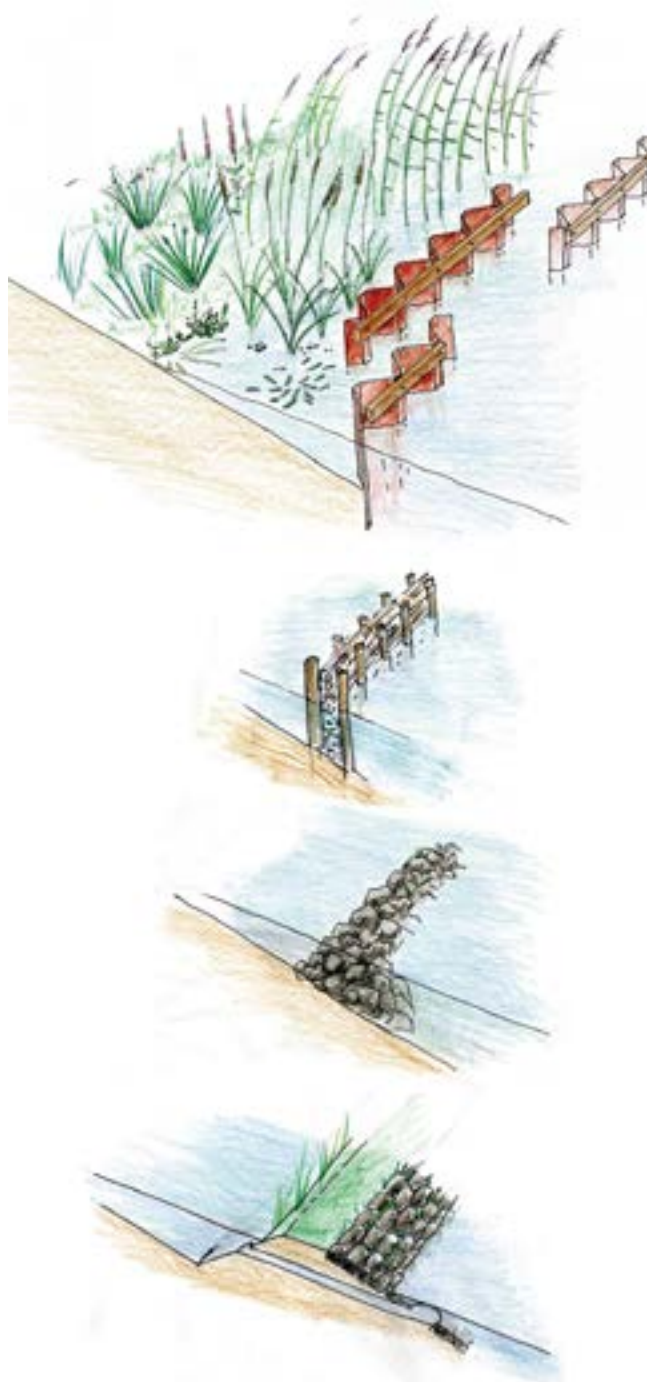
Ontwerp en afmetingen

- Een NVO bestaat uit vijf verschillende zones:
 1. Diep water met voornamelijk ondergedoken (submerse) waterplanten.
 2. Ondiep water met drijfbladplanten en soms ook diep groeiende helofyten⁵, oftewel deels ondergedoken (emerse) waterplanten.
 3. De zone rond de waterlijn die vaak gedomineerd wordt door helofyten.
 4. De zone boven de hoogwaterlijn waar het grondwater nog langdurig tot in de wortelzone reikt. Hier komen vooral ruigtekruiden voor.
 5. De zone waar grondwater hooguit in de winter tot in de wortelzone reikt, er groeit bos en struweel.



⁵ helofyten = meerjarige waterplanten met wortels in het water en de groene delen boven water. De wortels, met knoppen, zijn in staat ongunstige perioden (bijv. de winter) te overleven, terwijl de groene delen afsterven.

- Vanwege het flauwe talud is veel ruimte nodig voor een NVO. Afhankelijk van de lokale situatie wordt die ruimte landinwaarts of richting het water gezocht.
- De ruimte is onder andere nodig om het waterdeel van de NVO (zones 1 tot en met 3) breed genoeg te maken, zodat golven (van boten of wind) door de waterplanten in deze zones worden getemperd en ze de oever niet afkalven.
- Is weinig ruimte beschikbaar, dan zijn extra maatregelen nodig om de NVO te beschermen tegen de afkalvende werking van golven (van passerende boten of wind).
- De NVO moet aansluiten op leefgebieden van de doelsoorten.
- Het talud van het landdeel van de NVO (zones 4 en 5) mag niet steiler zijn dan 1:1.
- De NVO moet gebiedseigen grond worden aangelegd. Er mogen niet te veel, en ook niet te weinig nutriënten aanwezig zijn in de bodem van de NVO. Als in de bodem van de NVO te weinig nutriënten aanwezig zijn bestaat de kans dat waterplanten zich niet kunnen ontwikkelen wegens gebrek aan voedingsstoffen. Als te veel nutriënten aanwezig zijn bestaat de kans op woekering van waterplanten en fytoplanktongroei waardoor het lichtklimaat in het water verslechtert.
- De beplanting van de NVO moet uit gebiedseigen, inheemse plantensoorten bestaan.
- Obstakelvrije doorgang. Op de routes naar de NVO mogen geen obstakels/barrières voorkomen die de doorgang belemmeren of bemoeilijken. Het gaat zowel om obstakels op het land als in het water, zoals spoorbanen, greppels, hekken, vegetatie, drempels, parallelwegen of fietspaden, te grote hoogteverschillen, kabels, aangemeerde boten etc.).
- De obstakelvrije doorgang in het water is ook nodig om water door de NVO te laten stromen, zodat hier geen gebrek aan zuurstof ontstaat. Als een vooroever of andere bescherming tegen golfslag noodzakelijk is, dan moet in de locatie van openingen een optimum worden bedacht om water en dieren toegang tot de NVO te geven en tegelijkertijd de oever en de waterplanten van de NVO tegen golfslag te beschermen.
- Doorstroming van de NVO is met name in de zomer belangrijk om groei van blauwalgen te voorkomen.
- Verstoringvrije doorgang. De NVO en directe omgeving moet vrij zijn van verstoring door beweging, geluid en licht. Zo moet onder andere worden voorkomen dat de NVO door mensen wordt gebruikt als vis- of aanlegplaats.
- Houd rekening met fluctuerende waterpeilen. De NVO moet zowel bij hoge als lage waterstanden door fauna te gebruiken zijn.



Een plasberm met verschillende vormen van oeeververdediging, resp. een stalen damwand, wiepen, stortsteen en een vooroever

Aandachtspunten

- De aanleg van een natuurvriendelijke oever om fauna te helpen waterwegen over te steken kan worden gecombineerd met het realiseren van doelen van de Kaderrichtlijn Water (KRW).
- De provincie Noord-Holland heeft een [Handreiking ontwerpvoorschrift Natuurvriendelijke oevers](#) opgesteld met functionele eisen die in Design en Construct contracten (UAVgc) kunnen worden gebruikt (Wansink et al. 2016). Hierin zijn de richtlijnen voor het ontwerp van NVO's van de KRW Leidraad gecombineerd met eisen die diersoorten aan een oever stellen om het water makkelijk in en weer uit te komen.
- Bedenk dat schepen grote golven kunnen veroorzaken die de NVO kunnen beschadigen. Waar dit optreedt kan het beste een NVO met een vooroever worden aangelegd die de golven breekt (zie bovenstaande tekeningen).

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

- Een duurzame en effectieve werking van een NVO valt of staat met goed onderhoud en beheer.
- Er is bovendien een sterke relatie tussen de constructie en inrichting van een NVO en (de kosten van) onderhoud en beheer. Duurzame materialen hebben minder onderhoud nodig, makkelijk toegankelijke oevers kosten het onderhoudspersoneel minder tijd.
- Onderhoudswerkzaamheden dienen gefaseerd te worden uitgevoerd.
- Het schonen van het waterdeel (zones 1 tot en met 3) dient op een manier te gebeuren waardoor vissen en andere dieren niet tussen de kant en het materieel worden opgesloten.
- Maaien van het waterdeel (zones 1 tot en met 3) dient alleen te gebeuren als dit voor de waterafvoer noodzakelijk is.
- Maaien van de droge oever dient tot minimaal 1 meter van de oever uitgevoerd te worden.
- De meest gunstige periode om het waterdeel te schonen is september – oktober. In geval van schonen van het waterdeel in november of december dient de watertemperatuur hoger te zijn dan 10 graden Celsius. In het geval dat er meerdere keren gemaaid moet worden, dient de eerste keer na half juli plaats te vinden.
- Het maaisel moet 48 uur in de buurt van de watergang blijven, maar niet op de oever worden gedeponed. Hierdoor krijgen dieren die in de vegetatie zitten de gelegenheid uit het maaisel te kruipen, voordat het maaisel wordt afgevoerd.
- Verlanding van oevers dient te worden tegengegaan, tenzij voor een lange termijn ontwikkeling is gekozen die verlanding expliciet toestaat.
- In de zones 3 en 4 dient de ontwikkeling van bomen en struiken te worden voorkomen. Bomen en struiken leiden namelijk tot beschaduwing, waardoor waterplanten zich niet optimaal kunnen ontwikkelen. Indien houtige gewassen zich toch hebben gevestigd in de NVO dan moeten deze worden verwijderd.
- In het ontwerp van de oever dient ruimte te zijn voor machines waarmee het onderhoud wordt verricht.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.2.2 FAUNA-UITSTAPPLAATSEN (FUP)

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	GO	
Vleermuizen	X	
Vogels	GO	
Reptielen	GO	
Amfibieën	GO	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doel

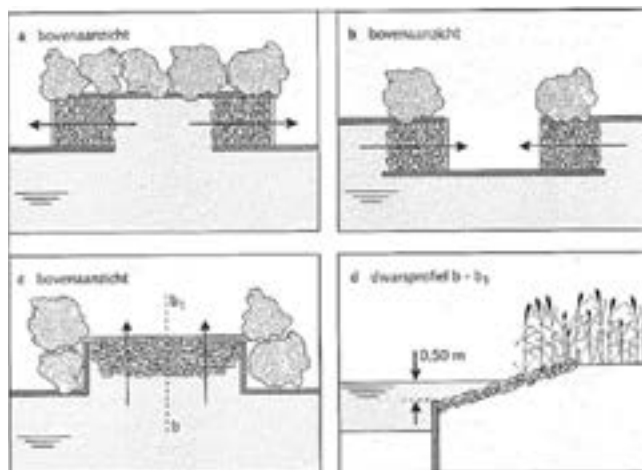
In wateren met steile oevers is het voor landgebonden dieren (zoogdieren, reptielen, insecten), maar ook voor amfibieën en kuikens van watervogels moeilijk om aan land te komen als ze – per ongeluk – te water geraken. Dit vormt niet alleen voor het individuele dier een bedreiging (verdrinking), maar kan er ook toe leiden dat dieren wateren met steile oevers niet over (kunnen) steken en populaties zodoende van elkaar gescheiden blijven of nieuwe gebieden niet kunnen worden gekoloniseerd.

Om verdrinking te voorkomen kunnen [natuurvriendelijke oevers \(NVO's\)](#) of faunauittreed-plaatsen (FUP's) worden aangelegd. FUP's worden toegepast waar geen ruimte voor een NVO is. Een FUP bestaat meestal uit een inham met een flauwe oever. Vanwege de geringe ruimte is de oever verhard om erosie te voorkomen. Een FUP kan ook bestaan uit een trap tegen de oorspronkelijke damwand.

Om de barrièrewerking van een kanaal op te heffen worden faunauittreedplaatsen ook bewust aangelegd op plekken waar een verbinding tussen gebieden aan weerszijden van het kanaal noodzakelijk is. Door op beide oevers van het kanaal een FUP aan te leggen kunnen dieren (meestal zoogdieren) het kanaal oversteken.

Ontwerp

- FUP's worden bij voorkeur aangelegd op plaatsen waar stuwende of geleidende structuren bij de watergang uitkomen. Denk daarbij aan hagen, houtwallen en -singels, bosranden, hekken en dergelijke. Enerzijds zijn dit de plekken waar de kans het grootst is dat dieren in het water geraken. Anderzijds oriënteren in het water geraakte dieren zich op structuren op de oevers bij het zoeken naar een plek waar ze weer aan land kunnen komen.



Schematische tekening van faunauittreedplaatsen met verharde flauwe oevers (Bron: Oord 1995)



Een faunauittreedplaats van type b (Bron: Oord 1995)

- Er worden verschillende soorten FUP's toegepast. Grote FUP's bestaan bijvoorbeeld uit een extra stuk damwand vóór de eigenlijke beschoeiing, waarachter vervolgens een berg keien en grond is gestort op een dermate manier dat een glooiende klimheuvel ontstaat die reikt tot het niveau van de verharde kanaalkade.
- Het gebruik van uitsluitend keien of basaltblokken wordt afgeraden, omdat uitgeputte reeën dan de poten kunnen breken en omdat een berg stenen minder geschikt is als FUP voor kleine soorten als amfibieën.
- Het gebruik van uitsluitend grond is een goede optie als de kans op erosie minimaal is (bijvoorbeeld wateren zonder scheepvaart of sterke stroming). Doorgaans is een combinatie van keien en grond aan te raden.
- Faunatrappen vormen een goed alternatief als kleine uitstapconstructie, maar zijn voor grotere soorten als ree en wild zwijn minder geschikt.
- Voor FUP's geldt: Hoe breder, hoe beter, maar een FUP van 1 meter breed wordt ook gebruikt.
- Een afwisseling van grote (circa 5 meter brede) en kleine FUP's (bijvoorbeeld faunatrappen) op een onderlinge afstand van maximaal 300 m voor grote diersoorten en maximaal 50 m voor kleinere soorten als egel wordt aangeraden.

Aandachtspunten

- Voorzie een FUP van (achterliggende) beplanting. Dit geeft de uitgeputte dieren dekking en rust na het uitklimmen. In open gebieden waar de aanleg van opgaande bosjes onwenselijk is, is riet of lisdodde een alternatief.
- Watergangen vormen soms provinciegrenzen. In dat geval is afstemming tussen de provincies nodig om ervoor te zorgen dat FUP's aan beide zijden van de watergang tegenover elkaar komen te liggen.
- FUP's worden bij voorkeur aangelegd op plekken waar een verhoogde kans bestaat op het te water geraken van dieren, bijvoorbeeld waar houtwallen uitkomen op een kanaal, langs bosranden of in de nabijheid van bestaande wildwissels. Niet zelden zijn dergelijke locaties bekend bij lokale jachtopzichters, faunabeheereenheden, dierenambulances, de brandweer etc. Navraag bij deze instanties kan veel nuttige informatie opleveren bij het vaststellen van specifieke knelpunten.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

Niet beschikbaar

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.3 REDUCEREN STERFTE DOOR ELEKTROCUTIE

9.1.3.1 ALTERNATIEVE ZITPLEKKEN VOOR VOGELS

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	X	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	X	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	X	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	GO	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Een ooievaarsnest op de bovenleiding van het spoor (Bron Pascal Peterman)

Algemene beschrijving en doel

De masten waar de bovenleidingen van spoorwegen aan zijn bevestigd, zijn ideale plekken voor vogels om te rusten of de omgeving op potentiële prooien af te zoeken. Soms worden hier nesten gebouwd. Vooral de grote soorten, zoals ooievaars, lopen dan gevaar geëlectrocuteerd te worden. Er zijn drie manieren waarop elektrocutie kan worden voorkomen:

- De masten zo maken dat vogels er niet op kunnen zitten.
- Zorgen dat de elektrische delen ver uit elkaar staan, minimaal 60 cm.
- Zoveel mogelijk elektrische delen nabij de masten isoleren.
- Alternatieve zitplaatsen of nestplaatsen aanbieden die ruim boven de bovenleiding uitsteken.

Een nest van een grote vogels, zoals een ooievaar, op de bovenleiding wordt bij voorkeur voorkomen. Naast gevaar voor de vogels levert het ook gevaar voor het treinvervoer, bijvoorbeeld als takken of jongen uit het nest op het spoor vallen. Dit geldt overigens ook als het nest op een portaal over een rijksweg ligt, wat ook wel eens gebeurt. Lange metalen pinnen verticaal op de mast geplaatst, kunnen het bouwen van nesten voorkomen. Hier wordt alleen ingegaan op het aanbieden van alternatieve zit- en nestplaatsen.

Ontwerp

- De effectiviteit van alternatieve zit- en nestplaatsen verschilt per vogelsoort. Kleine vogels, bijvoorbeeld torenvalk, kunnen op veel plaatsen in de mast zitten, terwijl grotere soorten, zoals buizerd en ooievaar, het hogerop kiezen. Voorafgaand aan het aanbrengen van alternatieve rust- en nestplaatsen moet dus worden onderzocht welke vogelsoort problemen veroorzaakt.



Platform voor ooievaar op elektriciteitsmast

- Alternatieve nestplaatsen zijn in feite de kunstnesten die ook elders worden gebruikt, zoals de wagenwielen of andere platforms voor ooievaars en nestkasten voor torenvalken. Door deze in de buurt van de masten te plaatsen waar de vogels voorheen broedden, wordt hen een alternatief aangeboden. Tegelijkertijd moeten op de masten maatregelen worden genomen om het bouwen van nesten daar te voorkomen, zoals het aanbrengen van pinnen op de horizontale delen van de masten.
- Voor de alternatieve rustplaatsen zijn twee oplossingen mogelijk:
 - Er worden palen met horizontale zitstokken in de buurt van de masten geplaatst; vergelijkbaar met [zitpalen voor uilen en roofvogels](#). Tegelijkertijd worden op masten maatregelen genomen om rustende vogels te weren, zoals het aanbrengen van pinnen op de horizontale delen van de masten.
 - Boven op de masten worden extra metalen staven aangebracht die als zitplaats kunnen dienen, maar er tevens voor zorgen dat de vogels ver genoeg van de kabels zitten om elektrocutie te voorkomen. Soms worden op de extra staven platforms bevestigd, zodat ooievaars hier wel een nest kunnen bouwen, maar ver genoeg boven de bovenleiding zitten om niet geëlektrocuteerd te worden.

Aandachtspunten

n.v.t.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

Niet beschikbaar

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.4 REDUCEREN STERFTE DOOR DOODVLIEGEN

9.1.4.1 MARKERING TRANSPARANTE GELUIDSCHERMEN

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	X	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	X	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	X	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	GO	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Een transparant geluidscherm met strepen om sterfte onder vogels te voorkomen (Bron: Johan de Bijl, RWS)

Algemene beschrijving en doel

Vogels blijken niet altijd in staat om glas te herkennen als een barrière, waardoor ze er tegenaan vliegen en zich verwonden of zelfs overlijden. Om dit te voorkomen zijn er allerlei middelen bedacht om een transparant scherm voor vogels zichtbaar(der) te maken. In de [paragraaf 9.3.1.1](#) Geluidsschermen wordt hierop ingegaan.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.4.2 VERLAGEN KANS OP AANVARING MET BOVENLEIDING SPOORWEG

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	X	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	X	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	X	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	GO	
Vogels	GO	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	



Zwanenlinten (Bron: ProRail)

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doel

In open gebieden met veel zwanen en/of ganzen hebben opvliegende vogels de neiging om onder de bovenleiding van spoorwegen door te vliegen in plaats van er overheen. Op geconstateerde knelpunten (regelmatig aanrijdingen vogel – trein) kunnen gekleurde linten (ook wel zwanenlinten genoemd) worden gespannen om de vogels te dwingen de hoge, veilige route over de bovenleiding te nemen. Eventueel kunnen knotwilgen (schietwilgen) of struiken langs de spoorlijn worden aangeplant op hardnekkige knelpunten die de functie van de linten dan na enkele jaren overnemen (vogels vliegen over de bomen en daarmee ook over de bovenleiding). Hetzelfde kan waarschijnlijk worden bereikt met schermen (zie [paragraaf 9.1.1.3.3](#) Netschermen), maar bomen zijn een meer duurzame oplossing. Voor vleermuizen voldoen schermen en schuttingen (zie [paragraaf 9.1.1.3.3](#) Netschermen) waarschijnlijk beter, omdat zij tussen de linten door kunnen vliegen.

Ontwerp (zie ook richtlijn RLN00224, ProRail 2005)

- Op aarden banen worden bij voorkeur bomen geplant om zwanen te dwingen hoog over de bovenleiding te vliegen. Palen met linten zijn hier een tijdelijke oplossing.
- Voor het functioneren van de knotwilgen als anti-zwanenvoorziening is een aaneengesloten rij bomen noodzakelijk. De hart-op-hart afstand van de te plaatsen knotwilgen bedraagt 4,0 m.
- De tijdelijke constructie op de aarden baan bestaat uit gewolmaniseerde rondhouten palen met een minimale diameter van 0,12 m en een lengte van minimaal 3,0 m boven BS. De onderlinge hart-op-hart afstand van de palen is 3,0 m.
- Op kunstwerken moeten de linten aan ronde geanodiseerd aluminium palen worden bevestigd. De palen hebben een lengte van minimaal 3,0 m boven BS. De onderlinge hart-op-hart afstand van de palen is 3,0 m.
- Het lint dat tussen de palen wordt gespannen is 0,04 – 0,06 m breed, groen van kleur en moet in de lengterichting voorzien zijn van roestvast stalen draden (z.g. schriklint).

Aandachtspunten

- Als knotwilgen gewenst zijn moet men hiervoor de schietwilg (*Salix alba*) gebruiken. De katwilg is niet geschikt om te knotten. Katwilg en grauwe wilg zijn daarentegen snelle groeiers waardoor ze sneller de functie van de linten kunnen overnemen. Bovendien worden zij 3 tot 5 m hoog, waardoor ze niet hoeven te worden geknot.
- Plant al redelijk ontwikkelde bomen, zodat de bomen snel groot genoeg zijn om de functie van de tijdelijke zwanenlinten over te nemen.
- Om het risico op storingen door de anti-zwanenvoorzieningen zelf te verkleinen is het van belang dat de tijdelijke anti-zwanenvoorziening op voldoende afstand van het spoor wordt geplaatst. Bij voorkeur meer dan 7 m van het hart van het spoor.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

Zie richtlijn RLN00224 (ProRail 2005)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.1.5 REDUCEREN STERFTE DOOR VALKUILEN

Algemene beschrijving en doel

Rond infrastructuur zijn allerlei structuren/objecten die een gevaar voor met name kleine diersoorten kunnen opleveren. Kleine dieren kunnen in afwateringsputten, inspectieputten en onderbouw van vee- en wildroosters vallen. Opstaande randen, zoals trottoirbanden kunnen onneembare barrières vormen of dieren kunnen eraf vallen en niet meer terugkomen. Hieronder volgt een korte opsomming en mogelijke oplossingen.

Ontwerp

Trottoirbanden

- Rechte trottoirbanden zijn vaak te hoog voor kleine dieren zoals ongewervelde dieren, amfibieën, reptielen, sommige soorten (spits)muizen en mol. Als deze dieren van de hoge stoep af zijn gevallen op de weg, komen ze het trottoir niet meer op en worden doodgereden of komen, na een zoektocht strak langs de stoep in de lengterichting in een afwateringsput (straatkolk) terecht.
- Door trottoirbanden toe te passen met een schuine kant wordt dit probleem grotendeels voorkomen. De oppervlakte van de schuine kant moet dan wel ruw zijn, zodat de dieren er goed tegenop kunnen klimmen.
- Ook kunnen in rechte betonnen banden op regelmatige afstanden openingen gemaakt worden waar de rand sterk verlaagd wordt of schuin is, zodat de dieren daar weg kunnen komen. Dit moet dan bij voorkeur gebeuren op plekken waar ze leefgebied in de omgeving kunnen vinden.

Inspectieputten

- Om vallen in inspectieputten te voorkomen moeten deze worden afgesloten, zodra ze niet worden gebruikt. Meestal is dat afdoende om invallen van kleine diersoorten te voorkomen. Vaak liggende inspectieputten iets hoger dan maaiveld waardoor ze ook minder toegankelijk zijn. Eventueel kan een (extra) stalen deksel over de put worden geplaatst om inregenen te voorkomen. Dit maakt de put helemaal ontoegankelijk voor kleine dieren.

Afwateringsputten

- Voor een deel van de amfibieën vormen afwateringsputten een gevaar doordat de openingen van de putdeksels te groot zijn, met invallen en verhongering of verdrinking tot gevolg.
- Invallen kan deels worden voorkomen door achter de putten een speciale omleidingssteen (lengte 1,00 meter) aan te brengen. In deze steen bevindt zich een brede gleuf waardoor de dieren achter het rooster langs de put kunnen passeren.
- Een andere mogelijkheid is om juist ter hoogte van de put een verlaagde rand te maken zodat de dieren daar de weg kunnen verlaten.
- Putten met kleine openingen in het rooster lossen dit probleem op voor volwassen kikkers en padden, maar voor juveniele en subadulte exemplaren en voor salamanders blijft het gevaar bestaan.
- Bovenstaande maatregelen zijn bedoeld om invallen te voorkomen. Als amfibieën (en andere kleine diersoorten) echter toch in de put belanden, is het zaak ervoor te zorgen dat ze er weer ongeschonden uit kunnen komen. Dit kan worden gerealiseerd door het aanbrengen van uitklimvoorzieningen in de put. Uit onderzoek (Freese



Trottoirbanden die mogelijk valgevaar opleveren voor kleine dieren



Een open inspectieput als mogelijke valkuil voor dieren

2011) blijkt dat voor amfibieën een begroeiingsmat, zoals gebruikt op vijverbodems, het meest effectief is: 80% van de dieren lukte het om de put te uit te klimmen. Voordeel van de begroeiingsmat is dat het verticaal tegen de wand wordt bevestigd en daardoor weinig ruimte in beslag neemt. Voor andere kleine diersoorten (hagedissen, muizen en dergelijk) is een schuin oplopende loopstrip nodig.

Afwateringsgoten

- Indien langs een weg afwateringsgoten worden aangelegd met rechte wanden, zodat kleine dieren er niet uit kunnen klimmen, moeten ook daar op regelmatige afstanden (circa 25 meter) openingen met hellingen met een ruw oppervlak worden gemaakt, waar de dieren uit de goot kunnen ontsnappen.

Aandachtspunten

n.v.t.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

n.v.t.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2 FAUNAMAATREGELEN DIE DE BARRIÈREWERKING REDUCEREN

9.2.1 MAATREGELEN GERICHT OP UITWISSELING BOVENLANGS

9.2.1.1 HOP-OVER

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	X	X
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	X	X
Middelgrote zoogdieren - klimmers	X	X
Kleine zoogdieren	X	X
Vleermuizen	GO	GO
Vogels	GO	GO
Reptielen	X	X
Amfibieën	X	X
Insecten	GO	GO
Overig ongewerveld	X	X

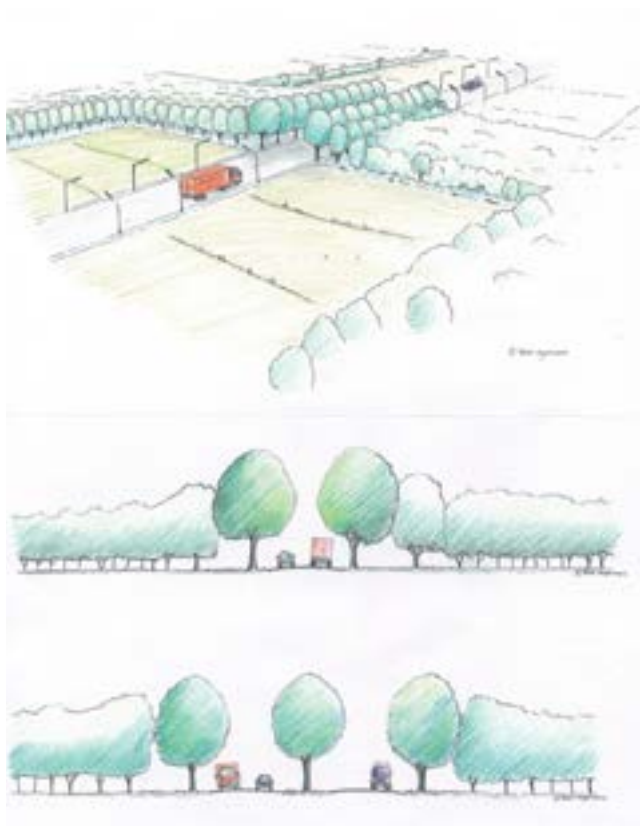
[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doelen

Een hop-over heeft als doel om vliegende diersoorten, zoals vleermuizen, bosvogels en vlinders, te helpen smalle (spoor)wegen over te steken. Bij een hop-over wordt via de kruinen van de bomen langs de (spoor)weg, eventueel aangebracht op een talud, een verbinding over de (spoor)weg gelegd. Als de kruinen van de bomen elkaar (bijna) raken kunnen ook klimmende zoogdiersoorten, zoals eekhoorns en boomkruipers, van de hop-over gebruik maken. Is de weg zo breed dat de kruinen van de bomen elkaar niet raken, dan kan een boom in de middenberm het gat in de verbinding dichten. De locatie sluit aan op de bestaande structuur van lijnvormige landschapselementen dwars op de (spoor)weg. In bos wordt bij voorkeur over de gehele lengte van de weg een verbinding tussen de boomkruinen gecreëerd.

Ontwerp

- Het ontwerp is afhankelijk van de doelsoorten (zie tabel op volgende pagina). Sommige vleermuissoorten, bijvoorbeeld gewone dwergvleermuis en laatvlieger, bewegen zich bij voorkeur langs, onder of boven de boomkronen, zodat het onderste deel van de hop-over uit dichte vegetatie (bijvoorbeeld meidoorn) moet bestaan om ze voldoende hoog via de boomkronen over de infrastructuur te leiden. Andere vleermuissoorten vliegen bij voorkeur door de vegetatie, bijvoorbeeld franjestaart, zodat het onderste deel van de hop-over juist open moet zijn, bijvoorbeeld bij een bomenlaan zonder ondergroei, bovenin een dichte kroonlaag en onderin kale stammen.



Ontwerp van een hop-over



Voor een functionele hop-over over een meerbaansweg wordt aangeraden in de middenberm een extra verhoging aan te brengen in de vorm van een boom of een andere structuur (Bron: Rudmer Zwerver)



Hop-over bij snelweg (Bron: Margriet Krijn, Altenburg & Wyemenga)

- Eventueel kan langs de weg een scherm of raster van 4 tot 5 meter hoog worden geplaatst om de dieren te dwingen hoog genoeg over de barrière te vliegen. Dit scherm moet wel aan weerszijden van de hop-over ruim langs de (spoor)weg doorlopen om te voorkomen dat de vleermuizen er omheen vliegen en alsnog laag de (spoor)weg oversteken.
- Bij (spoor)wegen van meer dan 20 m breed, bijvoorbeeld bij snelwegen met 2 x 2 of 2 x 3 rijstroken, is het raadzaam om ook in de middenberm voor hoog opgaande vegetatie te zorgen, zodat in principe een meerledige hop-over ontstaat.
- In brede situaties kan aan de hop-over een overspanning worden toegevoegd in de vorm van een [vleermuisportaal](#) of [boombrug](#).

Aandachtspunten

- Omdat de meeste vleermuissoorten door licht op hun vliegroute worden afgeschrikt, moet de verlichting van de weglantaarns goed worden afgeschermd, zodat geen licht naar boven of opzij straalt. Gebruik naar beneden gerichte armaturen. Lantaarns die alleen de weg verlichten zorgen er bovendien voor dat dit lage deel wordt gemeden en de vleermuizen omhoog gaan. Een andere mogelijkheid is de hop-over zo ver mogelijk van de weglantaarns te realiseren. Denk hierbij ook aan het vermijden van verlichting van eventuele kruisende wegen en paden.
- In geval van een hop-over over het spoor, dienen de spoorlijnen en profielvrije ruimte (PVR) ruim buiten het valbereik van de bomen te blijven (conform Ontwerpvoorschriften ProRail). Dit is ook wenselijk met betrekking tot bladval op het spoor in de herfst. Tevens dient (met name in bochten) rekening te worden gehouden met de noodzaak tot vrije zichtlijnen. In veel gevallen zal het hierdoor niet mogelijk zijn om over spoorwegen een hop-over te realiseren. Daarentegen is een spoorlijn inclusief veiligheidszone in veel gevallen smaller dan een snelweg, zodat netto een gelijkwaardig grote overbrugging voor de vleermuizen moet worden gemaakt.
- Als de vliegroute parallel loopt aan een fiets- of wandelpad die de spoorlijn of verkeersweg kruist mag er om veiligheidsredenen geen lage vegetatie vlakbij het kruispunt zijn. De dieren moeten dan al ruim voor het naderen van de (spoor)weg omhoog worden geleid.

		Er overheen	Er onderdoor	
		Hop over lantaarn Hop over op knaaghoogte Hop over vegetatie Hop over vegetatie + wand Over lange stakert	Doolhof (h x b = 1 x 2 m) Tunnels (h x b = 4 x 4 m) Brug over water Tunnels (h x b = 4 x 4 m) Over stakert (h x b = 6 m) Brug over water (h x b = 8 m)	
A	Ingelieven vleermuis Fruiststaart Doelwit vleermuis Gewone guanochloermuis Grijze guanochloermuis	+ +	+ +	Van klein tot groot, soorten die dicht op of in de vegetatie jagen, en structuren volgen. Vliegen ook op route gemakkelijk door de vegetatie.
B	Vale vleermuis Baardvleermuis Mepsvleermuis Watersleermuis Muisvleermuis	+ +	+ +	Grote soort die dicht op de vegetatie jaagt, structuren volgt, maar ook open gebied oversteekt. Van klein tot groot, soorten die lange reedsstructuren jagen, en structuren volgen. Van klein tot groot, soorten die boven water jagen, en structuren volgen.
C	Gewone doorgeloomde Rude doorgeloomde Tweekleuige vleermuis Luchtflijger Rode vleermuis	+ +	+ +	Van klein tot groot, soorten die lange structuren jagen tot in de half open omgeving, en structuren volgen. Van klein tot groot, soorten die in half open tot open omgeving jagen, en soms structuren volgen.

Tabel: Overzicht van groepen, soorten en passage-typen die voor die groep geschikt zijn (Bron: Limpens et al. 2004)

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

- Inspectiefrequentie: één keer per zes maanden in juni-juli en september-oktober.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Aaneengesloten beplanting	Ontbrekende beplanting aanvullen
Vitaliteit van beplanting	Weinig vitale beplanting vervangen
Aansluiting op vegetatie in omgeving (vooral vleermuizen vliegen langs lijnbeplantingen)	Aansluiting tot stand brengen door aanleg beplanting
Hoogte takvrij stamstuk	Boomkronen eenzijdig op snoeien tot boven de hoogte van het vrachtverkeer.
Ziektes en dode takken	Nagaan of in groenbeheerplan en onderhoudsbestek boomcontrole* is opgenomen. Dit zo nodig regelen

* Voor bomen geldt een zorgplicht. Voor informatie hierover: zie de Handleiding beheer groenvoorzieningen (uitgave DWW, in voorbereiding).
Onderhoud zoveel mogelijk opnemen in het regulier bermbeheer

9.2.1.2 BOOMBRUG

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	X	X
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	X	X
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	OO
Kleine zoogdieren	X	X
Vleermuizen	X	X
Vogels	X	X
Reptielen	X	X
Amfibieën	X	X
Insecten	X	X
Overig ongewerveld	X	X

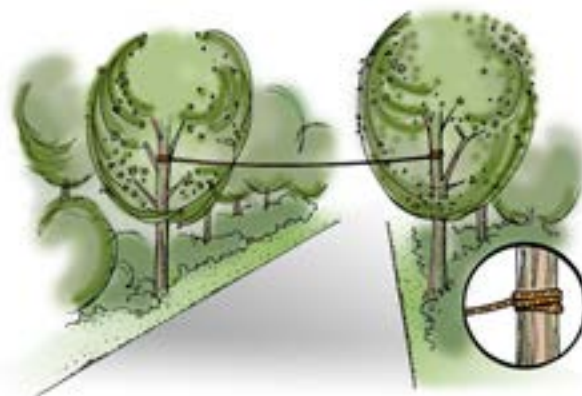
[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Boommarterportaal met touwen (Bron: Heijmans infra)

Algemene beschrijving en doelen

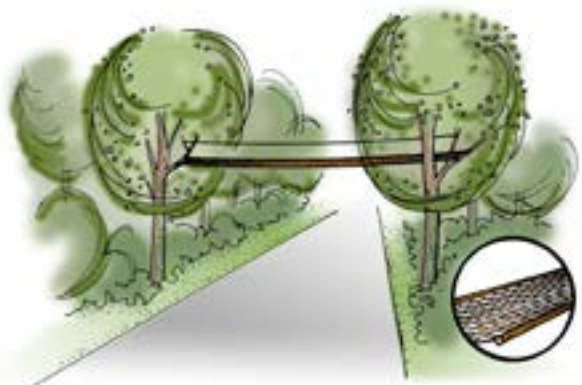
Waar de afstand tussen de bomen aan weerszijden van een (spoor)weg te groot is voor een [hop-over](#), kan een boombrug worden gemaakt voor soorten die zich via bomen verplaatsen zoals boomarter, eekhoorn en slaapmuizen. Bij een boombrug wordt de afstand tussen de kruinen van de bomen middels een touw, net of houten constructie overbrugd. Bij rijkswegen kan gebruik worden gemaakt van bestaande constructies, zoals de portalen voor verkeersborden. Het touw of net verbindt dan de kruin van een boom met het portaal. In het portaal is een loopplank, goot of tunnel aangebracht om het dier naar de andere kant te leiden, waar het portaal eveneens met touwen of een net met de boomkruinen is verbonden.



Boombrug in de vorm van een touw



Boombrug in de vorm van een houten constructie



Boombrug in de vorm van een net

Ontwerp

Het ontwerp en de afmetingen worden bepaald door:

- De te overbruggen afstand. Hoe groter de afstand, hoe steviger de constructie moet zijn. Beweging door wind of het passerende dier zelf moet zo veel mogelijk worden voorkomen. Door gebruik te maken van bestaande portalen (voor de verkeersborden boven snelwegen) is de stevigheid gegarandeerd.
- De doelsoort(en). Als het om touwen gaat die over de infrastructuur zijn gespannen, is de dikte van het touw bepalend voor de soorten die er gebruik van kunnen maken. De minimum dikte is 4 centimeter. Eekhoorns en marters gebruiken touwen van 4 tot 10 centimeter dikte.
- Touwladders hebben een breedte van circa 30 centimeter.
- Bij een weg hangt het laagste punt van de boombrug minstens 6 meter boven de grond om invloed van het onderliggende verkeer (o.a. luchtturbulentie) te minimaliseren. Bij een spoorweg moet dit punt hoger liggen.

Bij dit type passage moet de aansluiting op de omgeving goed verzorgd zijn door aaneengesloten bos of bomenrijen te behouden of te ontwikkelen. De boombrug loopt door tot in de kruinen van de bomen. Als dat niet mogelijk is, dan wordt de verbinding tussen de boombrug en de bomen met dikke touwen gemaakt. Als zelfs dat niet mogelijk is kunnen de touwen tijdelijk van de boombrug naar de grond. Op de plek waar de touwen de grond raken moeten dan bomen worden geplant, zodat in de loop van de tijd het beginpunt wel beschermt ligt.



Boomladderbrug bij Voorthuizen (Bron: Pascal Peterman, EcoGroen)



Boombrug voor marters, eekhoorns en muizen

Aandachtspunten

- Maatregelen om de doelsoorten te behoeden voor predatoren kunnen vooral in open constructies noodzakelijk zijn. Denk bijvoorbeeld aan het aanbrengen van een dun touw vlak boven de passage (tegen aanvallen van roofvogels) of een houten bekisting (zie de foto's).
- Voor vleermuizen is een aparte vorm van boombrug ontworpen: een [vleermuisportaal](#), maar waarschijnlijk gebruiken zij ook deze boombruggen, de gesloten versies waarschijnlijk meer dan de open versies. Omdat vleermuizen licht mijden is het van belang dat 's nachts niet of nauwelijks licht op de constructie en de omringende bomen valt. Zorg ervoor dat wegverlichtingspunten zo ver mogelijk van de boombrug af staan of dat de boombrug goed is afgeschermd tegen het licht.
- Zoals bij alle faunavoorzieningen moet ook bij boombruggen middels een raster langs de weg worden voorkomen dat de dieren de weg op maaiveldniveau oversteken in plaats van via de boombrug. Om te voorkomen dat klimmende soorten (boomarter, eekhoorn, slaapmuizen) over het raster klimmen moet de bovenste meter van het raster glad zijn, bijvoorbeeld door hier aan de wildzijde (= van de weg afgerichte zijde) een plastic plaat te bevestigen (zie [paragraaf 9.1.1.5.1](#)).
- De constructie mag geen gevaar voor de weggebruiker opleveren. Dit heeft consequenties voor het ontwerp, de gebruikte materialen en het beheer en onderhoud.

Specifieke richtlijnen inspectie en onderhoud

- Inspectiefrequentie: 1 keer per vier maanden in maart, juli en november

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Bevestiging aan portaal	Herstellen/versterken
Bevestiging aan de bomen	Herstellen/versterken
Slijtage van het materiaal (let ook op takken waar touw tegenaan kan schuren)	Materiaal regelmatig vervangen, afhankelijk van de duurzaamheid
Schade door vandalisme	Melden bij handhavers
Stabiliteit van de constructie	Extra dwarsverbindingen aanbrengen om constructie stabiel te maken

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2.1.3 VLEERMUISPORTALEN

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	X	X
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	X	X
Middelgrote zoogdieren - klimmers	X	X
Kleine zoogdieren	X	X
Vleermuizen	OO	OO
Vogels	X	X
Reptielen	X	X
Amfibieën	X	X
Insecten	X	X
Overig ongewerveld	X	X

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doelen

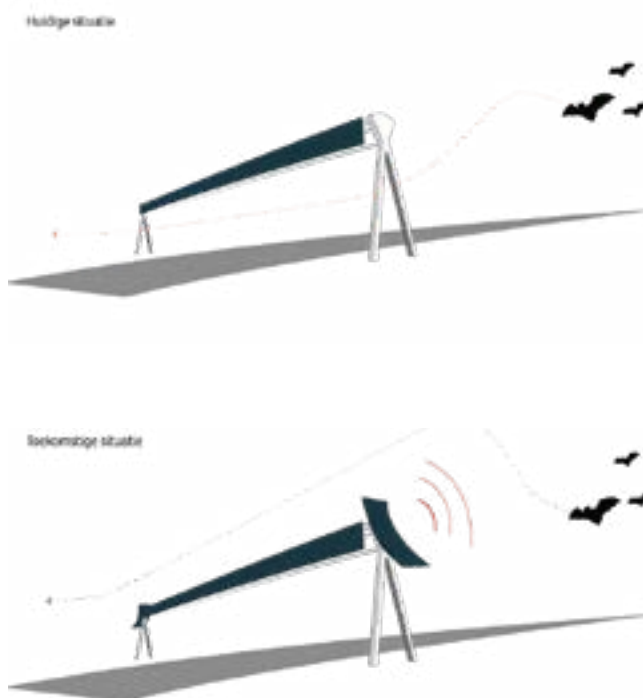
Een vleermuisportaal is een [boombrug](#) voor vleermuizen. Vleermuizen oriënteren zich op basis van echolocatie. Als zij via een bomenrij bij een (spoor)weg komen, verdwijnen hun oriëntatiepunten (de bomen). De vleermuizen hebben dan de neiging lager te gaan vliegen en als ze dan de weg oversteken lopen ze een grote kans te worden aangereden. Het vleermuisportaal moet voorkomen dat ze lager gaan vliegen en op hoogte de (spoor)weg oversteken.

Ontwerp en afmetingen

- In feite is een vleermuisportaal een gewoon portaal waar aan één zijde over de hele lengte een bord hangt.
- Uit onderzoek blijkt dat een gesloten constructie (75% of meer gesloten) het meest effectief is. Ballen aan draden, zoals ook gebruikt om botsingen van vogels met hoogspanningsleidingen te voorkomen, zijn weinig effectief.
- Het portaal moet goed aansluiten op de vliegroute naar de oversteekplaats. Bij voorkeur bestaat de aanvliegroute uit bomen, omdat de vleermuizen dan al op hoogte vliegen.
- Als het portaal niet nauw op bomen aansluit, of de bomen zijn nog niet hoog genoeg, dan moet een scherm langs de weg worden geplaatst om de vleermuizen de hoogte in te leiden of moet een extra voorziening aan de kopse einden van het portaal worden gemaakt, zodat de vleermuizen horen waar het portaal begint.
- Bij een weg hangt het laagste punt van het vleermuisportaal minstens 6 meter boven de grond om invloed van het onderliggende verkeer (o.a. luchturbulentie) te minimaliseren. Bij een spoorweg moet dit punt hoger liggen.



Vleermuisportaal (Bron: Jeroen Brandjes, Bureau Waardenburg)



Voorziening aan de kopse einden van het portaal, zodat de vleermuizen horen waar het portaal begint. NB: het portaal wordt zo geplaatst dat het aansluit op bomen aan weerszijden van de weg (niet weergegeven in deze figuur)



Hier is langs een bestaand portaal een lang bord (bruin) geplaatst. Op de andere helft van het portaal fungeren de signaalborden als geleiding voor de vleermuizen (Bron: Jasja Dekker Dierecologie)

Aandachtspunten

- Voor gebruik door vleermuizen is het van belang dat er 's nachts niet of nauwelijks licht op de constructie en de omringende bomen valt. Zorg ervoor dat wegverlichtingspunten zo ver mogelijk van het vleermuisportaal af staan of dat het vleermuisportaal goed is afgeschermd tegen het licht.
- De constructie mag geen gevaar voor de weggebruiker opleveren. Dit heeft consequenties voor het ontwerp, de gebruikte materialen en beheer en onderhoud.

Specifieke richtlijnen beheer, inspectie en onderhoud

- Inspectiefrequentie: 1 keer per vier maanden in maart, juli en november

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Bevestiging aan portaal	Herstellen/versterken
Bevestiging aan de bomen	Herstellen/versterken
Slijtage van het materiaal (let ook op takken waar touw tegenaan kan schuren)	Materiaal regelmatig vervangen, afhankelijk van de duurzaamheid
Schade door vandalisme	Melden bij handhavers
Stabiliteit van de constructie	Extra dwarsverbindingen aanbrengen om constructie stabiel te maken

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2.1.4 VIADUCT MET MEDEGEBRUIK DOOR FAUNA

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	OO
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	OO
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	OO
Kleine zoogdieren	GO	OO
Vleermuizen	GO	GO
Vogels	X	X
Reptielen	GO	GO
Amfibieën	GO	GO
Insecten	GO	GO
Overig ongewerveld	GO	GO

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Medegebruik door fauna met behulp van een groenstrook op de Wallenbrug in de provincie Utrecht (Bron: Jeroen Brandjes, Bureau Waardenburg)



Medegebruik door fauna met behulp van groenstrook op spoorbrug (Bron: ProRail)

Algemene beschrijving en doelen

Op veel plekken liggen viaducten voor lokale wegen, landbouwwegen en fietspaden. Deze viaducten worden, doordat ze uitsluitend bedekt zijn met asfalt en beton, relatief weinig door dieren gebruikt. Soms is het mogelijk een deel van het bestaande viaduct anders in te richten, zodat het voor fauna aantrekkelijk wordt via het viaduct infrastructuur te kruisen.

Ontwerp

- Deze voorziening kan zowel op bestaande viaducten als nieuw te bouwen viaducten worden toegepast.
- In grote lijnen bestaat deze maatregel uit het aanbrengen van een groenstrook aan één of beide zijden van het viaduct. Als het hele viaduct verhard is, dan zal eerst een strook verharding moeten worden verwijderd en worden vervangen door aarde, welke eventueel met inheemse flora wordt ingezaaid. Inzaaien is niet altijd nodig, maar kan de ontwikkeling van een vegetatie wel versnellen. Om al direct na aanleg dekking biedende structuren te hebben kunnen [stobbenwallen](#) op de groenstrook worden gelegd.
- Een alternatieve methode is het aanbrengen van een brede goot direct naast het bestaande viaduct. Deze kan met aarde en vegetatie worden gevuld. Voordeel is dat hiermee een goede aansluiting op de vegetatie in het aanloopgebied te maken is en de maaiveldhoogte gelijk blijft.
- De breedte van de strook wordt bepaald door de beschikbare ruimte (bij bestaand viaduct) en/of de doelsoorten (nieuw viaduct of verbreding bestaand viaduct). Er zijn geen minimum- of maximummaten voor de voorziening bekend, maar naarmate de groenstrook breder is en meer typen begroeiing kan herbergen, maken meer soorten er gebruik van (Brandjes & Van Vliet, 2006).
- Tussen de weg en de groenvoorziening moet een duidelijke scheiding aanwezig zijn die dieren van de (spoor)weg houdt en tevens licht van de koplampen op de groenstrook voorkomt. Dit kan, afhankelijk van de doelsoorten, in de vorm van een trottoirband, scherm, hek, stobbenwal of kale bestrate/geasfalteerde strook.
- De buitenrand van de groenstrook/viaduct moet aan de gebruikelijke veiligheidseisen van een viaduct voldoen en zijn voorzien van een afscherming tegen licht en geluid van de (spoor)weg of watergang onder het viaduct.
- Bij voldoende ruimte zijn meerdere functies naast elkaar te combineren: groenstrook – weg – voet/fietspad.
- Voor vleermuizen zijn geleidende structuren nodig, zoals palen.
- De groenstrook moet aansluiten op de geleiding in het aanloopgebied en er moeten voorzieningen zijn getroffen die voorkomen dat dieren bij het naderen van het viaduct de weg naar het viaduct of de weg onder het viaduct op gaan.
- De bestaande grondlichamen voor de op- en afrit moeten in veel gevallen aangevuld worden zodat geschikte aanloopgebieden ontstaan met een hellingshoek van maximaal 1:10.
- Op het viaduct mag geen verlichting aanwezig zijn en het is beter om ook de uiteinden onverlicht te laten. De verlichting dient dus enkele meters voor het viaduct te eindigen

- Het gronddek van de groenstrook is bij voorkeur 0,20-0,30 meter dik om goede wortelvorming van de vegetatie mogelijk te maken. Is deze dikte niet haalbaar, dan moet onder de grondlaag materiaal worden aangebracht dat water vasthoudt en wortels houvast biedt, bijvoorbeeld een waterophoudende noppenlaag en grondfixerende honingraatvormige geotextiel.

Aandachtspunten

- Aan weerszijden van de toegang tot de faunavoorziening moeten [rasters](#) worden geplaatst om te voorkomen dat dieren daar de (spoor-, vaar-)weg oversteken.
- De aanpassing mag geen schade veroorzaken aan de bestaande constructie, met andere woorden de constructie moet de extra belasting door de gronddekking – ook in de meest vochtige situatie na overvloedige regenval – kunnen dragen.
- Bij toepassing van stobben op het viaduct moeten deze goed worden vastgelegd. De stobben mogen in geen geval op het wegdek terechtkomen door vandalisme of storm. Ingraven van de stobben wordt aangeraden, ook omdat hierdoor een ecologisch gezien gunstige, vochtige situatie ontstaat.
- De afwatering van het wegdek moet gewaarborgd zijn.
- De voegovergangen moeten blijven functioneren en inspecteerbaar en onderhoudbaar zijn.
- Indien medegebruik van viaducten door dieren wordt gestimuleerd is het van belang tegelijkertijd snelheidsbeperkende maatregelen te nemen en het verkeer te attenderen op de mogelijke aanwezigheid van overstekende dieren (Van Eekelen & Smit, 2001). Indien dit onvoldoende mogelijk is, moeten de groenstrook en het verkeersgedeelte van het viaduct fysiek en/of visueel van elkaar worden gescheiden door het aanbrengen van een afscheiding (schutting, raster in combinatie met dichte haag, etc.).
- Tegengaan van misbruik door bijvoorbeeld motorcrossers en ruiters kan bijvoorbeeld door stobben in een configuratie te leggen die uitsluitend door dieren (en voetgangers) te passeren is en niet door voertuigen en paarden. Indien het weggedeelte uitsluitend toegankelijk is voor landbouwverkeer en fietsers, kan misbruik door auto's worden voorkomen door de toepassing van een tractorsluis respectievelijk paaltjes.

Specifieke richtlijnen onderhoud en inspectie

- Inspectiefrequentie: één keer per drie maanden in februari, mei, augustus en november.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Passeerbaarheid	Verwijderen van obstakels
Afwatering	Herstellen/ Verbeteren
Zwerfvuil	Verwijderen
Omvang begroeiing (ook vanwege verkeersveiligheid)	Snoeien en snoeiafval verwijderen
Samenstelling en structuur van begroeiing (zie Groenbeheerplan)	Samenstelling en structuur van begroeiing afstemmen op de doelsoorten
Erosie van de grondlaag	Grondlaag aanvullen
Verstoring en misbruik door overig verkeer (ruiters, crossers), vandalisme en stroperij	Misbruik, vandalisme en stroperij melden bij handhavers
Effectiviteit (let op diersporen)	Registreren (monitoring, zie hst 8)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2.1.5 ECODUCT

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	4
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	4
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	1
Kleine zoogdieren	GO	4
Vleermuizen	GO	4
Vogels	GO	OK
Reptielen	GO	2
Amfibieën	GO	4
Insecten	GO	1
Overig ongewerveld	GO	1

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Luchtfoto van ecoduct



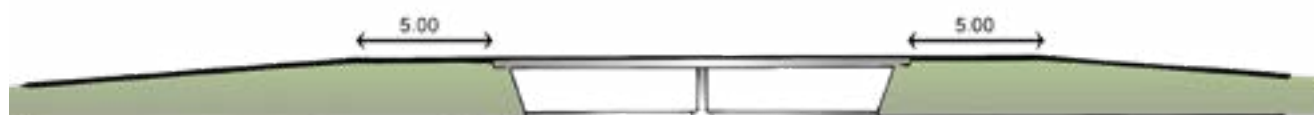
Vooraanzicht van ecoduct

Algemene beschrijving en doelen

Een ecoduct is een viaduct voor dieren. De inrichting kan eenvoudig zijn, zoals alleen wat grond aangebracht in plaats van asfalt, of met iets meer structuur, zoals een rij stobbenwanden om (kleine) dieren enige beschutting te geven, tot het nabootsen van een geheel ecosysteem. Bij heel brede ecoducten (> 60m) is het soms mogelijk een landschap te creëren dat naadloos overgaat in het landschap aan weerszijden van de infrastructuur. Zulke brede ecoducten worden ook landschapsbruggen genoemd.

Ontwerp

- Er zijn verschillende typen constructies mogelijk. Welk type u kiest hangt af van de topografie van de omgeving, de stabiliteit van de ondergrond, esthetische aspecten, de functie, de eisen van de doelsoorten en van de wegbeheerder en de kosten.
- Het ontwerp is meestal afgestemd op meerdere doelsoorten of een compleet landschap. In het geval van soorten bepaalt de meest kritische hiervan (op het vlak van inrichting en omvang) het ontwerp van het ecoduct. Het Handboek Robuuste verbindingen (Alterra, 2001) biedt handvatten om de eisen van verschillende soorten te integreren. In het geval van een landschapsbrug worden de afmetingen bepaald door het landschapstype dat men op de brug wil creëren. Het moet breed genoeg zijn om de gewenste vegetatie(s) te ontwikkelen en in stand te houden.
- De lengte bepaalt de breedte van het ecoduct. Hoe langer het ecoduct, hoe breder die moet zijn. In [bijlage 5](#) zijn per soort adviesbreedtes geformuleerd.
- De hellingshoek van het talud is idealiter zou flauw mogelijk: 1:20 of flauwer. Voor de meest kritische soort (edelhart) is de uiterste hellingshoek 1:10 (in zeer rustige en ongestoorde gebieden). In geaccidenteerde gebieden, kunnen steilere hellingen volstaan. Het is dan zaak om de hellingsgraden te relateren aan die van de natuurlijke hellingsgraden in de directe omgeving (zoals in Zuid-Limburg).
- Het talud wordt bij voorkeur op circa 5 meter vanaf de rand van het ecoduct ingezet.



Het talud wordt vanaf 5 meter vanaf de rand van het ecoduct ingezet

Inrichting en inpassing

- Voor het ontwikkelen van verschillende biotopen naast elkaar over het ecoduct of landschapsbrug dienen bijbehorende groeiplaatsomstandigheden aangelegd te worden. Dit kan door variatie in grondsoort (o.a. variatie in het aandeel leem en organische stof) en in grondwaterstanden te realiseren. Misschien zijn aanvullende voorzieningen (beregening, bemesting) nodig om de juiste condities te creëren.
- Bij zeer specifieke eisen ten aanzien van de groeiplaatsomstandigheden kan transplantatie, het overbrengen van vegetatie inclusief ondergrond van een andere plek, nodig zijn.
- De grond dient op een natuurtechnische wijze te worden aangebracht, waardoor de juiste verdichting en het juiste microreliëf ontstaan, rekening houdend met hellingshoek en expositie op de zon.
- Door het toepassen van alternatief (kunststof) materiaal in de kern van het grondlichaam op het ecoduct kan het gewicht van het gronddek worden beperkt.
- Voor een goede ontwikkeling van de vegetatie is de voedselrijkdom en het vochtleverend vermogen van de grond cruciaal. Bij het ontwerp van de constructie moet dan rekening worden gehouden met allerlei waterhuishoudkundige aspecten. Door delen van het ecoduct te voorzien van niet of minder vocht doorlatende lagen, niveauverschillen met overstorten, waterpompen en dergelijke, kunnen de condities voor het ontstaan van natte greppels, poelen etc. worden gewaarborgd.
- Voor de toplaag van zowel het ecoduct als het aanloopgebied wordt bij voorkeur lokale grond gebruikt. Dit verhoogt de kans op de ontwikkeling van het gewenste vegetatietype op het ecoduct.
- Bij de aanleg van een ecoduct over een weg op maaiveld (dus veel ophoging) is het toepassen van categorie 1 grond in de onderlaag (de laag onder de bovenlaag van gebiedseigen grond) toegestaan.
- De dikte en het type gronddek is afgestemd op het te ontwikkelen vegetatietype. Het volgende wordt aanbevolen:
 - Gras en kruidenrijke vegetatie: minimaal 0,3 meter in gebieden zonder wilde zwijnen; 0,5 meter in gebieden met wilde zwijnen.
 - Struweel en stobben: minimaal 0,6 meter.
 - Jonge bomen (maximaal 3 meter hoog; zie onder) en lintbeplanting: minimaal 1,5 meter.
 - Moeras: minimaal 1,5 meter.



Boven op het ecoduct zijn betonbalkjes gelijmd om water vast te houden, zodat vocht langer beschikbaar blijft voor de begroeiing (De Borkeld, A1)



Op ecoduct Groene Woud is met een speciaal drainagesysteem met pomp een wadi op het ecoduct gecreëerd om het gebruik door kamsalamanders te stimuleren



Bij Kootwijk heeft de spoorlijn naast het ecoduct een grote faunatunnel gekregen zodat dieren na het oversteken van de weg zich niet alsnog doodlopen op de spoorlijn (Bron: ProRail)

- Het functioneren van een ecoduct wordt in sterke mate bepaald door de inrichting van het aanloopgebied. Het aanloopgebied dient als een soort fuik die de dieren van het omliggende landschap naar en op de faunavorziening leidt. De inrichting moet 'uitnodigend' zijn en is daartoe voorzien van geleidende (heggen, sloten, schermen, stobbenwallen etc.) en aantrekkelijke elementen (drinkpoelen, grazige weiden, dekkinggevend bosjes etc.).
- De geleiding op het ecoduct kan het beste gebeuren door het biotooptype aan beide zijden van de weg dat verbonden moet worden, zo goed mogelijk voort te zetten op het ecoduct.
- Barrières in het aanloopgebied, zoals secundaire wegen of hekken, moeten worden weggehaald, of het ecoduct moet hierover doorlopen.
- Liggen meerdere infrastructuren naast elkaar (weg en spoorweg, spoorweg en kanaal, kanaal en weg, etc.) dan moeten alle worden ontsnipperd, want een ecoduct over slechts één van deze is dan weinig zinvol.
- De grootte van het aanloopgebied en de lengte van de grens met de (spoor)weg wordt bepaald door de doelsoort(en) en het landschap ter plekke. Grote soorten hebben grotere aanloopgebieden nodig.
- Vleermuizen hebben hogere structuren nodig om zich te oriënteren. Als op het ecoduct geen bomen staan, kunnen palen op regelmatige afstand van elkaar (minimale hoogte: 2 m; maximale onderlinge afstand: 7 m) over de lengte van het ecoduct als geleiding worden toegepast.

Vegetatieontwikkeling / beplanting

De keuze van de vegetatietypen wordt bepaald door de eisen van de doelsoorten. Voor de inrichting van de landschapsbrug dient u eerst een inrichtingsplan en vervolgens een beplantingsplan op te stellen. In het beplantingsplan zijn een aantal punten belangrijk:

- De verschillende vegetatietypen komen naast elkaar voor en lopen door in de aanloopgebieden.
- Struweel en beplanting moeten geschikt zijn als dekking en geleiding en moeten aansluiten op de verbindingroutes van de doelsoorten in het achterland.
- De aan te brengen beplanting is gebiedseigen en past in de omgeving. Gebruik uitsluitend inheemse soorten en bij voorkeur lokaal plantmateriaal. Dit moet goed gecommuniceerd/vastgelegd worden, anders passen aannemers standaard hun reguliere manier van werken toe (grondverrijking, gebruik vastleggende grassoorten, cultuurvariëteiten, etc.).
- Voor vegetatie die pas na enkele jaren tot de gewenste hoogte en structuur is ontwikkeld moeten tijdelijke alternatieven worden aangeboden (bijvoorbeeld stobben) om direct na aanleg aan de eisen van de doelsoorten te voldoen. Begroeide geraakte stobbenwallen vormen een geschikt leefgebied voor veel soorten, zoals muizen, kleine zangvogels en levendbarende hagedis.
- Plaats hoge beplanting zoveel mogelijk aan de noord-/oostzijde van het ecoduct in verband met het voorkomen van beschaduwning.

Afscherming en aanpassing van verstoringbronnen

Om verstoring door licht, geluid en beweging van het passerende verkeer te reduceren kan gebruik worden gemaakt van wallen, schermen en beplanting. Deze voorzieningen kunnen tegelijkertijd dienen als geleiding voor de doelsoorten. Voor dit type voorzieningen geldt:

- Geluidschermen moeten minstens 1,5 meter hoog zijn. In dat geval moet daar bovenop een raster zitten tot 2,5 meter. Geluidschermen die hoger zijn worden bij voorkeur schuin naar buiten geplaatst om een tunnелеffect te voorkomen. Als de hoogte van de schermen minimaal twee meter bedraagt, is een raster niet nodig.
- Zorg voor een goede aansluiting (niet passeerbaar voor doelsoorten) op geluidsschermen of-wallen langs de weg.
- Aarden wallen gecombineerd met inheemse beplanting hebben naast afscherming ook een geleidende functie voor natuur. Bij voorkeur worden dezelfde planten gebruikt die in de omgeving voorkomen.
- Beerens & Pronk (2009) raden aan om niet te strikt vast te houden aan absolute waarden voor het geluidsniveau op ecoducten. Vasthouden aan een eis van bijvoorbeeld maximaal Lden 48 dB, vraagt om constructies die in een drukbevolkt en daardoor rumoerig land als Nederland niet zijn te realiseren. Bovendien blijken alle ecoducten in Nederland goed door de doelsoorten te worden gebruikt, ook al is de akoestische situatie op elke ecoduct anders, vanwege de grote verschillen in dimensies, vormgeving en geluidsweringen. Wel moet worden voorkomen dat op het ecoduct geluidlekken en lichtinval ontstaan.

Inrichtingseisen ecoducten met medegebruik door mensen

Medegebruik van het ecoduct door recreanten, vee of landbouwvoertuigen is mogelijk als dit de functionaliteit van het ecoduct voor de doelsoorten niet benadeelt. Indien sprake is van medegebruik, gelden de volgende richtlijnen:

- Pas medegebruik uitsluitend toe in gebieden waar reeds een hoge recreatiedruk heerst.
- Verbreed een ecoduct (ideaaliter 40-60 m breed) langs de buitenzijde met de ruimte die nodig is voor de recreatieve zone (maximaal 5 m).
- Plaats de recreatiezone bij voorkeur langs de noord- of oostkant van het ecoduct in verband met ongewenste schaduwwerking voor flora, ongewervelden en reptielen op de natuurzone.
- Plaats een menskerende wand/schutting van minimaal 2 meter hoog (fysieke scheiding) tussen het recreatieve pad en de natuurzone, eventueel aan de natuurkant voorzien van een hoge stobbenwal om de natuurlijke structuur langs de kale wand te verhogen.
- Trek bovenstaande fysieke afscherming door tot onderaan de aanloopgebieden en zorg aldaar voor een goede aansluiting op natuurlijke elementen, bijvoorbeeld dichte struweel- en bosbegroeiing al dan niet in combinatie met een grondwal.
- Realiseer voldoende dekking biedende structuren (o.a. een stobbenwal) en vegetaties op het ecoduct die schuilmogelijkheden bieden aan passerende dieren.

- Dat medegebruik door fauna wordt getolereerd, heeft mede te maken met het feit dat gebruik door fauna voornamelijk in de nachtelijke uren plaatsvindt en gebruik door recreanten overdag. Gebruik van het ecoduct door recreanten van de avondschemering tot de ochtendschemering dient daarom te worden voorkomen.



Toelooop naar ecoduct met medegebruik: Ecoduct Beesdscheveld
(Bron: Jan Dirk Buizer, Bureau Waardenburg)



Een ecobiduct (Bron: Jos van den Hurk, BWZ Ingenieurs.)

Ecobiduct

Is gegeven de lokale omstandigheden alleen een smal ecoduct mogelijk dan kan deze toch voor meerdere soorten functioneel worden gemaakt door het ecoduct te combineren met een faunabuis, het zogenaamde ecobiduct. Het bovendeck van de constructie wordt gebruikt door reeën, vleermuizen en reptielen, de buis door dieren die gewend zijn onder de grond te leven, zoals konijnen.

Aandachtspunten

- De stabiliteit van de bodem en de grondwaterstand bepalen de vereiste fundering van het ecoduct.
- Bij de aanleg van een ecoduct dient rekening te worden gehouden met de veiligheidseisen rond wegen en spoorwegen. Deze eisen staan beschreven in de systeemspecificatie / het Programma van Eisen of in de Ontwerpvoorschriften van ProRail (en de Spoorwegwet). Denk hierbij aan het al dan niet mogen plaatsen van bomen op het ecoduct, omdat deze (deels) op de (spoor)weg terecht kunnen komen, grootschalige bladval op de rails kunnen veroorzaken etc. Ook de minimale hoogte boven het wegdek of de bovenleiding (in Nederland 5,5 meter boven 'spoorstaaf'; in Vlaanderen 5,4 meter) is een aandachtspunt in de ontwerpfase.
- Bomen mogen niet te dicht langs de rand van het ecoduct staan in verband met gevaar van vallende takken op de onderliggende weg. Om dezelfde reden mogen deze bomen niet hoger worden dan 3 meter.
- In de omgeving van het ecoduct kan aanpassing van (straat)verlichting nodig zijn, zodat geen lichthinder optreedt voor de doelsoorten. Denk hierbij aan verplaatsing van de lichtpunten, gebruik van andere lichtarmaturen en/of aanpassing van het verlichtingsregime. Doorgaans is het mogelijk de lichtpunten in de omgeving van het ecoduct te verlagen tot beneden de constructie. Indien dit niet mogelijk is, kunnen de lampen rond het ecoduct simpelweg uit de fittingen worden gedraaid. Het waarborgen van duisternis op het ecoduct is van groot belang voor de acceptatie door de doelsoorten, waaronder met name vleermuizen.
- In het talud (grondlichaam) van het ecoduct kan een vleermuiskelder worden opgenomen.
- Let bij de inrichting ook op aspecten als sociale veiligheid (balustrades op smalle varianten als het ecobiduct) en misbruik (mountainbikers en motorcrossers). Misbruik kan worden tegengegaan door inrichtingsmaatregelen te treffen (denk aan greppels, lage grofmazige rasters of gebruik van zware stenen, braamstruiken en meidoorns – meidoorn heeft als voordeel voor beheer en onderhoud dat het niet woekert), informatieborden te plaatsen en door handhaving (controle).

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

- Denk eraan dat medegebruik extra inspanning en kosten voor handhaving en onderhoud met zich meebrengt. Bij ecoducten met gescheiden functies voor recreatie en natuur is het van belang dat vooraf duidelijke afspraken gemaakt worden over de verdeling van het beheer en onderhoud (bijvoorbeeld ecozone door natuurbeheerder, fietspad door gemeente): wie ruimt er bijvoorbeeld zwerfafval op dat vanuit de recreatiezone op de ecozone belandt? Wie herstelt de schutting als deze door vandalen vernield wordt?
- De controle op het onderhoud van de fysieke constructie valt onder de inspectie van kunstwerken zoals bruggen en viaducten, en wordt in deze leidraad buiten beschouwing gelaten.
- Inspectiefrequentie: één keer per vier maanden in maart, juli en november.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Omvang van de begroeiing, vooral bomen (gevaar voor weggebruiker bij omwaaien)	Snoeien, afval afvoeren of op rillen plaatsen; beplanting zo nodig terugzetten, bomen > 3 m snoeien, afzetten of verwijderen
Samenstelling en structuur van de begroeiing (is deze zoals omschreven in het inrichtings-/beheerplan?)	Samenstelling en structuur afstemmen op de doelsoorten
Aanslaan beplanting (1e twee jaar na aanleg)	Inboet bij beplanting die niet aanslaat
Zwerfvuil en obstakels	Zwerfvuil ruimen en obstakels verwijderen
Erosie van de grondlaag	Grondlaag aanvullen als passeerbaarheid belemmerd wordt
Verstoring, misbruik en activiteiten stropers	Melden bij terreinbeheerder/ handhavers. Toegang voor mensen beperken door aanplant doornige struiken.
Schade aan natuurlijke of kunstmatige constructie geluids-/zichtschermb	Aarden wallen aanvullen met grond; kunstschermb repareren of eventueel vervangen
Stabiliteit en stand van geluids-/zichtschermb	Herstellen en/of rechtzetten van geluids-/zichtschermb
Effectiviteit (let op diersporen ed.)	Registreren (monitoring, zie hst 8)
Drinkpoel* indien aanwezig:	
Waterdiepte drinkpoel optimaal: 0,8-1,2m	Gefaseerd baggeren, zodat (deel van) poel intact blijft en weinig schade ontstaat: - Klei- en veengebieden één keerl per 4-5 jaar; zeer fijn - Zandgebieden één keer per 7 jaar - Zandgebieden één keerl per 10 à 20 jaar
Tenminste 50% open water	Opschonen (maaïen), deel van de vegetatie laten staan; overtollige plantenresten afvoeren.
Voldoende zonlichttoetreding	Beschaduwïng in toom houden door gericht snoeien of kappen
Geleidelijk aflopende oever van drinkpoel	Oever afgraven
Voor amfibieën: goede aansluiting op verbindingroutes en biotopen in de omgeving t.o.v. drinkpoel	Aansluiting verbeteren door aanbrengen beplanting
Verstoring	Toegang voor mensen bemoeilijken
Ondoorlatendheid bodem	Herstellen

* Werkzaamheden aan drinkpoel tussen half augustus en half oktober uitvoeren

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2.1.6 AQUADUCT MET DOORLOPENDE OEVER (PALUDUCT/ ECO-AQUADUCT)

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	OO
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	OO
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	GO
Kleine zoogdieren	GO	OO
Vleermuizen	GO	GO
Vogels	GO	3
Reptielen	GO	GO
Amfibieën	GO	OO
Insecten	GO	4
Overig ongewerveld	GO	GO



Ontwerp van een Paluduct (Bron: Jos van den Hurk, BWZ Ingenieurs)

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doelen

Bij de aanleg of verbreding van aquaducten kan ruimte worden gereserveerd waar de oever van de waterweg doorloopt, zodat fauna hiervan gebruik kan maken om de onderliggende (spoor)weg te passeren. Bij het zogenoemde 'eco-aquaduct' is de extra ruimte zo groot dat een brede moerasstrook kan worden ingericht. Het eco-aquaduct heeft een omvang en een ambitieniveau dat vergelijkbaar is met dat van een ecoduct. Anders dan bij de doorgaans 'droge' ecoducten ligt het accent van een eco-aquaduct op de 'natte' natuurwaarden en zijn de doelsoorten ook in eerste instantie doelsoorten van oevers en moerassen.

Ontwerp

- Het ontwerp van een eco-aquaduct is hetzelfde als van een gewoon aquaduct, alleen breder dan nodig is om boten te laten passeren. Het natuurlijke deel kan enkele meters breed zijn en alleen uit land of een rietzoom bestaan, of breed en zowel droge als natte delen bevatten. Door het natuurlijke deel enigszins te laten hellen ontstaan verschillende typen natuur dicht naast elkaar, zoals een natte zone, een rietzone, een graslandzone en een zone met beplanting. Het eco-aquaduct bedient zo meerdere soort(groep)en.
- Verder gelden voor het natuurlijke deel van het eco-aquaduct dezelfde eisen en richtlijnen als die voor een [ecoduct](#).

Aandachtspunten

- Ten opzichte van andere typen voorzieningen brengen recreanten relatief veel tijd door op eco-aquaducten (watersporters, hengelsporters etc.). De aanwezigheid van mensen op het eco-aquaduct blijkt de werking te belemmeren (Schut, J. & M. Sikkema, 2009). Afhankelijk van de intensiteit van de verstoring kan door de inzet van verbodsborden, hekwerken en/of grote grazers het ongewenste medegebruik door mensen worden teruggedrongen.
- Informatieborden met uitleg over de functie van de groenstrook op het aquaduct kan voorkomen dat mensen hier aanmeren en/of overheen lopen.

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

- De doelstellingen beogen een open landschap (rietveld, kruidenrijke oevers, open water). De verwachte successie (vorming van bos en struweel) ondermijnt dit landschapstype. Regelmatig beheer moet dit voorkomen. Begrazingsbeheer is een goede optie om de gewenste openheid van de faunapassage en directe omgeving te behouden.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2.2 MAATREGELEN GERICHT OP UITWISSELING ONDERLANGS

9.2.2.1 AMFIBIETUNNEL

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	X	X
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	3
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	2
Kleine zoogdieren	GO	3
Vleermuizen	X	X
Vogels	X	X
Reptielen	GO	OO
Amfibieën	OK	3
Insecten	GO	GO
Overig ongewerveld	GO	GO

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Amfibieëntunnel onder weg

Algemene beschrijving en doelen

Amfibieëntunnels zijn [kleine faunatunnels](#) met gaten in het dak. Naast amfibieën maken ook reptielen, kleine en middelgrote grondgebonden zoogdieren (muizen, spitsmuizen, egels, marters en soms ook eekhoorns) en geleedpotigen (loopkevers, spinnen, pissebedden) gebruik van amfibietunnels.

De openingen in het dak moeten ervoor zorgen dat het klimaat in de tunnel niet teveel afwijkt van het klimaat buiten de tunnel. In een gesloten tunnel is het meestal kouder dan daarbuiten, waardoor ze minder effectief zouden zijn voor koudbloedige dieren, zoals amfibieën en reptielen. Tevens ligt een amfibietunnel niet zo diep onder de grond, waardoor ze geschikter zijn voor secundaire wegen in een vlak landschap en voor spoorwegen waar vaak onvoldoende ruimte onder het spoor is om aan de Ontwerpvoorschriften voor Kunstwerken van ProRail te voldoen, namelijk dat de bovenkant van de tunnel minimaal 1,80 m onder de bovenkant van de spoorstaven ligt.

Een groot nadeel van amfibietunnels is dat de bovenkant (een metalen rooster of beton met gaten) nooit goed aansluit op het asfalt en erg gevoelig is voor (vorst)schade. Als de ruimte er is, is het beter om een gesloten kleine faunatunnel aan te leggen, waarboven het asfalt ononderbroken blijft. Vanwege hun veelal ruimere omvang bieden de kleine faunatunnels meestal aan meer soorten passagemogelijkheden, dan een amfibietunnel.

Deze tunnels kunnen vanwege de kwetsbaarheid van het dak niet bij snelwegen worden toegepast.

Ontwerp

- Rechthoekige duikers hebben voor amfibieën en veel soorten zoogdieren de voorkeur. De rechte wanden vormen een betere geleiding, het loopoppervlak is relatief groter en toe leidende rasters en schermen sluiten beter aan. De loopstrook heeft in principe dezelfde breedte als de binnenruimte van de voorziening zelf; dit wordt bij ronde



Amfibieëntunnel onder spoor
(Bron: Maarten van Vuurde, Kuiper Compagnons)

tunnels pas bereikt als het substraat tot halverwege de hoogte van de tunnel staat, waardoor veel van de hoogte verloren gaat.

- De tunnel kan geheel van beton zijn gemaakt, waarbij in het betonnen dak gaten zijn gemaakt (marginale lichtinval) of bestaan uit een 'U-goot' die wordt afgedekt met een metalen rooster (omvangrijke lichtinval).
- Het aanbrengen van een laag aarde in de tunnel is van belang om uitdroging van amfibieën te voorkomen.
- De minimale afmetingen van tunnels voor amfibieën zijn te vinden in [bijlage 5D](#).
- Een andere oplossing om de koudeval in de tunnel te voorkomen is het gebruik van warmtevasthoudend materiaal in de tunnel.



Schade aan wegdek door aanwezigheid amfibieëntunnel. Geeft tevens geluidsoverlast (Bron: Nico Jonker, Provincie Noord-Holland)

Landschappelijke inpassing en geleiding

- Let op nabijgelegen zijwegen en perceeltoegangen. [Schermen](#) of andere aanvullende voorzieningen moeten voorkomen dat dieren niet via deze 'hiaten' alsnog op de (spoor)weg komen.
- De geleiding in het aanloopgebied van de voorziening moet aansluiten op bestaande verbindingroutes en leefgebieden in het achterland. Gebruik bij voorkeur dezelfde materialen en structuren als in het achterland.
- Naast geleiding kan ook de directe omgeving van de ingang voor de doelsoorten aantrekkelijk worden gemaakt. Een droge greppel met bladmateriaal loodrecht op de ingang of een poel trekt amfibieën aan.

Aandachtspunten

- Bij 'open' amfibieëntunnels (met rooster) kunnen problemen ontstaan door strooizout. Dit probleem is op te heffen door de voorziening na de winter door de brandweer of een aannemer schoon te laten spoelen. Hiermee zijn uiteraard kosten gemoeid die vooraf in een beheer- en onderhoudsplan dienen te worden opgenomen.
- Bij massale paddentrek is soms sprake van een breed front van trekkende dieren. Eén amfibietunnel volstaat dan meestal niet om hen allemaal naar de overkant van de (spoor)weg te leiden. Dan zijn meerdere tunnels naast elkaar nodig. Voor de afstand tussen twee opeenvolgende amfibieëntunnels geldt in dit geval een richtlijn van maximaal 60 meter. Dit is wat anders dan het advies in [bijlage 5D](#). De daarin gegeven adviesafstand tussen opeenvolgende tunnels heeft betrekking op het optimaliseren van de kans dat amfibieën een tunnel vinden. Ook buiten het trekseizoen.
- Langs de (spoor)weg moeten geleidende [schermen](#) of betonwanden worden geplaatst die goed aansluiten op de ingang van de tunnel.
- Houd rekening met fluctuerende grondwaterstanden, zodat de tunnel niet met water wordt gevuld bij stijgende grondwaterstanden. Een enkele keer is niet erg, maar het moet zeker niet gebeuren in de trektijd van de amfibieën.

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

- Inspectiefrequentie: één keer per zes maanden in december-januari en juni-juli.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Toegankelijkheid en passeerbaarheid	Verwijderen begroeiing, takken, bladeren en andere obstakels
Niveaueverschil tussen tunnelingang en aansluitende bodem	Nivelleren
Constructieve schade	Schade herstellen
Wateroverlast	Tegengaan/afwatering verbeteren
Zwerfvuil en obstakels	Zwerfvuil ruimen en obstakels verwijderen
Voldoende dekking rond ingang	Aanbrengen dekkinggevend beplanting
Bij tunnels met roosters: inspoeling van olie- en pekeleresten	Schoonmaken
Bij tunnels met roosters: Roosters vrij van vegetatie en obstakels	Vegetatie en obstakels verwijderen
Bij tunnels met roosters: Loszittende roosters	Rooster vastzetten
Effectiviteit (let op diersporen ed.)	Registreren (monitoring, zie hst 8)

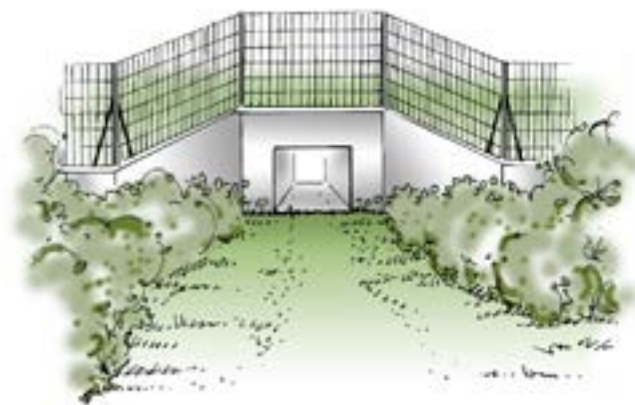
[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2.2.2 KLEINE FAUNATUNNEL

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	X	X
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	3
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	2
Kleine zoogdieren	GO	3
Vleermuizen	X	X
Vogels	X	X
Reptielen	GO	OO
Amfibieën	GO	2
Insecten	X	X
Overig ongewerveld	X	X

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Vooraanzicht kleine faunatunnel



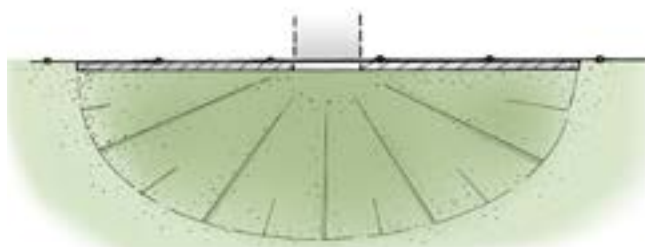
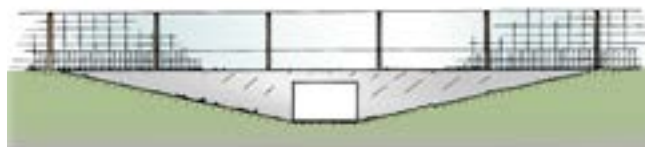
Profiel kleine faunatunnel

Algemene beschrijving en doelen

Kleine faunatunnels zijn buizen of rechthoekige, droge duikers die zijn bedoeld voor kleine tot middelgrote landgebonden diersoorten, maar Incidenteel gebruik door amfibieën en reptielen is ook bekend. Een kleine faunatunnel wordt ook vaak kleinwildtunnel, dassentunnel, bevertunnel of faunabuis genoemd, afhankelijk van eventuele specifieke doelsoorten. Kleine faunatunnels kunnen tijdens de aanleg of verbreding van een weg worden aangelegd, maar ook onder bestaande wegen worden geperst.

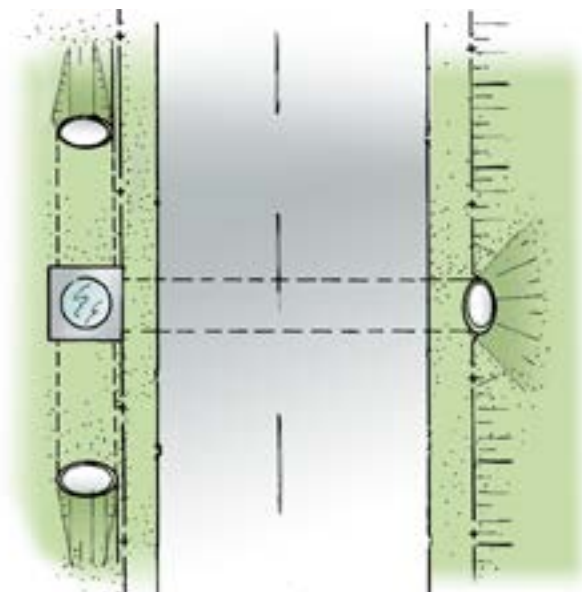
Ontwerp

- Voor de optimale verhouding van afmetingen voor regelmatig tot frequent gebruik ('ideaalsituatie' = aanbevolen) geldt de openheidformule $H \times B / L = 1$, waarbij hoogte (H) de afstand vanaf de bodem tot de bovenkant van de tunnel is; B = breedte van de tunnel, L = lengte van de tunnel.
- Kleine faunatunnels bestaan meestal uit beton, staal of kunststof (glad of gegolfd).
- Rechthoekige duikers hebben de voorkeur. De rechte wanden vormen een betere geleiding, het loopoppervlak is relatief groot en toe leidende rasters en schermen sluiten beter aan. De loopstrook heeft in principe dezelfde breedte als de binnenruimte van de voorziening zelf; dit wordt bij ronde tunnels pas bereikt als het substraat tot halverwege de hoogte van de tunnel staat.
- Ronde buizen zijn meestal goedkoper dan rechthoekige duikers en kunnen vaak gemakkelijk onder een bestaande weg worden geperst. Doorpersing is mogelijk tot een diameter van circa 3 meter.
- Voor rechthoekige duikers zijn prefab-elementen verkrijgbaar. Deze elementen moeten naadloos op elkaar aansluiten. Dit is met name van belang om de faunapassage waterdicht te houden. Rechthoekige duikers dienen in open sleuf te worden aangelegd.
- De bodem moet bestaan uit grond van 5 à 10 cm dik.
- De bodem van een ronde buis kan eerst met een dun laagje cement van enkele centimeters worden aangevuld om een groter loopvlak te krijgen. Dit heeft het voordeel boven aanvulling met aarde dat de laag niet kan wegspoelen. Op deze laag cement wordt na uitharding een laagje aarde (5 à 10 cm) aangebracht.



Een kleine faunatunnel heeft een inlooptalud van maximaal 1:4 in verband met beheer en gebruik door dieren

- De aanloop naar de tunnel is bij voorkeur horizontaal. Er kan dan geen (regen)water de tunnel instromen. Is een helling in de aanlooproute niet te voorkomen dan is deze maximaal 10-15 graden (circa 1:4). Bij een steilere helling kunnen kleine soorten moeilijk uit de tunnel komen.
- Zit de helling in de tunneluiteinden, dan moeten deze worden opgeruwd, zodat grond hierop blijft liggen. Dit kan door ruw beton van 10-15 cm in de betonnen, kunststof of ijzeren pijpen aan te brengen.
- Bij beperkte ruimte eventueel de uitloop parallel aan de rijbaan situeren. Let er ook dan goed op dat het begeleidend raster goed aansluit op de ingangen van de buizen. Dubbele in-/uitloopbuizen komen in de inspectieput (op de T-splitsing) samen. Om te voorkomen dat dieren door de andere inloopbuis weer naar buiten lopen, kan een schot worden geplaatst.
- Plaats inspectieputten ongeveer 15 cm boven het maaiveld zodat regenwater er niet in kan stromen. Dit verkleint ook de kans dat kleine dieren per ongeluk in de put vallen als de deksel niet goed sluit. Zie ook [paragraaf 9.1.5](#).
- Om stagnatie van regenwater in de buis te voorkomen moet deze worden aangelegd onder een klein verhang van minimaal 1,5%, bij voorkeur in de richting van de oorspronkelijke (grond)waterstroming. Een overkapping aan de tunnelingang kan inregenen voorkomen. Mogelijk zijn extra maatregelen bij de ingangen nodig om te voorkomen dat hemelwater alsnog de tunnel instroomt. Denk hierbij aan grindkoffers en dergelijke.
- Degelijk onderzoek naar lokale grondwaterstanden is van groot belang bij locatiekeuze en het ontwerp van tunnels. Grondwatermodellen en gegevens van waterschappen zijn onvoldoende nauwkeurig om een tunnel op te dimensioneren. Daarom wordt geadviseerd voor de aanleg van de tunnel peilbuizen te zetten en te monitoren zodat de relatie met (model) gegevens bekend is en een betere indruk wordt verkregen van de werkelijke waterstanden. Houd daarbij rekening met jaarverschillen: is het een nat of droog jaar waarin de metingen gedaan zijn?
- Bij hoge grondwaterstanden zullen ook tunnels voorzien van grindkoffers en waterdichte afsluitingen onderlopen. Betonnen buizen zijn per definitie niet waterdicht ook al wordt dit soms wel beweerd. Aansluitingen zijn nooit waterdicht te krijgen. Bij diep grondwater kan onder in een betonnen put, de aansluiting van de schuine op de horizontale buis een grindkoffer gemaakt worden. In een kunststof- of metalenbuis kunnen hier gaten in worden gemaakt om hemelwater af te voeren.
- Bij hoge grondwaterstanden in geval van schuine inloopbuizen enkel kunststofbuizen toepassen die gelast worden. Schuifmoffen hebben toch regelmatig problemen met waterdichtheid.
- De bodem van de tunnel moet het grootste deel van de tijd boven het hoogste grondwatervniveau staan (kortdurende inundaties kunnen worden getolereerd). Komt de tunnel te dicht onder het wegdek te liggen om voldoende droog te blijven (waardoor niet langer wordt voldaan aan de eisen vanuit de Richtlijn Boortechnieken van RWS), dan dient van de tunnel te worden afgezien. Tunnels in het grondwater leveren veel problemen op omdat deze zeer moeilijk 100% waterdicht zijn te maken of te houden. Het is beter om in gebieden met hoge grondwaterstanden een grote faunatunnel aan te leggen op een plek waar de weg omhoog gebracht kan worden of toch al hoger licht (taluds naar viaducten) dan meerdere slecht functionerende kleine tunnels aan te leggen waar water in blijft staan.
- Om in smalle tunnels grote verschillen tussen binnen- en buitenklimaat te beperken en plaatselijk zonlicht in te kunnen laten, kan een deel van de tunnel – bijvoorbeeld in de (midden)berm van snelwegen – van boven van openingen worden voorzien. Dit kan in de vorm van een goot met afdekrooster, met een inspectieput met transparante deksel of met Solartube (deze kaatst zonlicht naar beneden en heeft als voordeel dat vuil afspoelt). Daarnaast hebben open constructies het voordeel dat ze minder gevoelig zijn voor hogere grondwaterstanden of stagnerend water na perioden van overvloedige regenval. Zie ook [Amfibieëntunnel](#).
- Als in de middenberm voldoende ruimte beschikbaar is, dan kan hier ook een steile greppel of kuil met raster en/of scherm worden aangelegd, zodat de lengte van de tunneldelen onder de rijbanen beperkt blijft. Let bij de aanleg goed op de afwatering van de weg; die mag niet afwateren op de middenberm.
- De minimale afmetingen van de tunnel (zie [bijlage 5](#)) worden niet alleen bepaald door de grootte van de doelsoorten, maar in belangrijke mate ook door de lengte van de tunnel. Hoe langer de tunnel, hoe groter de doorsnede moet zijn. Dit heeft met name te maken met het microklimaat en voor een aantal soorten ook met de lichtinval in de tunnel. Bij toenemende lengte van de tunnel wordt het verschil tussen binnen- en



Constructie met zijingangen wordt toegepast op plaatsen waar in de wegberm weinig ruimte is



Een laag zand maakt tunnels aantrekkelijker voor dieren (Bron: Johan de Bijl, RWS)



In de middenberm van deze weg is een kuil gemaakt zodat hier licht bij de tunnel kan komen of een open, uitgerasterde loopstrook de twee tunneldelen verbindt (Bron Bert Stegehuis, RWS)

buitenklimaat steeds groter, waardoor koudbloedige dieren als reptielen en amfibieën de tunnel niet of minder frequent gebruiken. Bij lange tunnels zien visueel ingestelde soorten, zoals haas, het andere uiteinde niet, wat het gebruik kan beperken. Vleermuizen hebben hier geen last van, omdat zij zich met behulp van echolocatie oriënteren. Ook holbewonende soorten als das en konijn worden geacht weinig problemen te hebben met tunnels waarvan ze het andere uiteinde niet zien.

- De diameter van een buis moet groot genoeg zijn om op de bodem een grondlaag aan te kunnen brengen en toch nog aan de minimale hoogtes te voldoen. Zie [bijlage 5](#) voor de minimale hoogtes per doelsoort.



Een lichtkoepel in de middenberm van de N279 gemaakt van een Solartube

Herpetoduct

- Een specifiek op reptielen ontworpen kleine faunatunnel waarbij zoveel mogelijk (midden)berm bestaat uit niet overdekte 'open lucht' (alleen de rijstroken vormen de overkapping), teneinde de temperatuur en de hoeveelheid licht in de tunnel te maximaliseren (de wanden zijn wit geschilderd), betreft het zogenaamde herpetoduct. Door dit ontwerp is de onderdoorgang zeer geschikt voor zonminnende reptielen.
- Bij de grote versies van het herpetoduct is in de tunnel ook ruimte voor een [steenwal](#) of [stobbenwal](#) om de reptielen schuilmogelijkheden te bieden.



Herpetoduct op de Elspeetse Heide

CAT-tunnel

Een andere optie voor soorten waarvoor een donkere tunnel minder geschikt is (bijvoorbeeld zandhagedis), is de zogenaamde Comfort Animal Transfer (CAT) tunnel (Arcadis, 2011). Een CAT-tunnel laat natuurlijk licht invallen zonder dat het een open dakconstructie heeft. De lichtdoorlatendheid van het beton wordt mogelijk gemaakt door het aanbrengen van optische vezels in de dekplaat (diameter 3 mm per vezel; 1.500 vezels per strekkende meter tunnel). De optische vezels vangen licht op onder een hoek van 60 graden. Door het vergroten van het oppervlak neemt de lichtopbrengst toe. Hierdoor wordt 5% van de lichtbron doorgegeven via de optische vezels. De lichtdoorlatende tunnel kan daarmee ook een oplossing



Een CAT-tunnel onder de Dochterenseweg in Lochem (Bron: Kies 2012)

bieden in het geval er begroeiing gewenst is in de tunnel (bijvoorbeeld voor boomkikker die zich bij voorkeur verplaatst via struweel). Voordelen van de CAT-tunnel ten opzichte van reguliere kleine faunatunnels met een roosterdek zijn:

- Geen roosters die na verloop van tijd loslaten en lawaai gaan maken (overlast voor fauna en omgeving).
- Minder onderhoud nodig omdat geen blad, zwerfvuil, strooizout en regenwater in de tunnel terechtkomt via de dekplaat (drogere tunnel betekent ook minder algengroei van binnen = meer helderheid).
- Ook toepasbaar in rijkswegen waar normaliter geen 'open' tunnelconstructie kan worden toegepast vanwege de veiligheid.

Landschappelijke inpassing en geleiding

- Let op nabijgelegen zijwegen en perceelstoegangen. [Schermen](#) of andere aanvullende voorzieningen moeten voorkomen dat dieren niet via deze 'hiaten' alsnog op de (spoor)weg komen.
- De geleiding in het aanloopgebied van de voorziening moet aansluiten op bestaande verbindingroutes en leefgebieden in het achterland. Gebruik bij voorkeur dezelfde materialen en structuren als in het achterland.
- Naast geleiding kan ook de directe omgeving van de ingang voor de doelsoorten aantrekkelijk(er) worden gemaakt. Struiken of andere hoge vegetatie in een overigens open landschap trekt veel diersoorten aan ('lokstruweel'). Let er wel op dat de struiken niet zo dicht tegen het raster/scherm staan dat de dieren via de struiken over het raster/scherm kunnen klimmen. Stobben kunnen gebruikt worden om dieren te geleiden in de eerste jaren na aanleg, bijvoorbeeld bij reptielen en amfibieën. Als de vegetatie voldoende is ontwikkeld neemt deze de functie van geleiding over.

Aandachtspunten

- Een kleine faunatunnel mag niet te dicht onder het asfalt of de Bovenkant Spoorstaaf (BS) komen te liggen (Richtlijn Boortechnieken RWS, respectievelijk Ontwerpvoorschriften voor Kunstwerken ProRail). Voor spoorwegen geldt dat de afstand tunnelplafond – BS minimaal 1,80 meter moet zijn. Deze vereiste kan conflicteren met de wens om de tunnel zo hoog mogelijk in het talud aan te brengen in verband met de plaatselijke grondwaterstand. Een alternatieve oplossing zou de [Dwarsligger](#) kunnen zijn.
- De ligging van een faunapassage onder het spoor dient minimaal 10 meter bij andere kunstwerken vandaan te liggen.
- Kleine faunatunnels onder spoorwegen moeten zijn gemaakt van beton of van glasvezelversterkt kunststof (GVK). Stalen buizen mogen niet worden toegepast; deze kunnen 'opgegeten' worden door zwerfstromen (elektrische stromen die een andere weg nemen dan de gewenste stroomkring). In verband met kans op ongelijkmatige zettingen (verzakkingen van de grond) en de grote gevolgen daarvan voor de veiligheid en beschikbaarheid van het spoor worden bij bestaande spoorwegen in principe ronde tunnels toegepast en geen vierkante constructies. Rond heeft een gunstiger effect op de spoorbaan dan vierkant. Vierkante of rechthoekige constructies zijn wel toegestaan, mits voldoende diep onder de BS aangebracht en voorzien van overgangsconstructies. Exacte voorwaarden zijn te vinden in de ProRail ontwerpvoorschriften (serie OVS00030).
- Op locaties die dicht bij de bebouwde kom liggen bestaat het risico dat kinderen in de tunnelbuis kruipen. Door een rooster in de tunnelingang te plaatsen, kan dit worden voorkomen. Indien tunnels een diameter hebben van 0,4 meter of meer en in of nabij de bebouwde kom liggen, moet zo'n rooster zeker worden aangebracht. De grootte van de opening in het rooster moet afgestemd zijn op de doelsoorten. Ook de inspectieputten moeten kindveilig en vandalismebestendig zijn.
- Een betonnen bodem mag niet onbedekt zijn. Dit maakt de tunnel ongeschikt voor amfibieën. Het beton onttrekt vocht aan met name jonge exemplaren, die daardoor worden vastgezogen en sterven. Het beton altijd met een laagje aarde of zand bedekken.
- Bij voorkeur worden bij een knelpunt meerdere kleine faunatunnels aangelegd. Als een van de tunnels niet kan worden gebruikt, bijvoorbeeld omdat er tijdelijk water in staat of een predator of concurrent de toegang verspert, dan is er altijd een alternatief voor handen.
- Probeer verschillende voorzieningen te combineren. Bijvoorbeeld een kleine faunatunnel in een verkeersdrempel of in een wildrooster. Zo komt de faunatunnel hoger boven het grondwaterniveau te liggen en is tegelijkertijd sprake van een snelheidsbeperkende maatregel die bijvoorbeeld de kans op aanrijdingen met mensen en (huis)dieren verlaagt.
- Streef bij de aanleg van faunatunnels naar eenvoud! Hoewel ook complexe constructies door fauna worden gebruikt (maar mogelijk minder frequent of door minder soorten), is het vanuit kostenoverwegingen en beheer & onderhoud wenselijk om zoveel mogelijk rechte, eenvoudige tunnels aan te leggen zonder inspectieputten, bochten, knikken etc.
- Langs de (spoor)weg moeten geleidende [schermen of betonwanden](#) worden geplaatst die goed aansluiten op de ingang van de tunnel.
- Naast geleiding kan ook de directe omgeving van de ingang voor de doelsoorten aantrekkelijk(er) worden gemaakt. Struiken of andere hoge vegetatie in een overigens lege omgeving trekt veel diersoorten aan ('lokstruweel'). Let er wel op dat de struiken niet zo dicht tegen het raster/scherm staan dat de dieren via de struiken over het raster/scherm kunnen klimmen.



Rooster voor ingang faunatunnel bij de A58 om te voorkomen dat er kinderen inkruipen

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

- De tunnelingang mag niet worden verstoord door mensen, huisdieren, vee en kunstlicht.
- De tunnel moet toegankelijk zijn voor inspectie: indien nodig wordt een inspectieput aangebracht. Het talud bij de ingang van de buis heeft in verband met beheer een maximale hellingshoek van 1:4.
- Voorkom door tijdige inspectie en onderhoud dat de tunnel verstopt raakt of permanent onder water staat. Let tijdens de inspectie dus vooral op zwerfvuil, opgehoopt bladmateriaal en stagnerend water. Een zaklamp is vaak niet voldoende, een tennisbal aan een touw de tunnel in gooien / rollen maakt vaak veel duidelijk zodra deze er weer nat uitkomt. Beter is het om iedere twee jaar de binnenzijde van de tunnel geheel te laten inspecteren door een rijdende robot.
- Ook de vegetatie rondom de tunnelingenangen moet goed worden beheerd. Enerzijds moet de ingang van de tunnel voor de doelsoorten toegankelijk blijven, anderzijds moet de vegetatie nabij de ingang voldoende dekking bieden. Dit vergt doorgaans een jaarlijkse onderhoudsbeurt.
- Er mogen geen obstakels in en in de buurt van de ingang voorkomen. Denk daarbij aan zwerfaval, omgevallen bomen, landbouwvoertuigen etc.
- Zorg tijdens inspectie en onderhoud voor goede werkafspraken, zodat werkpoorten niet open blijven staan en geconstateerde verstoppingen door zwerfvuil etc. direct worden opgeheven. Een (stalen) faunabuis die geheel onder water staat, functioneert niet of nauwelijks als faunapassage. Hoewel stagnerant water in een faunabuis zeer hardnekkig kan zijn, zelden spontaan verdwijnt (verdampt) en lastig te verwijderen is, moet alles in werking worden gesteld om de buis weer droog te krijgen (anders: handhaving knelpunt, versterking barrièrewerking want de rasters werken wél, weggegooid geld).
- Inspectiefrequentie: één keer per drie maanden in februari, mei, augustus en november.



Goede afspraken met beheerders en eigenaren van aanpalende gronden voorkomt blokkades van faunatunnels, zoals in dit voorbeeld

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Toegankelijkheid en passeerbaarheid	Ingespoeld zand, takken, bladeren en andere obstakels verwijderen; ingang vrijmaken van begroeiing, zodat deze toegankelijk is, maar dekking heeft.
Constructieve schade	Schade herstellen
Wateroverlast (water kan binnenkomen via ingang, deksel, lekkende naden, of door slechte aansluiting tunnel op inspectieput)	Oorzaak aanpakken; eventueel kan de tunnel worden drooggemaakt met een handpomp
Zwerfvuil en obstakels	Zwerfvuil ruimen en obstakels verwijderen
Voldoende dekking rond ingang	Aanbrengen dekking-gevende beplanting
Verstoring	Verstoring voorkomen door aanplant doorndragende beplanting
Vandalisme en stroperij	Misbruik melden bij handhavers
Toegankelijkheid voor inspectieput voor inspectie	Belemmerende opslag van vegetatie verwijderen
Niveaunderschil tussen bodem van de inspectieput en de tunnel (de put mag geen val voor kleine dieren zijn)	Niveaunderschil nivelleren
Sluitmechaniek van deksel inspectieput	Zorgen voor een goedwerkend sluitmechaniek
Vervuiling van grindkopper (als de grindkoffer volloopt met grond, loopt het water niet meer goed weg)	Schoonmaken, eventueel het grind vervangen
Lichttoetreding door lichtkoker en toegankelijkheid voor inspectie	Vegetatie die de lichttoetreding door lichtkoker of de toegang voor inspectie belemmert, verwijderen
Sluitmechaniek deksel lichtkoker (geluidsarm en trillingsvrij)	Zorgen voor een goedwerkend sluitmechaniek
lekkage van het deksel inspectieput en/of lichtkoker	Herstellen en zorgen voor een goedwerkend sluitmechaniek
Effectiviteit (let op diersporen ed.)	Registreren (monitoring, zie hst 8)

[Terug naar totaaloverzicht faunavorzieningen](#)

9.2.2.3 GROTE FAUNATUNNEL

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	OO	3
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	2
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	2
Kleine zoogdieren	GO	3
Vleermuizen	GO	4
Vogels	X	X
Reptielen	GO	OO
Amfibieën	GO	1
Insecten	GO	1
Overig ongewerveld	GO	1

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Grote faunatunnel (Bron: Dennis Wansink, Bureau Waardenburg)

Algemene beschrijving en doelen

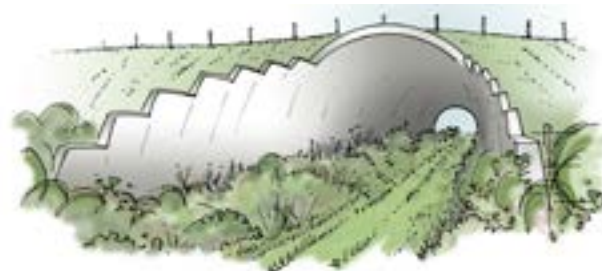
Grote tunnels worden toegepast als de aanleg van een brug of viaduct op pijlers niet mogelijk is. Een grote faunatunnel komt wat betreft vorm en dimensies overeen met een normale verkeerstunnel, maar in plaats van asfalt of beton bestaat de grondlaag uit aarde met vegetatie. Door hun grote omvang zijn ze geschikt voor grote zoogdieren (herten, wilde zwijnen, Schotse Hooglanders en Konikpaarden). De meeste kleine soorten, inclusief vleermuizen, gebruiken deze tunnels ook om infrastructuur te kruisen.

Ontwerp

- Het technisch ontwerp is voor een groot deel vergelijkbaar met dat van normale verkeerstunnels. Twee typen zijn in zwang: rechthoekige en halfronde. Bij de halfronde lopen de wanden meestal verder het aanloopgebied in.



Ontwerp van vierkante faunatunnel



Ontwerp van ronde faunatunnel

- De helling van de toegang tot de tunnel dient zo klein mogelijk te zijn en is bijvoorbeeld voor de meest kritische doelsoort edelhert hooguit 1:10.
- Grote diersoorten als herten en zwijnen zouden tunnels alleen gebruiken als die een bepaalde 'openheid' hebben; dus niet te veel de indruk wekken dat je door een tunnel loopt. Voor het bepalen van de juiste openheid per doelsoort wordt vaak de volgende formule gebruikt: $\text{hoogte} \times \text{breedte} / \text{lengte}$. Voor edelhert moeten de maten zo zijn dat de uitkomst 2 of groter is, voor ree en wild zwijn moet de uitkomst 1,5 of groter zijn. In de praktijk blijkt echter dat tunnels die niet aan deze formule voldoen toch door genoemde soorten worden gebruikt. Een tunnel onder de N344 levert bijvoorbeeld een uitkomst van 0,6. Toch wordt deze regelmatig door edelhert, damhert en ree en zelfs meerdere keren per dag door wild zwijn gebruikt (Emond et al. 2020). Het feit dat de tunnel in een zeer rustig gebied ligt met bijna geen verstoring door mensen of huisdieren speelt waarschijnlijk een rol, maar het laat zien dat dieren zich niet zo strak aan de door ons opgelegde richtlijnen houden en dat het niet kunnen voldoen aan adviesmaten niet betekent dat het zinloos is een faunavoorziening aan te leggen. In [bijlage 5](#) worden adviezen gegeven voor de afmetingen van een onderdoorgang per soort.

- Vegetatie in de tunnel bevordert het gebruik. Voor vegetatie is zonlicht en (regen)water nodig. Ten aanzien van de afmetingen van de tunnel in relatie tot zonlicht gelden de richtlijnen zoals weergegeven in [paragraaf 9.2.2.8](#).
- Als daar de ruimte voor is, is de tunnel in de middenberm van de bovengelige weg open, zodat zonlicht en regen de bodem kan bereiken. Dit bevordert de ontwikkeling van vegetatie in de tunnel en maakt het aantrekkelijker voor dieren om de tunnel te gebruiken.
- Zijn er geen mogelijkheden voor vegetatieontwikkeling in (een deel van) de tunnel, dan kan een rij stobben in de tunnel worden geplaatst. Deze bieden de kleine soorten dekking als ze door de tunnel gaan.
- Een waterloop door de tunnel zorgt voor extra geleiding en vergroot het aantal soorten dat de tunnel kan gebruiken. De waterloop zorgt tevens voor een iets vochtiger bodem, wat de ontwikkeling van vegetatie in de tunnel bevordert. Is op de planlocatie geen waterloop aanwezig, dan is het graven van een greppel in de tunnel een goede oplossing. De greppel moet tot ruim buiten beide tunneluiteinden doorlopen en bijvoorbeeld aansluiten op wateren, heggen of houtwallen in het achterland.
- Om de bodem in een droge tunnel (zonder waterloop) vochtig te houden kan hemelwater van het (spoor)wegtalud de tunnel in worden geleid. Strooizout en olieresten van de weg mogen niet meekomen. Let er ook op dat de tunnel door deze constructie niet onderstroomt en permanent met water gevuld raakt. Het verliest dan zijn functie voor de niet aan watergebonden soorten.



Stobben naar en onder een grote faunatunnel zorgen voor dekking en geleiding en leveren aan kleine dieren, zoals muizen en reptielen, (tijdelijk) leefgebied (Bron: Johan de Bijl/RWS)

Medegebruik door mensen

Soms is medegebruik door mensen, schapen of vee mogelijk, omdat de wilde fauna overdag en de tamme fauna en mensen de tunnel overdag gebruiken. Het gebruik mag er niet toe leiden dat de vegetatie of andere dekkingbiedende voorzieningen wordt beschadigd. Honden moeten uit de tunnel geweerd worden, want de geur of aanwezigheid daarvan schrikt wilde dieren af.

Aandachtspunten

- Aan weerszijden van de toegang tot de faunavoorziening moeten [rasters](#) worden geplaatst om te voorkomen dat dieren daar de (spoor-, vaar-)weg oversteken.
- In de tunnel en in de directe omgeving van de ingangen mogen geen lampen branden, want kunstlicht maakt de tunnel minder geschikt voor vleermuizen.
- Oneigenlijk gebruik van een grote faunatunnel (mountainbiken, illegale route landbouwvoertuigen) kan worden tegengegaan door de plaatsing van obstakels, zonder dat dit het gebruik door fauna frustreert (bijv. door strategische plaatsing van keien, stobben of boomstammen).



Keien voor de ingang van een grote faunavoorzieningen moet gebruik door landbouwmachines voorkomen

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

- Inspectiefrequentie: één keer per drie maanden in februari, mei, augustus en november.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Toegankelijkheid en passeerbaarheid	Obstakels verwijderen
Constructieve schade	Schade herstellen
Wateroverlast	Afvoer verbeteren of grond aanbrengen (een vochtige bodem of een waterloopje is wenselijk)
Zwerfvuil en obstakels	Zwerfvuil ruimen en obstakels verwijderen
Voldoende dekking rond ingang	Aanbrengen/aanvullen dekking-gevende beplanting
Verstoring, oneigenlijk gebruik, vandalisme en stroperij	Verstoring voorkomen door aanplant doorndragende beplanting en Misbruik melden bij handhavers
Effectiviteit (let op diersporen en dergelijke)	Registreren (monitoring, zie hst 8)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2.2.4 ECODUIKER/ DUIKER MET FAUNAVOORZIENING

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	X	X
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	2	3
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	3
Kleine zoogdieren	GO	4
Vleermuizen	GO	GO
Vogels	X	X
Reptielen	GO	GO
Amfibieën	GO	1
Insecten	GO	1
Overig ongewerveld	GO	1

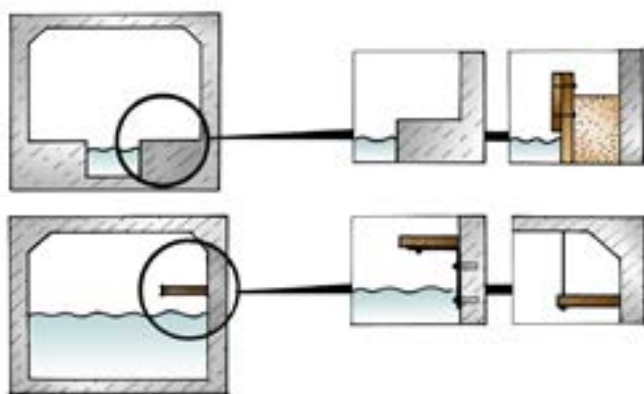
[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Loopstrook in duiker (Bron: Bert Stegehuis, RWS)

Algemene beschrijving en doelen

Duikers zijn ontworpen voor de tijdelijke en permanente afvoer van water. Indien duikers een deel van het jaar droog staan, worden deze vaak gebruikt door kleine diersoorten. Door het aanbrengen van loopstroken of loopplanken in bestaande duikers of gebruik van zogenaamde 'ecoduikers' (geprefabriceerde duikers met loopstroken) kunnen deze ook worden gebruikt bij hogere waterstanden.



Dwarsdoorsneden van verschillende soorten looprichels en loopplanken



Een loopplank die goed aansluit op de oever. Helaas sluit het raster niet goed aan op het kunstwerk. Er is ruimte voor kleine dieren om het raster te passeren. Met een metalen hoekprofiel of standaard muuraansluiting is dit te voorkomen (Bron: Lieveke Crombach, Provincie Overijssel)

Ontwerp

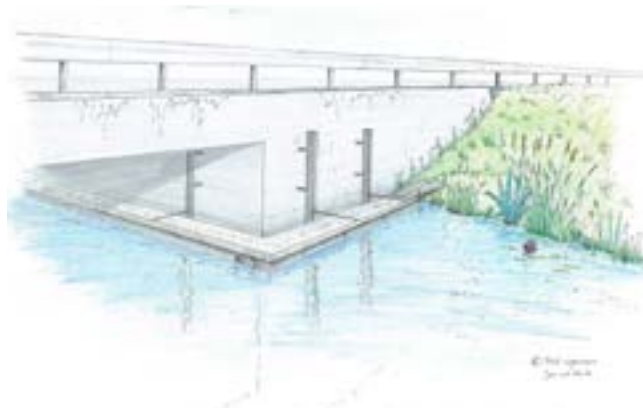
- De optimale breedte van de loopstroken is afhankelijk van de doelsoorten en de gewenste frequentie van gebruik. Voor regelmatig gebruik gelden de volgende adviesmaten (zie ook [bijlage 5](#)):
 - Muizen: 30 cm
 - Amfibieën: 50 cm
 - Bunzing, hermelijn, wezel: 40 cm
 - Otter en steenmarter: 50 cm
 - Egel, eekhoorn: 70 cm

- Hoe breder de loopstrook, hoe groter het aantal soorten dat er gebruik van kan maken. Ook geldt: hoe breder hoe frequenter de loopstrook wordt gebruikt (Brandjes et al. 2001).
- Naast de breedte van de loopplank is de doorloophoogte (afstand tussen de looprichel en de bovenkant van de duiker) van belang; deze is bij voorkeur 1,0 meter maar kan voor kleine soorten (muizen en amfibieën) minder zijn (zie [bijlage 5](#)).
- Voor de optimale verhouding van afmetingen voor regelmatig tot frequent gebruik ('ideaalsituatie' = aanbevolen) geldt de openheidformule $H \times B / L = 1$, waarbij hoogte (H) de afstand van de waterspiegel tot de onderkant van de brug is; B = breedte van de brug/duiker, L = lengte van de brug/duiker.
- Als materiaal voor de loopstrook kan hout, kunststof, metaal of beton worden gebruikt. De keuze is onder andere afhankelijk van de mogelijkheden om de loopplanken in de duiker te bevestigen en of dit voor de aanleg van de duiker kan (zoals bij de prefab versies) of niet. Ook hoe buiten de duiker de loopstrook op de oever en geleidende constructies (raster, vegetatie) kan worden aangesloten bepaalt de materiaalkeuze. Enkele voorbeelden (zie ook de figuren):
 - Houten loopplank(en) met FSC-keurmerk, duurzaamheidsklasse 1, met een minimale levensduur van bovengronds 50 jaar en in de grond 25 jaar.
 - Betonnen / kunststoffen loopstroken verbonden (gefixeerd) aan de wand en aansluitend op de oevers.
 - Kunststof bakken of goten gevuld met grond.
 - Loopstroken door het aanbrengen van grond achter een damwand, waardoor feitelijk een kunstwerk met doorlopende oevers ontstaat.
 - Schanskorven met een gronddek.

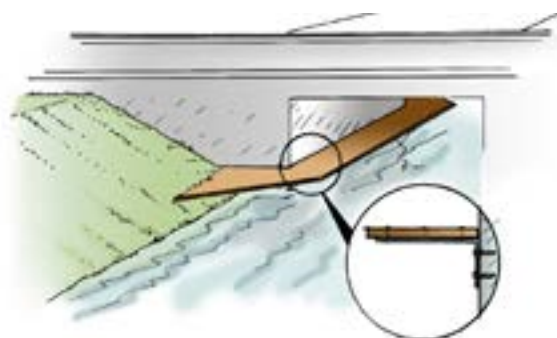


Ringslang op een loopplank in een duiker
(Bron: Pascal Peterman, Ecogroen)

- Uitgaande van criteria als duurzaam, zowel in de tijd als voor het milieu, en zo weinig mogelijk onderhoud, heeft beton de voorkeur.
- Bij voorkeur bevindt zich op de loopstrook zacht materiaal (houtsnippers, aarde, zand). De loopstrook moet dan opstaande randen hebben om te voorkomen dat het zand of de aarde in het water valt. Door het plaatsen van tussenschotjes van circa 1,5 cm hoog met een onderlinge afstand van ongeveer 1 meter blijft de grond meer gelijkmatig over de loopstrook verdeeld.
 - Andere opties om de aangebrachte grond te fixeren en uitspoeling / uitwaaien te voorkomen, is het verruwen van het oppervlak van de verharde ondergrond of het aanbrengen van op maat gemaakte grondfixerende honingraatvormige grindmatten.
 - Bij gebruik van beton is zacht materiaal op de loopstrook een 'must'. Kaal beton is namelijk nadelig voor amfibieën, omdat het vocht aan hen onttrekt. Met name jonge salamanders kunnen op droog beton vanwege hun geringe gewicht worden vastgezogen en uitgedroogd.
 - Duikers zijn soms voorzien van sleuven om hier schotbalken in te laten zakken om de duiker af te sluiten. De loopplank mag dit niet onmogelijk maken. In zo'n duiker kan een deel van de loopstrook opklapbaar worden gemaakt.
 - Bij de plaatsing moet rekening worden gehouden met wisselende waterstanden. Vraag bij het waterschap de zomer- en winterwaterstanden op en verifieer buiten of dit klopt door voorafgaand aan het plaatsen van de loopplank enkele bezoeken aan de planlocatie te brengen en de waterstanden te meten. Houd ongeveer 15 – 20 cm aan boven deze peilen als minimale afstand. De loopstroken mogen bij hoogwater niet onder water komen, maar enkele keren overstroomd bij piekafvoeren is geen probleem.
 - Bij sterk fluctuerende waterpeilen kunnen de loopstroken vrijbewegend worden aangelegd, zodat ze met het wisselend waterpeil meebewegen. Bewegende loopstroken zijn wel erg onderhoudsgevoelig! Daarom alleen toepassen wanneer de ruimte tussen het waterpeil en een bestaande duiker of brug klein is.



Een loopstrook die met het wisselend waterpeil meebeweegt



Bij een scherpe hoek van 90 graden kan een verbreding richting de oever worden aangebracht die de hoek van de aansluiting verkleint

Inrichting en inpassing

- Een goede aansluiting van de loopstroken op de oever van de watergang is belangrijk. Hoogteverschillen, verspringingen en onderbrekingen tussen oever en plank moeten worden voorkomen. De overgang van de stroken naar de oever is bij voorkeur vlak en mag in ieder geval niet steiler zijn dan 30 graden (1:2).

- Hoek in het horizontale vlak worden zoveel mogelijk beperkt. Bij een scherpe hoek van 90 graden kan een verbreding richting de oever worden aangebracht die de hoek van de aansluiting verkleint
- In het aanloopgebied naar de voorziening is geleiding gewenst in de vorm van opgaande (oever)vegetatie.

Aandachtspunten

- De doorstroming onder bruggen en duikers moet te allen tijde worden gegarandeerd. Breng de loopstrook langs watergangen (waarvan de doorstroomcapaciteit beperkend kan zijn) daarom altijd aan boven de hoogste te verwachten waterstand.
- Voordat loopstroken worden aangebracht in een relatief kleine duiker, moet worden uitgezocht of de duiker door vleermuizen wordt gebruikt. Voorkomen moet worden dat door de aanleg van loopstroken de duiker te smal wordt voor vleermuizen, want anders leidt de aanleg van loopstroken voor deze soortgroep tot een barrière, terwijl het voorheen een passagemogelijkheid bood.
- Onder bruggen en in relatief ruim gedimensioneerde duikers dient rekening te worden gehouden met medegebruik door mensen, die af en toe de voorziening gebruiken tijdens het sportvissen, jagen, afsnijden van wandelroutes of klunen tijdens het schaatsen. De constructie dient dan bestand te zijn tegen veel zwaardere belasting. Indien dit (nog) niet het geval is dienen informatieborden duidelijk te maken dat de planken niet bestand zijn tegen het gewicht van volwassen personen.



Een houten loopplank is in het algemeen niet duurzaam (Bron: Hans Bekker, RWS)

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

- Let bij inspectie en onderhoud vooral op belemmering van de doorloop (bijvoorbeeld te hoge vegetatie die vaak woekert aan de uiteinden van de duiker en dan overhangt tot in de waterloop) en controleer regelmatig de aansluitingen van de loopstroken op de oevers. Er mag geen ruimte tussen de loopstrook en de oever zijn.
- Controleer regelmatig de aansluitingen van de loopstroken op de oevers. Dikwijls is de aansluiting aanvankelijk in orde, maar treedt door overstroming, betreding en erosie uitspoeling op van de oeverdelen tussen het einde van de loopstrook en de rest van het oevertalud. Hierdoor wordt het naadloze contact tussen de loopstrook en het veel minder vormvaste oeverlichaam verbroken.
- Houten loopplanken vergen vaker inspectie en onderhoud. Let daarbij ook op beschadigingen in de duiker die vaak van buitenaf niet zichtbaar zijn.
- Soms wordt een duiker door vleermuizen als rustplaats gebruikt. Zij houden zich op in spleten in het plafond of in de muren. Houd hier rekening mee bij het onderhoud van de duiker.
- Inspectiefrequentie: één keer per drie maanden in februari, mei, augustus en november.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Toegankelijkheid en passeerbaarheid	Takken, bladeren en obstakels verwijderen; ingang vrij maken van begroeiing, zo dat deze toegankelijk is, en wel dekking heeft
Constructieve schade (let op houtrot looprichel)	Schade herstellen, vervang looprichel in geval van rottend hout
Zwerfvuil en obstakels	Zwerfvuil ruimen en obstakels verwijderen
Naadloze aansluiting looprichel op oever/talud	Aansluiting looprichel verbeteren
Naadloze aansluiting op looprichel op duiker	Aansluiting looprichel verbeteren
Grondlaag op looprichel (indien bij aanleg aangebracht)	Aanvullen
Voldoende dekking bij ingang	Aanbrengen beplanting
Vandalisme en misbruik	Misbruik melden bij handhavers
Effectiviteit (let op diersporen en dergelijke)	Registreren (monitoring, zie hst 8)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2.2.5 DWARSLIGGER FAUNAPASSAGE

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	X	X
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	GO
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	GO
Kleine zoogdieren	GO	GO
Vleermuizen	GO	GO
Vogels	X	X
Reptielen	GO	GO
Amfibieën	GO	GO
Insecten	GO	GO
Overig ongewerveld	GO	GO

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

* Op het moment van schrijven (mei 2021) is er nog een monitoringsonderzoek gaande naar de werking van de DFP. De eerste resultaten lijken succesvol.

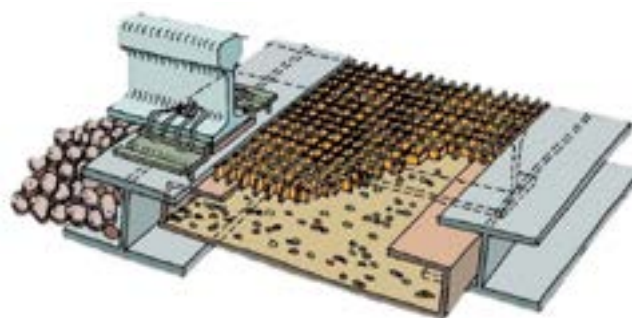
Algemene beschrijving en doelen

De Dwarsligger faunaPassage (DFP) is een faunapassage onder een spoorweg met als primaire doelsoorten amfibieën, reptielen en kleine zoogdieren. Op veel plekken waar een amfibieëntunnel onder het spoor gewenst is, is de waterstand hoog. De beschikbare ruimte tussen het spoor (1,80-BS) en het waterpeil is onvoldoende om er een faunatunnel te kunnen realiseren. De DFP is speciaal ontworpen voor deze situaties.

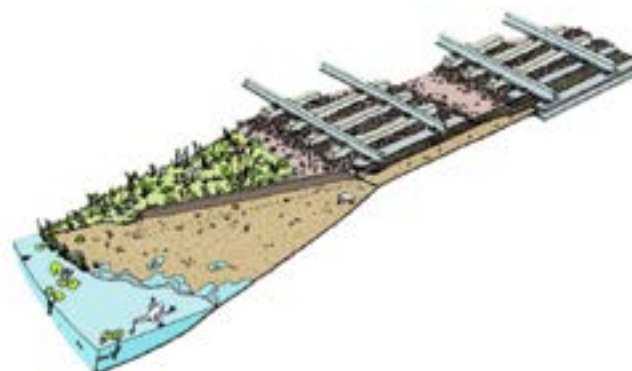
Op het moment van schrijven is er een tweejarig monitoringsonderzoek gaande naar de werking van de DFP. De eerste resultaten laten zien dat de passage al wordt gebruikt door alle geplande doelsoorten, en meer. Soorten die zijn waargenomen omvatten onder andere ringslang, verschillende kikkersoorten, kleine watersalamander, wezels, dassen, boom-marter, egel en verschillende muizensoorten waaronder bosmuis en rosse woelmuis.

Ontwerp

- De DFP bestaat uit twee opeenvolgende stalen dwarsliggers met een H-profiel die in de plaats komen van twee betonnen dwarsliggers. Zodat een maximale doorloopruimte ontstaat van 60 bij 20 cm. In de praktijk kan deze doorloopruimte als gevolg van lokale omstandigheden minimaal 55 bij 15 cm zijn.
- In het tunneldak bevindt zich een rooster voor toetreding van lucht en licht, wat cruciaal is voor amfibieën. Dit rooster voorkomt ook dat de dieren worden meegezogen, wanneer de trein over dit rooster heen rijdt.
- Tussen de liggers wordt de bodem gevormd door ballast dat wordt ingestrooid met een fijnere (ballast-)fractie 22/40 mm. Dit is nodig om nestelen van dieren in de passage zoveel als mogelijk tegen te gaan.
- In het verlengde van de tunnel die door de twee dwarsliggers wordt gevormd, wordt een open tunnel gecreëerd door betonnen hoekprofielen in het ballastbed. Dit is nodig om onderhoud te vergemakkelijken.
- Onder het schouwpad wordt een tunnel met een roostervloer gecreëerd, gelijk aan de maatvoering in de passage zelf (circa 60 x 20 cm).



Dwarsdoorsnede van een Dwarsligger faunapassage (Bron: Movares)



Overzichtstekening van een Dwarsligger faunapassage (Bron: Movares)



Toeloopt en ingang van een dwarsligger faunapassage (Bron: Movares)

Inrichting en geleiding

- Spoorbanen liggen meestal als een dijk in het landschap. De passage ligt daarom meestal hoger dan het omliggende maaiveld. Het is belangrijk om rekening mee te houden bij de inpassing van het ontwerp.
- Voor een optimale geleiding naar de faunapassage is het aan te raden om nabij de spoordijk nog een steppingstone zoals een broeihop of een poel te realiseren (zie foto rechts).



Poel als steppingstone bij een dwarsligger faunapassage (Bron: Movares)

Aandachtspunten

- Deze passage kan alleen in het spoor worden toegepast. Voor het werken in en rondom het spoor geldt aparte regelgeving. Het is het aan te raden om hiervoor een specialistisch bedrijf in te schakelen.
- Aanleg van DFP is optimaal wanneer deze maximaal 60 m uit elkaar liggen, binnen een vooraf vastgestelde habitat. Dit is wenselijk aangezien amfibieën maar enkele meters tot tientallen meters per dag kunnen afleggen.

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

- Aanleg afstemmen met het beheer en onderhoud. De faunarasters moeten op de spoordijk worden aangebracht zodat ze aansluiten op het schouwpad. Dit betekent dat de faunapassage niet met het reguliere onderhoud meegenomen kan worden. Voor een onderhoudsvrije oplossing kan er gekozen worden om de andere typen amfibieënschermen toe te passen. Hierdoor zal het raster niet overgroeien.
- Inspectiefrequentie: één keer per vier maanden in februari, juni en oktober.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Argumentatie: Paring amfibieën (maart – april) / Activiteit slangen (maart- mei & juli- aug) / Paring levendbarende hagedis en zandhagedis (april-mei)

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Periodiek liggingsonderhoud en onderstoppen (de regelmaat is afhankelijk van de ondergrond onder het spoor) Controleer voor schade of eventuele verzakking.	Optie 1 - Liggingsonderhoud met stopmachine of vergelijkbare machine: 1. Demonteren kunststof roosters. 2. Licht en schift het spoor naar de gewenste spoorligging. 3. Aanvullen, verdichten en egaliseren laag met steenslag 22/40 zodat deze laag gelijk ligt met de bovenkant van de onderflens van de DFP-dwarsligger. 4. Monteren kunststof roosters. Optie 2 - Liggingsonderhoud met in hoogte verstelbare spoorstaafbevestiging: 1. Toepassen in hoogte verstelbare spoorstaafbevestiging volgens SPC00294. Gebruik van stopmachine, vergelijkbare machine of verstelbare spoorstaafbevestiging is afhankelijk van de locatie van de DFP en de omstandigheden ter plekken. (zie Installatie- en onderhoudsvoorschrift, hoofdstuk 3.1. Kampa BV).
Controleren aanwezigheid en staat van borden "Faunavoorziening" (conform RLN00225).	Wanneer zwaar beschadigd of gestolen moet dit vervangen worden. Moet zichtbaar zijn vanaf beide zijden langs de spoorberm en mag niet gericht zijn op de omgeving van het spoor.
Geleidings schermen.	Zeil en/of houten paaltjes vervangen of repareren. Kan door (a)biotische factoren, maaibeheer of vandalisme beschadigd worden. Ook ervoor zorgen dat er geen vegetatie er overheen gaat hangen.
Broeihopen en reptielenbulten.	Repareren tot ze weer volledige functioneren als 'steppingstone'.
Loopvlak vrij houden.	Wegmaaïen van vegetatie. Het hele groeiseizoen door maaïen, maar het vaakst in juni en juli. Afhankelijk van de vruchtbaarheid van de bodem.
Zwerfvuil en obstakels.	Zwerfvuil ruimen en obstakels verwijderen.
Effectiviteit (let op diersporen ed.).	Registreren (monitoring, met behulp van vaste camera's en/of veldbezoek)
Drinkpoel* indien aanwezig:	
Waterdiepte drinkpoel optimaal: 0,8-1,2m.	Gefaseerd baggeren, zodat (deel van) poel intact blijft en weinig schade ontstaat: • Klei- en veengebieden één keer per 4-5 jaar; zeer fijn • Zandgebieden één keer per 7 jaar • Zandgebieden één keer per 10 à 20 jaar
Tenminste 50% open water.	Opschonen (maaïen), deel van de vegetatie laten staan; overtollige plantenresten afvoeren.
Voldoende zonlichttoetreding.	Beschaduwning in toom houden door gericht snoeien of kappen.
Geleidelijk aflopende oever van drinkpoel.	Oever afgraven.
Voor amfibieën: goede aansluiting op verbindingroutes en biotopen in de omgeving t.o.v. drinkpoel.	Aansluiting verbeteren door aanbrengen beplanting.
Verstoring.	Toegang voor mensen bemoeilijken.
Ondoorlatendheid bodem.	Herstellen.

* Werkzaamheden aan drinkpoel tussen half augustus en half oktober uitvoeren.

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2.2.6 BRUG OF VIADUCT MET FAUNAVOORZIENING

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	OO
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	3
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	OO
Kleine zoogdieren	GO	4
Vleermuizen	GO	GO
Vogels	X	X
Reptielen	GO	GO
Amfibieën	GO	OK
Insecten	GO	GO
Overig ongewerveld	GO	GO

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Viaduct met faunavoorziening in Cattenbroek (provincie Utrecht)



Profiel van een brug/viaduct met een doorlopende oever als faunavoorziening

Algemene beschrijving en doelen

Het betreft hier bruggen over brede watergangen waar, vanwege de omvang, de condities onder de brug geschikt zijn voor de ontwikkeling van vegetatie op de oever en/of in het water. Kleine wateren die middels een duiker onder infrastructuur doorgaan worden in [paragraaf 9.2.2.4](#) behandeld. Bij de meest ideale situatie loopt de oorspronkelijke oever van de watergang door onder de brug. Is dit niet het geval dan moet een kunstmatige oever worden aangelegd.



Brug met doorlopende bestaande oever



Brug met doorlopende aangelegde oever

Ontwerp

- Het technisch ontwerp is voor een groot deel vergelijkbaar met dat van normale bruggen over watergangen.
- Vegetatie onder de brug bevordert het gebruik. Voor vegetatie is zonlicht en (regen)water nodig. Ten aanzien van de afmetingen van de brug in relatie tot zonlicht gelden de richtlijnen zoals weergegeven bij [Infrastructuur op palen](#).
- Is de brug lang en breed waardoor de ruimte eronder weinig zonlicht ontvangt, dan dient de middenberm van de (spoor) weg open te zijn, zodat halverwege de brug zonlicht en regen de bodem kan bereiken.
- Is het niet mogelijk om vegetatie onder de brug te laten groeien dan kan worden volstaan met een kale oever. Die bestaat dan bij voorkeur uit zacht materiaal (houtsnippers, aarde, zand), al of niet op een verharde ondergrond. De kunstmatige oever

moet dan opstaande randen hebben om te voorkomen dat het zand of de aarde in het water valt.

- Als voldoende ruimte onder de brug aanwezig is kunnen op de kale oever (zie hierboven) boomstobben of keien worden gelegd die passerende kleine dieren enige dekking bieden. Deze objecten moeten uiteraard de doorgang voor grotere soorten (ree) niet belemmeren.
- Middels florarollen (wiepen) die op het water drijven en aan de oever zijn vastgemaakt kan bij beschoeide oevers de ontwikkeling van oevervegetatie worden gestimuleerd.
- De optimale afmetingen van de brug voor regelmatig tot frequent gebruik ('ideaalsituatie' = aanbevolen) voldoen aan de openheidformule $H \times B / L = 1$, waarbij hoogte (H) de afstand van de waterspiegel tot de onderkant van de brug is; B = breedte van de faunavoorziening (= lengte van de brug), L = lengte van de faunavoorziening (= breedte van de brug).
- Bij een openheid van ongeveer 0,6 is het gebruik minder frequent en het aantal soorten kleiner en bij een openheid van minder dan 0,25 is het gebruik door veel soorten (bijvoorbeeld amfibieën) duidelijk beperkt. Voor holenbewonende soorten (das, konijn, muizen) is de factor 'openheid' nauwelijks relevant.
- De openheidformule geldt niet voor vleermuizen. De lengte van de onderdoorgang heeft geen tot nauwelijks invloed op het gebruik door vleermuizen. De hoogte wel, waarbij geldt dat hoe hoger hoe vaker de duiker wordt gebruikt. Uit onderzoek van Boonman (2011) komen de volgende minimum maten voor regelmatig gebruik van duikers door drie soorten. Andere soorten gebruiken duikers incidenteel of niet.



Florarollen aan de beschoeiing waarop oeverplanten kunnen groeien

Soort	Minimum hoogte (m)	Kleinste oppervlak v/d doorgang (= b x h)
Watervleermuis	0,9	2,2
Meervleermuis	1,0	6,4
Gewone dwergvleermuis	1,5	7,5

- Bij voorkeur heeft de oever een flauwe helling zodat dieren makkelijk in en uit het water kunnen komen en bij stijgende waterspiegel altijd een deel van de oever droog blijft. De maximale hellingshoek voor soorten tot het formaat van bunzing, steenmarter en vos, is 25 graden.
- Inspelen op wisselende waterstanden kan ook door de aanleg van vrijbewegende loopstroken, zodat ze met het wisselend waterpeil meebewegen (Zie [Ecoduiker/ Duiker met faunavoorziening](#)).

Aandachtspunten

- Aan weerszijden van de toegang tot de faunavoorziening moeten rasters worden geplaatst om te voorkomen dat dieren daar de (spoor-, vaar-)weg oversteken (Zie [faunaraster](#)).
- Onder en aan de brug en in de directe omgeving ervan mogen geen lampen branden, want kunstlicht maakt de brug minder geschikt voor vleermuizen.
- De nieuw aangelegde oeverstroken bestaan bij voorkeur uit gebiedseigen materiaal.
- Oeverstroken langs matig tot snelstromende waterlopen zijn gevoelig voor erosie. Afkalven kan worden voorkomen door de (aarden) oever te voorzien van keien of basaltblokken teneinde de grond beter vast te leggen. Als dit onvoldoende duurzaam blijkt, kan worden gekozen voor de aanleg van een metalen of betonnen beschoeiing waarachter vervolgens de grond van de doorlopende oever wordt gestort. Als er voldoende ruimte is kan het aanbrengen van een vooroever van basaltblokken een alternatief zijn, waarachter het oeversubstraat (aarde) wordt gestort. In dit geval blijft de doorlopende oever ook onder de brug voor fauna uitreedbaar.
- Wees zowel bij het ontwerp als bij het beheer en onderhoud alert op (ongewenst) medegebruik door mensen. Doorgetrokken oevers onder bruggen worden zeer regelmatig gebruikt door kanoërs (die hier bijvoorbeeld schuilen tegen de regen), nachtvisser, zwervers, stropers (als 'sluiproute') en hangjongeren. Dergelijke personen kunnen de locatie langdurig bezet houden; meestal tijdens de nachtelijke uren, wanneer de doelsoorten actief zijn. Bovendien laten zij dikwijls afval achter en beschadigen ze de oevervegetatie en het oeverprofiel. Het aanbrengen van een hekwerk met verticaal traliwerk (wel toegankelijk voor fauna, niet voor mensen) kan uitkomst bieden.
- Tijdens ijsvorming worden doorlopende oevers ook gebruikt door kluners (vaak is ijs onder de onderdoorgang afwezig of onbetrouwbaar). Het effect hiervan op gebruik door fauna wordt verwaarloosbaar geacht: kluners vindt gemiddeld slechts gedurende een zeer korte periode van het jaar plaats, in een periode dat doelsoorten weinig actief zijn en bovendien uitsluitend overdag.



Ongewenst gebruik van faunavoorziening

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

- Om misbruik tijdig te signaleren moet inspectie en onderhoud in vergelijking met een 'normale' brug (zonder functie als faunapassage, zonder oeverstrook) vaker worden uitgevoerd. Ook vraagt de vegetatie meer onderhoud (maaïen, snoeien, bijplanten) dan bij normale bruggen.
- Soms wordt een brug of viaduct door vleermuizen als rustplaats gebruikt. Zij houden zich op in spleten in het plafond of in de muren. Holtes in de pijlers van bruggen kunnen soms overwinterende vleermuizen huisvesten. Houd hier rekening mee bij het onderhoud van de brug of viaduct.
- Inspectiefrequentie: één keer per drie maanden in februari, mei, augustus en november.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Zwerfvuil en obstakels	Zwerfvuil ruimen en obstakels verwijderen
Opslag van voertuigen en andere goederen	Verwijderen
Misbruik door overig verkeer (ruiters, crossers)	Misbruik melden bij terreinbeheerder/ handhavers
Vandalisme en activiteiten van stropers	Misbruik melden bij terreinbeheerder/ handhavers
Effectiviteit (let op diersporen ed.)	Registreren (monitoring, zie hst 8)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2.2.7 TUNNEL MET MEDEGEBRUIK FAUNA

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	GO
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	GO
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	GO
Kleine zoogdieren	GO	GO
Vleermuizen	GO	GO
Vogels	X	X
Reptielen	GO	GO
Amfibieën	GO	GO
Insecten	GO	GO
Overig ongewerveld	GO	GO

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doelen

Bestaande tunnels kunnen als faunapassage worden ingericht, mits voldoende breed om naast de aanwezige infrastructuur een groenstrook aan te leggen.

Is op de grond geen ruimte voor een groenstrook, zorg er dan in ieder geval voor dat het in de tunnel donker is of gebruik vleermuisvriendelijke verlichting (zie [Vleermuisvriendelijke verlichting](#)), zodat de tunnel door vleermuizen kan worden gebruikt.

Ontwerp en afmetingen

- Bij de aanleg van een viaduct kan al rekening met een zone voor fauna worden gehouden (eerste foto), maar bij veel bestaande viaducten zijn ook mogelijkheden (tweede foto).
- Langs de verharde weg in de onderdoorgang worden stroken vrij gemaakt van verharding. Bij zeer extensief gebruikte wegen kan worden overwogen de gehele (spoor)weg onverhard te maken, waardoor een [grote faunatunnel](#) ontstaat.
- Afhankelijk van de doelsoorten kan een afscherming tussen de verharde en de onverharde strook nodig zijn. Denk hierbij aan een geleidingswand voor amfibieën, trottoirband of stobbenwal.
- Voor de breedte van de vegetatiestrip geldt: hoe breder, hoe beter. Voor veel kleine tot middelgrote doelsoorten betreft de minimale breedte 1,0 meter; voor enkele kleine soorten volstaat een geringere breedte, voor grotere doelsoorten een (aanzienlijke) grotere breedte (zie [grote faunatunnel](#) voor een overzicht per soort). Indien de strip van [stobben](#) of ander dekkingsmateriaal wordt voorzien, is deze strip bij voorkeur minimaal 2,5 meter breed, om naast



Tunnel met groene strook



Amfibieëntunnel onder spoor (Bron: Maarten van Vuurde, Kuiper Compagnons)



Onderdoorgang in twee stappen (Australië)

de stobbenwal voldoende ruimte voor grotere diersoorten over te houden. Echter, indien de ruimte zeer beperkt is: ook een zeer smalle vegetatiestrip is 'beter dan niets'. Hetzelfde geldt voor een smalle stobbenwal zonder extra ruimte ernaast.

Inrichting en geleiding

- Om kleine diersoorten voldoende dekking te bieden wordt aanbevolen op de grondstrook stenig materiaal of een [stobbenwal](#) aan te brengen, op zodanige wijze dat veel holten ontstaan.
- Ook aan de uiteinden van de tunnel moet voldoende dekkingsmateriaal worden aangebracht. Directe aansluiting van dekkinggevend elementen op het omringende landschap is hierbij van belang.
- Langs de (spoor)weg (en het talud) moet een raster worden aangebracht dat de dieren naar de tunnel leidt en voorkomt dat dieren op de (spoor)weg komen.
- Let er op dat de verlichting in het viaduct niet op de groenstrook schijnt. De armaturen moeten zodanig worden geplaatst (bijvoorbeeld op palen) en afgedekt dat dit deel van het viaduct donker blijft en daardoor geschikt is voor vleermuizen.

Aandachtspunten

- Indien medegebruik van de onderdoorgang door dieren wordt gestimuleerd, is het van belang tegelijkertijd snelheidsbeperkende maatregelen te nemen en/of het verkeer adequaat genoeg te attenderen op het mogelijk oversteken van dieren.
- Als de kans op vandalisme (bijvoorbeeld vuurtje stoken) groot is, is stenig materiaal als dekking aan te bevelen boven boomstobben. Bij een hoge grondwaterstand kunnen stobben ook deels worden ingegraven. Door het contact tussen de stobben met het grondwater blijven de stobben vochtig en wordt brand voorkomen.
- Bij het ontwerp en de inrichting dient rekening te worden gehouden met inspectie, onderhoud en monitoring in de gebruiksfase (zie hoofdstukken 7 en 8) van zowel de groenstrook als de oorspronkelijke constructie. Mogelijk is een frequentere controle nodig om tijdig schade door misbruik te registreren of zwerfvuil te verwijderen.
- zie omschrijving [Grote faunatunnel](#) voor aanvullende adviezen.

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

- Wees niet verbaasd als ook mensen de groenstrook gebruiken (zie foto).



Menselijk gebruik/misbruik van groenstrook

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2.2.8 INFRASTRUCTUUR OP PALEN (PASSAGE ONDERLANGS)

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	GO
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	GO
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	GO
Kleine zoogdieren	GO	GO
Vleermuizen	GO	GO
Vogels	GO	GO
Reptielen	GO	GO
Amfibieën	GO	GO
Insecten	GO	GO
Overig ongewerveld	GO	GO



Groot viaduct: weg op palen (Mecklenburg - Vorpommern)

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

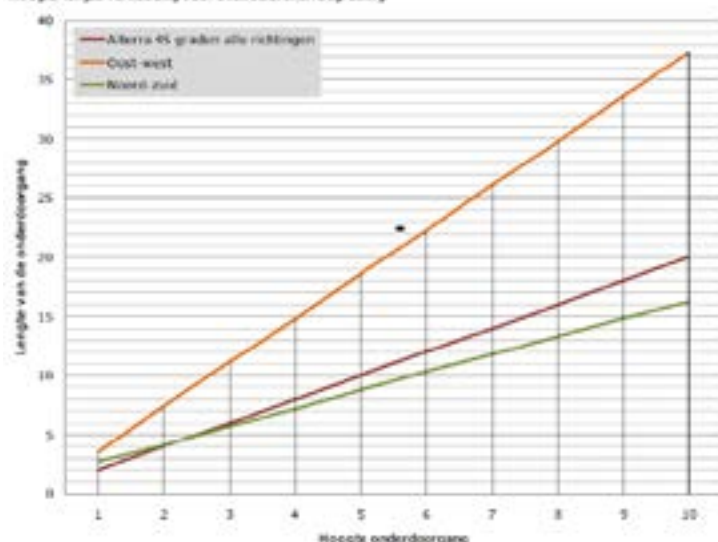
Algemene beschrijving en doelen

Voor op plekken waar de infrastructuur een laagte kruist is een brug (over water) of een viaduct (over land) een effectieve voorziening. Doel van de voorziening is om bijvoorbeeld een beekdal ongehinderd en met behoud van de aanwezige vegetatie onder de weg door te laten lopen. Door de omvang kan dit type voorziening voor veel diersoorten tegelijk mogelijkheden bieden voor dagelijkse migratie, seizoensmigratie en dispersie.

Ontwerp

- Het grote voordeel van het aanleggen van een brug of viaduct is dat het oorspronkelijke landschap dat wordt gekruist zo veel mogelijk intact kan blijven. Aan de inrichting hoeft dan weinig te gebeuren. Dit gaat echter alleen op als de vegetatie onder het viaduct of brug in leven blijft. Dit is het geval als zonlicht de vegetatie onder het viaduct of brug kan bereiken. Of dit gebeurt is afhankelijk van de hoogte in relatie tot de breedte van de brug of het viaduct (zie onderstaand figuur).
- Openheid en lichtinval zijn ook voor veel diersoorten belangrijk. Hoe minder de onderdoorgang op een (lange) tunnel lijkt, hoe beter.

Hoogte-lengte verhouding voor ononderbroken begroeiing



Hoogte-lengte verhouding voor ononderbroken begroeiing

- Is sprake van een breed viaduct en kan door de beperkte hoogte zonlicht niet overal de bodem bereiken, dan is het misschien mogelijk om tussen de rij- of spoorbanen een lichtdoorlatende strook open te houden, zodat zon ook daar de bodem kan bereiken. Dit heeft een positief effect op de begroeiing onder het viaduct of brug en verminderd tevens het 'tunneleffect'.
- Reptielen zijn gevoelig voor koude. Een relatief lichte, warme en droge onderdoorgang zal door reptielen veel eerder worden gebruikt dan een donkere, koude en vochtige onderdoorgang. Als reptielen doelsoorten zijn, dan is een onderdoorgang waar zonlicht de bodem kan bereiken ook van belang omdat het voor hogere temperaturen zorgt.
- De minimale hoogte van het viaduct of de brug wordt ook bepaald de (doel)soorten waarvoor de onderdoorgang wordt gemaakt. Voor kleinere soorten volstaat bij gelijke breedte en lengte van de onderdoorgang een lagere brug dan voor grotere soorten. Er gelden echter minimumhoogtes. Een brug lager dan drie meter wordt bijvoorbeeld door edelherten niet gebruikt, ook al is de voorziening nog zo breed. Zie [Omschrijving Grote faunatunnel](#) voor minimaal vereiste dimensies per diersoort. In [Bijlage 5](#) worden adviezen gegeven over de hoogten per soort.
- Voorkomen moet worden dat licht van straatlantaarns en licht en geluid van passerende auto's of treinen naar de omgeving onder het viaduct of de brug uitstraalt. Dit wordt voorkomen middels [licht-](#) en/of [geluidsschermen](#). Bij voorkeur staan op de brug/viaduct geen straatlantaarns en is aan de brug/viaduct geen sierverlichting aanwezig. Indien straatlantaarns noodzakelijk zijn, dan moet uitstraling naar de omgeving worden vermeden door gebruik te maken van lampen met armaturen die zorgen dat het licht alleen de weg op het viaduct/brug verlicht of moet een lichtdicht scherm op de rand van het viaduct worden geplaatst.

Inrichting

- Is het niet mogelijk om onder het viaduct of de brug de vegetatie te behouden (is meestal het geval bij bruggen en viaducten lager dan 5 meter), dan kan de onderdoorgang voor dieren aantrekkelijk worden gemaakt door een stobbenwal aan te leggen.
- Het gebruik van de onderdoorgang kan verder worden bevorderd door herinrichting van de omgeving. Naast de aanleg van geleidende elementen als een haag of houtwal vanuit het achterland naar de onderdoorgang valt te denken aan de aanleg van (drink)poelen en bosschages (dekking voor grote zoogdieren!).
- Ontwikkeling van opgaande vegetatie rond de voorziening kan de verstoring (licht, geluid) vanaf de weg verzachten en daardoor het gebruik verder stimuleren. Uiteraard dient deze ontwikkeling niet strijdig te zijn met de eisen die de doelsoorten aan de inrichting van de faunapassage stellen.
- Let op dat de vegetatie niet te dicht bij de rasters staat, waardoor dieren via de vegetatie over de rasters kunnen klimmen en alsnog op de (spoor)weg belanden.
- Net als een raster moet een geluidsscherm zo dicht mogelijk tegen de (spoor)weg worden aangelegd en goed aansluiten op een volgend landschapselement, bijvoorbeeld een stadsrand, een particulier erf, hekwerk, een bestaande grondwal of een volgende faunavoorziening (passage dan wel raster).
- Voor de inrichting van beek- of rivieroevers zie [CUR \(1999\)](#).

Aandachtspunten

- Met name in stedelijk gebied kan het gebruik van stobben leiden tot brandstichting en/of het in het water rollen van de stobben. Dit kan worden voorkomen door (grote) stobben half in te graven. Enerzijds worden de stobben daardoor minder mobiel (verplaatsbaar), anderzijds zijn ze vochtiger (o.a. door contact met het grondwater) en daardoor minder brandgevaarlijk. Een goed alternatief zijn grote zwerfkeien. Monitoring heeft uitgewezen dat de keien als dekkinggevend elementen (analoog aan stobben) goed voldoen (Brandjes, 2006).
- Houd voldoende rekening met hoge waterstanden (overstromingsgebied). Let bij de constructie op de stabiliteit van de grondlichamen en de fundering. Voer hierover in een vroeg stadium overleg met het waterschap en Rijkswaterstaat (in het geval van grote rivieren). Tijdelijke overstroming is ecologisch gezien overigens geen bezwaar. Voor seizoensmigratie of dispersie / genetische uitwisseling is het niet nodig dat de voorziening jaar rond beschikbaar is.
- Oneigenlijk gebruik van de ruimte onder de brug, zoals dumpplaats afval, illegale opslag voertuigen en landbouw materiaal, hangplek voor jongeren etc., is uit den boze. Dier-soorten worden hierdoor afgeschrikt.
- Voor de monitoring is het van belang om een energiepunt en een internetaansluiting bij de brug of het viaduct aan te brengen (elektriciteitskast), zodat een camera of webcam kan worden aangesloten om het gebruik van de voorziening door dieren vast te stellen en te kwantificeren (zie [hoofdstuk Monitoring](#)).

Specifieke richtlijnen onderhoud en inspectie

Niet beschikbaar

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)



Waterloop en stobbenwal in onderdoorgang



Brede onderdoorgang onder spoor (Bron: ProRail)

9.2.3 MAATREGELEN GERICHT OP GELEIDING NAAR FAUNAPASSAGES

9.2.3.1 GELEIDENDE MAATREGELEN ALGEMEEN

Algemene beschrijving en doel

Bij alle faunavoorzieningen die fauna over of onder de infrastructuur moeten leiden is het noodzakelijk dat in het aangrenzende land structuren aanwezig zijn die de fauna naar de faunavoorziening leiden. Dit kunnen kunstmatige structuren zijn, zoals de eerdergenoemde faunarasters en-schermen ([paragraaf 9.1.1.5.1](#) en [paragraaf 9.1.1.5.2](#)), of natuurlijke structuren die al in het landschap aanwezig zijn of speciaal met dit doel worden aangelegd. De keuze van de geleidende structuur is afhankelijk van de doelsoorten en het landschap waar de faunavoorziening wordt aangelegd. Overigens wordt de faunavoorziening aangelegd op een plek waar deze structuren al aanwezig zijn, want dit zijn meestal de plekken waar veel faunaslachtoffers vielen en waarvoor de faunavoorziening wordt aangelegd. Enkele voorbeelden van geleidende structuren:

- [Faunaraster](#)
- [Faunascherm](#)
- Watergang voor de aquatische soorten (vissen) of oevergebonden soorten (libellen, otter, bever)
- Leemgeul
- Droge greppel met bladeren die dekking bieden aan amfibieën, reptielen, muizen en egels.
- Beplanting. Allerlei vormen van beplanting is in te zetten, zoals hagen, houtwallen en-singels, bomenlanen, bosranden, een strook bloemrijk grasland.
- [Stobbenwal en takkenricel](#)
- [Steenwal](#)
- [Planken over sloten](#)

Aandachtspunten

N.v.t.

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

- Inspectiefrequentie: één keer per zes maanden in juni-juli en september-oktober.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud (voornamelijk bij beplanting):

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Aaneengesloten beplanting	Beplanting aanvullen
Vitaliteit beplanting	Weinig vitale beplanting vervangen
Goede aansluiting op de voorziening	Aansluiting verbeteren; beplanting die toegang tot voorziening belemmert snoeien; snoeiafval afvoeren
Goede aansluiting op houtachtige vegetatie/rietkraag in omgeving	Aansluiting verbeteren
Ontwikkeling in gewenste richting (zie Groenbeheerplan)	Afstemmen op doelsoorten
Effectiviteit (let op diersporen ed.)	Registreren (monitoring, zie hst 8)
Onderhoud zoveel mogelijk opnemen in het regulier bermbeheer	

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2.3.2 FAUNARASTER

([zie paragraaf 9.1.1.5.1](#))

9.2.3.3 FAUNASCHERM

([zie paragraaf 9.1.1.5.2](#))

9.2.3.4 VOORZIENING BIJ SLOTEN (ZOALS LOOPPLANKEN)

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	GO	
Vleermuizen	GO	
Vogels	X	
Reptielen	GO	
Amfibieën	GO	
Insecten	GO	
Overig ongewerveld	GO	



Dam over een sloot

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doel

In waterrijk Nederland moeten dieren altijd wel ergens een sloot oversteken om bij een faunavoorziening bij infrastructuur te komen. Voor veel soorten is het oversteken van een sloot geen probleem, maar om dieren naar de faunavoorziening te leiden helpt het als de weg daarnaartoe makkelijk is. Een plank over een sloot of een stuk land waar de sloot met een duiker onderdoor gaat doet wonderen. Het gaat hier om een voorziening dichtbij de faunavoorziening, bijvoorbeeld om een bermsloot over te steken.



Vos en das die gebruik maken van een bruggetje over een sloot
(Bron: Pascal Peterman, EcoGroen)

Ontwerp

- De voorziening over de sloot kan een simpele houten plank zijn, een constructie van beton, aarde of staal.
- Belangrijk is dat de doelsoorten wel van de voorziening gebruik kunnen maken, maar mensen niet. Ook vee moet van de voorziening worden geweerd. Hieronder enkele voorbeelden om betreding door mensen en vee te voorkomen.

Aandachtspunten

N.v.t.

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

- Bruggen zijn, afhankelijk van hun constructie en gebruikte materialen, kwetsbare kunstwerken. Daarom is regelmatige inspectie gewenst.



Dassenoversteek in de vorm van een loopplank met hek (om mensen te weren)



Uitgerasterd bruggetje over sloot



Gekooid bruggetje over sloot

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2.3.5 STOBZENWAL EN TAKKENRICHEL

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren		N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	GO	
Vleermuizen	X	
Vogels	X	
Reptielen	GO	
Amfibieën	GO	
Insecten	GO	
Overig ongewerveld	GO	



Stobbenwal op een brug over de A28

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doelen

Stobbenwallen worden vooral toegepast voor geleiding van en dekking voor kleine diersoorten door en in de buurt van faunapassages. Op ecoducten bevordert een stobbenwal tevens het gebruik door de meeste middelgrote en grote soorten zoogdieren, vliegende insecten (bijvoorbeeld dagvlinders) en bodemgebonden ongewervelden. Zelfs vleermuizen volgen, als ze de keuze hebben, selectief een stobbenwal om een ecoduct te passeren (Brandjes et al., 2007).

Naast een geleidende functie hebben stobbenwallen ook een functie als leefgebied voor diverse diersoorten. Zo broeden vogels in de stobbenwallen en hebben muizen en hagedissen hierin verblijfplaatsen. Ook fungeren stobbenwallen als rustplek voor reeën.

Ontwerp

- Gebruik voor de wal bij voorkeur relatief grote stobben in verband met de duurzaamheid en stabiliteit (bij storm!). Zorg echter wel dat er voldoende loopruimte overblijft (in situaties met medegebruik: genoeg loopruimte aan de verkeersluwe kant).
- Gestapeld zwaar takhout fungeert ook als stobbenwal.
- Leg kleine stobben of takhout eventueel vast met ogen en kabels. Gebruik bij voorkeur geen schanskorven.
- Het aanbrengen van een beperkte hoeveelheid aarde tussen de stobben is gunstig voor de aanwezigheid van kleine holten. Nog gunstiger is het gedeeltelijk ingraven van de stobben. Hierdoor ontstaat naast een toename van het aantal wegkruipmogelijkheden tevens een vochtiger situatie (door nauwer contact met grondwater). Dit is ecologisch gezien meer waardevol en gaat tevens brandstichting tegen.
- Brandgevaar onder (spoorweg)viaducten dient zoveel mogelijk voorkomen te worden, gezien de kans op blijvende schade aan het viaduct. Gebruik van stenen of rotsblokken onder bruggen en viaducten is een goed alternatief, met name in stedelijk gebied waar een groter risico op brandstichting heerst.

Aandachtspunten

- De stobben moeten groot genoeg zijn om vandalisme (dumpen in aangrenzende watergang, van een viaduct af rollen, op de spoorbaan leggen) tegen te gaan.
- Stobbenwallen zijn gevoelig voor vernieling en brandstichting en geven aanleiding voor particulieren om afval te lozen. Bij de aanleg en met het beheer en onderhoud moet hier rekening mee worden gehouden.

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

- Inspectiefrequentie: één keer per drie maanden in februari, mei, augustus en november.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Passeerbaarheid	In standhouden/ zorgen voor voldoende kleine holtes voor kleine dieren en een open strook naast de stobbenwal voor grotere dieren
Onderlinge aansluiting	Stobben/takken aanvullen
Opnieuw uitlopen van stobben	Stobben afzetten
Zwerfvuil	Zwerfvuil ruimen
Bevestiging en schade gaas (indien aanwezig)	Verbeteren, herstellen of vervangen
Vandalisme, bijvoorbeeld brandstichting of verslepen van stobben of takken.	Ter voorkoming van brandstichting in een tunnel of onder een viaduct kunnen stobben vervangen worden door gestapelde stenen of een buis. Vandalisme melden bij handhavers
Effectiviteit (let op diersporen ed.)	Registreren (monitoring, zie hst 8)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.2.3.6 STEENWAL

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	X	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	GO	
Vleermuizen	X	
Vogels	X	
Reptielen	GO	
Amfibieën	GO	
Insecten	GO	
Overig ongewerveld	GO	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Een schanskorf als dekking-gevende steenwal

Algemene beschrijving en doelen

Zwerfkeien of steenwallen zijn een goed alternatief voor stobbenwallen op plekken waar weinig ruimte voor stobbenwallen is of waar vuurtje stoken in stobbenwallen gevaarlijk kan zijn (zoals in tunnels in stedelijk gebied). Van de stenen als geleiding is aangetoond dat ze dekkinggevend kunnen werken voor passerende fauna (Brandjes, 2006). Daarnaast bieden ze ook schuilplaatsen aan muizen, amfibieën en verschillende insecten.



Losse keien als dekking voor dieren onder een viaduct

Ontwerp

- Gebruik de stenen bij voorkeur in combinatie met vegetatie, maar als daar geen ruimte voor is, dan zijn alleen stenen beter dan geen dekking biedende structuren.
- Zorg voor zware stenen die mensen niet kunnen verplaatsen. Eventueel kunnen de stenen in een bed van cement worden gelegd, waarop aarde komt.
- Het aanbrengen van een beperkte hoeveelheid aarde tussen de stenen is gunstig voor de aanwezigheid van kleine holten.
- Gebruik schanskorven om een muurtje van stenen te maken. Met aarde tussen de stenen in de schanskorf kunnen deze ook enigszins begroeid raken.

Aandachtspunten

- Stenen moeten groot genoeg zijn om vandalisme (dumpen in aangrenzende watergang, van een viaduct af rollen, op de spoorbaan leggen) tegen te gaan.

Specifieke richtlijnen onderhoud en inspectie

- Inspectiefrequentie: één keer per zes maanden in januari-februari en juni-augustus.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Passeerbaarheid	In standhouden/ zorgen voor voldoende kleine holtes voor kleine dieren en een open strook naast wal voor grotere dieren
Onderlinge aansluiting	Steen aanvullen
Zwerfvuil	Zwerfvuil ruimen
Schade aan wal	Verbeteren/ herstellen
Vandalisme	Ter voorkoming van brandstichting in een tunnel of onder een viaduct kunnen stobben vervangen worden door gestapelde stenen of een buis. Vandalisme melden bij handhavers
Effectiviteit (let op diersporen ed.)	Registreren (monitoring, zie hst 8)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.3 FAUNAMAATREGELEN DIE VERLIES AAN HABITATKWALITEIT TEGENGAAN

9.3.1 MAATREGELEN DIE VERSTORING TEGENGAAN

9.3.1.1 GELUIDSCHERMEN

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	X	
Vleermuizen	X	
Vogels	GO	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Geluidsscherm langs de Betuweroute (spoorlijn)

Algemene beschrijving en doelen

Geluidsschermen worden in eerste instantie geplaatst om geluidsoverlast te verminderen. Geluidsschermen hebben een negatief effect op grondgebonden fauna en vogels door de barrièrewerking respectievelijk sterfte bij transparante schermen. Daarentegen is een positief effect van geluidsschermen dat vogels en vleermuizen de infrastructuur hoog kruisen, zodat de kans op aanvaringen met verkeer klein is. Tevens kunnen schermen als geleiding naar een faunapassage dienen.

Ontwerp

Geluidsschermen kunnen van verschillende materialen zijn. Het is vooral van belang om op trekroutes van vogels en op plekken waar veel vogels voorkomen geen doorzichtige schermen te plaatsen. Indien bijvoorbeeld binnen een stedelijke omgeving of rond een spoorwegtunnel gekozen moet worden voor een transparante geluidsbeperkende voorziening, dan is een aantal maatregelen noodzakelijk om het aantal slachtoffers onder vogels zo laag mogelijk te houden (DWW-wijzer 104, 2004 & Wiener Umweltanwaltschaft, 2011).

- Bij de constructie moet ontspiegeld materiaal worden gebruikt.
- Op het materiaal moet aan de verkeersluwe zijde van het scherm een verticale markering worden aangebracht. Uit onderzoek bleek een markering met lijnen opgebouwd uit oranje en zwarte stippen met een doorsnede van 8 mm het meest effectiefst. De afstand tussen paren van oranje en zwarte lijnen bedroeg 10 centimeter. Een vergelijking van 35 typen van markeringen is te vinden op de website www.wua-wien.at (zoekwoord: Vogelanprall).
- Een folie dat ultraviolet licht weerkaatst, waardoor het scherm voor vogels niet en voor mensen wel doorzichtig is, blijkt niet te werken. Ook (roof)vogelstickers voldoen slecht (schrift.med. W. Fiedler, Max Planck Institut, Radolfzell).

Aandachtspunten

- Indien geluidsschermen ook een geleidende functie hebben, moeten deze over de gehele lengte goed aansluiten op de ondergrond zodat diersoorten nergens onder de constructie door kunnen kruipen. Waar geluidsschermen doorlopen tot natuurgebieden met faunapassages, dienen deze naadloos aan te sluiten op de daar aanwezige rasters.
- Geluidsschermen dienen voor het veilig overvliegen van vogels en vleermuizen een hoogte van minimaal 5 tot 6 meter te hebben (voor rijks- respectievelijk spoorweg).

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

- Inspectiefrequentie: één keer per vier maanden in maart, juli en november.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Specifieke aandachtspunten bij inspectie en onderhoud:

Waar op letten? (inspectie)	Wat te doen? (onderhoud)
Schade aan natuurlijke of kunstmatige constructie	Kunstscherf repareren of eventueel vervangen
Stabiliteit/stand	Herstellen/rechtzetten
Bij geleidende functie, aansluiten ondergrond zodat diersoorten niet onder de constructie door kunnen	Aanvullen grond, aansluitend maken
Bij geleidende functie en schermen die doorlopen tot natuurgebieden met passages aansluiten op rasters.	Aansluiting herstellen/ aansluitend maken
Vandalisme (zoals, Graffiti)	Vandalisme melden bij handhavers

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.3.1.2 NIET STORENDE EN VLEERMUISVRIENDELIJKE VERLICHTING (INCLUSIEF LICHTSCHERMEN)

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	GO	
Vleermuizen	GO	
Vogels	X	
Reptielen	X	
Amfibieën	X	
Insecten	X	
Overig ongewerveld	X	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doelen

Onder natuurlijke omstandigheden zijn de nachten niet altijd donker. Het licht van volle maan heeft een sterkte van 0,1 tot 0,3 lux. Elke verlichting die meer licht geeft dan 0,3 lux wordt als onnatuurlijk beschouwd en kan een effect op planten en dieren hebben. Dit effect kan tot enkele honderden meters ver reiken, bijvoorbeeld 200 m voor padden, 300 m voor grutto's. De sterkte van het effect is afhankelijk van de lichtsterkte (uitgedrukt in lux) en dit verschilt per lichtbron. De gemiddelde verlichting van een snelweg bedraagt bijvoorbeeld 15 lux, van een provinciale weg 10 lux, van een ontsluitingsweg 5 lux en in een woonwijk bedraagt de verlichting gemiddeld 3 lux.

De afstand tot de lichtbron waarop de lichtsterkte een waarde van 0,1 tot 0,3 lux bereikt, is niet alleen afhankelijk van de lichtsterkte van de lichtbron, maar ook van objecten rondom de lichtbron. In een open gebied is de afstand maximaal, terwijl bomen in het bos licht verstrooien en absorberen.

Effecten van licht kunnen worden geminimaliseerd door het gebruik van armaturen die er voor zorgen dat het licht niet uitstraalt naar die delen van de omgeving waar geen verlichting is gewenst. Dergelijke armaturen zijn beschikbaar voor straatverlichting. Daarnaast kan met sensoren er voor worden gezorgd dat lampen alleen aangaan als dit noodzakelijk is; hierbij valt te denken aan verlichting aan gebouwen of langs wegen en paden ten behoeve van sociale veiligheid. Ook de kleur van het licht helpt bij het verminderen van negatieve effecten, zoals vleermuisvriendelijke amberkleurige verlichting. Tot slot zijn verschillen in effect mogelijk tussen de lamptypen, zoals natriumlampen, kwiklampen en ledlampen.



Half afgedekte lamp om overlast voor dieren te beperken richting de plek waar geen verlichting gewenst is



Metledlampen kan het licht zo worden gericht dat het niet op de plek schijnt waar vleermuizen komen, zoals bijvoorbeeld water



Tijdelijke verlichting bij (weg)werkzaamheden kan relatief eenvoudig worden aangepast om verstrooiing naar de omgeving te minimaliseren. In de afbeelding met behulp van een kapje

Ontwerp

- Uitgangspunt is dat geen verlichting wordt gebruikt als dat niet voor de veiligheid noodzakelijk is
- Indien in verband met de (verkeers-)veiligheid verlichting noodzakelijk is, kan afscherming (schermen) worden aangebracht of gebruik worden gemaakt van gerichte verlichting (speciale armaturen) om er voor te zorgen dat verstrooiing van licht naar de omgeving, waaronder vliegroutes, jachtgebieden en verblijfplaatsen van vleermuizen, minimaal is. Een vleermuisdeskundige kan aangeven waar de vleermuizen zich ophouden.
- In tunnels is het mogelijk om via een slimme plaatsing van de lampen onder het plafond of langs de zijkant een donkere zone voor vleermuizen vrij te houden.
- Ook bieden de verschillende lamptypen mogelijkheden om lichthinder te beperken. Met led's is het bijvoorbeeld makkelijker om het licht te richten, zodat alleen verlicht wordt wat verlicht moet worden.
- Met detectiesystemen kan er voor worden gezorgd dat het licht op voet- en fietspaden alleen brandt als een wandelaar of fietser langskomt. Zie voorbeelden op <http://www.vleermuizenindestad.nl> en www.lichthinder.be.
- Ook de kleur van de verlichting speelt een rol. Het effect hiervan verschilt echter per soortgroep en soms ook binnen een soortgroep (zie onder andere <https://nioo.knaw.nl/nl/licht-op-natuur>), wat het bepalen van de kleur met het minst negatieve effect op de lokale fauna moeilijk maakt. Zo zijn vogels weinig gevoelig voor groen licht, maar bepaalde vleermuissoorten juist hypergevoelig. Op een aantal vleermuissoorten werkt rood licht het minst verstrend. Insecten worden door het ultraviolette licht in wit licht aangetrokken. Vanwege deze verschillen tussen soorten is het advies verlichting alleen te gebruiken als het echt noodzakelijk is.

Aandachtspunten

- Gebruik bij voorkeur geen verlichting.
- Voor vleermuisvriendelijke verlichting worden meestal smalbandige amber-led's (dat wil zeggen met een spectrum van 590 nm en weinig spreiding daar omheen) gebruikt. Er bestaan ook breedbandige amber-leds (dat wil zeggen met een spectrum van 590 nm met een relatief grote spreiding daar omheen). Het voordeel daarvan zit hem in het feit dat breedbandige amber-led's minder energie verbruiken dan smalbandige amber-led's. Of de breedbandige led's even effectief zijn als de smalbandige led's wordt nog onderzocht.
- Sommige vleermuissoorten worden juist aangetrokken door de insecten die op straatverlichting afkomen (zie <https://nioo.knaw.nl/nl/licht-op-natuur>), waardoor de kans op botsingen met het verkeer in theorie toeneemt. Hetzelfde wordt waargenomen bij padden die op de insecten bij lampen afkomen. Om een juiste afweging te maken welke maatregelen genomen moeten worden om negatieve effecten van licht te voorkomen, is het daarom noodzakelijk uit te zoeken welke soorten in het gebied voorkomen en de toegepaste kleur van de verlichting daarop af te stemmen.



Vleermuisvriendelijke verlichting waar een vliegroute een weg kruist (Bron: Jasja Dekker Dierecologie)

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

Niet beschikbaar

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.3.2 MAATREGELEN DIE DE HABITATKWALITEIT BEVORDEREN

9.3.2.1 AANLEG LANDSCHAPSELEMENTEN

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren	GO	N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	GO	
Vleermuizen	GO	
Vogels	GO	
Reptielen	GO	
Amfibieën	GO	
Insecten	GO	
Overig ongewerveld	GO	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)



Een soortenrijke bermsloot trekt dieren aan
(Bron: Floris Brekelmans, Bureau Waardenburg)

Algemene beschrijving en doel

Dat dieren zich dichtbij infrastructuur, zoals in de bermen, ophouden is mede omdat ze daar iets vinden dat ze elders in het landschap niet of minder vinden. Dat kan voedsel zijn, of zout, of water. Hetzelfde gaat op voor het kruisen van infrastructuur. Aan de andere kant van de (spoor)weg of kanaal kan iets zijn dat ze aan deze kant niet vinden, zoals padden die een weg kruisen omdat die hun overwinteringsgebied van hun voortplantingsgebied scheidt. Een mogelijke manier om te voorkomen dat dieren in de buurt van infrastructuur komen of deze willen kruisen is zorgen voor voldoende aanbod aan dezelfde kant van de infrastructuur.

Bij het aanleggen of aanpassen of van een (spoor)weg gaat leefgebied van dieren verloren of wordt het anderszins aangetast. Anderzijds biedt de aanwezigheid van veel materieel en menskracht ook de gelegenheid nieuw leefgebied te realiseren; bijvoorbeeld als compensatie voor het verlies aan leefgebied door de nieuwe/aangepaste (spoor)weg of als EMVI bijdrage van de aannemer. Zie [paragraaf 9.1.1.3.9](#) 'Herinrichting habitat' voor enkele ideeën om leefgebied langs infrastructuur te creëren en tevens de kans op verkeersslachtoffers te verminderen.

Aangenomen dat tijdens het werk aan de nieuwe/aangepaste (spoor)weg ook faunavoorzieningen worden aangelegd om het kruisen daarvan door fauna mogelijk te maken, zal er sowieso voor moeten worden gezorgd dat de fauna de voorzieningen ook vindt. Geleidende beplanting in de vorm van hagen, houtwallen en -singels, bloemrijke grasstroken, natuurvriendelijke oevers enzovoorts zorgt niet alleen voor die geleiding, maar biedt ook leefgebied aan diverse plant- en diersoorten, niet noodzakelijkerwijs alleen aan de soorten waarvoor de faunavoorziening wordt aangelegd. Zo kan de aanleg of aanpassing van de (spoor)weg worden aangegrepen om de lokale biodiversiteit te vergroten.

Ontwerp

Hieronder enkele voorbeelden van maatregelen die genomen kunnen worden.

- Aanleg van poelen, zodat de voortplantingsplekken van amfibieën aan dezelfde kant van de infrastructuur liggen als de overwinteringsplekken. De poelen bieden ook drinkplekken aan andere diersoorten.
- Bloemenweides verder van de weg aanleggen, zodat insecten niet alleen van bermen afhankelijk zijn voor voedsel en voortplantingsplekken.
- Graslanden en akkers in de buurt van dassenburchten, zodat ze de (spoor)weg niet hoeven over te steken.
- Meer heggen, houtwallen en andere kleine landschapselementen aanleggen voor egels, muizen, kleine marterachtigen en zangvogels.
- Plaatsen of bouwen van kunstmatige verblijfplaatsen (zie [paragraaf 9.3.2.2](#))

- In z'n algemeenheid. Hoe meer variatie in het landschap, hoe groter de kans dat het in alle levensbehoeften van de dieren voorziet en hoe kleiner de kans dat ze infrastructuur hoeven te kruisen. Kruisen van infrastructuur is dan alleen nodig voor de lange afstandsmigranten.

Aandachtspunten

- De aanleg van de landschapselementen valt meestal buiten het eigendomsgebied van Rijkswaterstaat of ProRail. Een goede afstemming en overeenkomsten met de eigenaren van de aanliggende gronden is noodzakelijk. Dat is niet alleen noodzakelijk voor de aanleg, maar ook voor het latere beheer en onderhoud.
- In het bestemmingsplan moet worden vastgelegd dat de aanliggende gronden (mede) de functie natuur krijgen en dat de aangelegde natuur onlosmakelijk met de aanwezigheid van de weg verbonden is.

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

Niet beschikbaar



Een poel, aangelegd nabij de N279 (Bron: Johan de Bijl, RWS)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

9.3.2.2 AANLEG KUNSTMATIGE VERBLIJVEN

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren		N.v.t.
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	GO	
Middelgrote zoogdieren - klimmers	GO	
Kleine zoogdieren	GO	
Vleermuizen	GO	
Vogels	GO	
Reptielen	GO	
Amfibieën	GO	
Insecten	GO	
Overig ongewerveld	GO	

[Naar totaaloverzicht wetenschappelijke waardering](#)

Algemene beschrijving en doel

Bij het aanleggen of aanpassen of van een (spoor)weg gaat leefgebied van dieren verloren of wordt het anderszins aangetast. Het gevolg kan zijn dat dieren op zoek gaan naar nieuw leefgebied op plekken waar je ze niet wilt hebben, zoals een dassenburcht in het spoortalud. Om dit te voorkomen kan als preventieve maatregel een nieuwe verblijfplaats buiten het kwetsbare gebied worden gerealiseerd.

Anderszins is het soms ook mogelijk om in een kunstwerk voorzieningen aan te brengen voor fauna. Ook voor soorten die voorheen hier niet voorkwamen.

Ook zonder compenserende noodzaak kunnen 'kleine faunavoorzieningen' de omgeving van faunapassages en daarmee de faunapassages zelf aantrekkelijker maken voor de beoogde diersoorten. Hierbij kan, naast een kunstburcht voor dassen, worden gedacht aan (zie ook [Vliegenthart & Zollinger, 2012](#)):

- Egelsuites
- Kunstburchten voor das, bever en otter
- Zomerverblijven vleermuizen (bijvoorbeeld kasten onder bruggen en in open gemaakte brughoofden)
- Winterverblijven vleermuizen (omgebouwde spoorbunkers, brughoofden etc.)
- Broeihopen voor ringslangen
- Reptielenbulten
- Nestkasten voor witte kwikstaart, huiszwaluw of boerenzwaluw
- Stapelmuren voor o.a. rugstreeppadden en muurhagedissen ('Fauna Stay-Okay')
- Takkenrillen voor kleine marters, reptielen, muizen en diverse ongewervelden
- Specifieke bloemenmengsels voor insecten
- Bijenhôtels, etc.



Om te voorkomen dat dassen hun burcht in het talud van het spoor maken, is in de directe omgeving een terp aangelegd met een kunstburcht. (Bron: ProRail)



Een vleermuistoren als kunstmatige verblijfplek voor vleermuizen (Bron: Gerard Smit, Bureau Waardenburg)

Aandachtspunten

- Adviezen over (de eisen van) kunstmatige verblijfplaatsen zijn te vinden in de Kennisdocumenten van BIJ12 (<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/kennisdocumenten-soorten-ontheffingen-wet-natuurbescherming/>).

Specifieke richtlijnen beheer, onderhoud en inspectie

Niet beschikbaar



Een takkenril biedt schuiltplaatsen en leefgebied aan van kleine marters, reptielen, muizen en diverse insecten. (Bron: Dennis Wansink, Bureau Waardenburg)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

BRONNEN

1. GEANALYSEERDE EUROPESE STUDIES VOOR WETENSCHAPPELIJKE WAARDERING EFFECTIVITEIT FAUNAVOORZIENINGEN

- 1.1 Abbott, I.M., F. Butler & S. Harrison. (2005). *When flyways meet highways – The relative permeability of different motorway crossing sites to functionally diverse bat species*. Landscape and Urban Planning 106: 293-302
- 1.2 Andreassen, H.P., H. Gundersen & T. Storaas. (2005). *The effect of scent-marking, forest clearing, and supplemental feeding on moose-train collisions*. Journal of Wildlife Management 69 (3): 1125-1132
- 1.3 Babińska-Werka, J., D. Krauze-Gryz, M. Wasilewski & K. Jasińska. 2015. Effectiveness of an acoustic wildlife warning device using natural calls to reduce the risk of train collisions with animals. Transportation Research Part D: Transport and Environment 38: 6-14
- 1.4 Benten, A., T. Hothornb, T. Vora & C. Ammera. (2018). *Wildlife warning reflectors do not mitigate wildlife–vehicle collisions on roads*. Accident Analysis and Prevention 120: 64–73
- 1.5 Berthinussen, A. & J. Altringham. (2012). *Do bat gantries and underpasses help bats cross roads Safely?* PLoS ONE 7(6): e38775. DOI: 10.1371/journal.pone.0038775
- 1.6 Brieger, F., R. Hagen, D. Vetter, C.F. Dormann & I. Storch. (2016). *Effectiveness of light-reflecting devices: A systematic reanalysis of animal-vehicle collision data*. Accident Analysis and Prevention 97: 242-260
- 1.7 Brieger, F., R. Hagen, M. Kröschel, F. Hartig, I. Petersen, S. Ortmann & R. Suchant. (2017). *Do roe deer react to wildlife warning reflectors? A test combining a controlled experiment with field observations*. European Journal of Wildlife Research 63: 72. DOI: 10.1007/s10344-017-1130-5
- 1.8 Brieger, F., J.-L. Kämmerle, N. Martschuk, S. Ortmann & R. Hagen. (2017). *No evidence for a ‘warning effect’ of blue light in roe deer*. Wildlife Biology 2017: wlb.00331. DOI: 10.2981/wlb.00331
- 1.9 Claireau, F., Y. Bas, S.J. Puechmaille, J.-F. Julien, B. Allegrini & C. Kerbiriou. (2019). *Bat overpasses: An insufficient solution to restore habitat connectivity across roads*. Journal of Applied Ecology 56: 573-584. DOI: 10.1111/1365-2664.13288
- 1.10 Dekker, J.A. & Bekker, G.J. (2010). *Badger (meles meles) road mortality in the Netherlands: the characteristics of victims and the effects of mitigation measures*. Delft: Rijkswaterstaat
- 1.11 Dekker, J.J.A., (2021). *Kerkuilen op hun plek. Effectiviteit van rollers en zitpalen voor het verminderen van verkeerslachtoffers onder kerkuilen bij de N242 en de A7 in de Wieringermeer*. Jasja Dekker Dierecologie, Arnhem
- 1.12 Elmeros, M. et al. (2011). *Effectiveness of odour repellents on red deer (Cervus elaphus) and roe deer (Capreolus capreolus): a field test*. Aarhus, Denemarken: Aarhus University
- 1.13 Helldin, J.O. & S.O. Petrovan. (2019). *Effectiveness of small road tunnels and fences in reducing amphibian roadkill and barrier effects at retrofitted roads in Sweden*. Peer J 7: e7518. DOI: 10.7717/peerj.7518
- 1.14 Jagerbrand, A.K. & Antonson, H. (2016). *Driving behaviour responses to a moose encounter, automatic speed camera, wildlife warning sign and radio message determined in a factorial simulator study*. Linköping, Sweden: Swedish National Road and Transport Research Institute
- 1.15 Jaren, V., R. Andersen, M. Illeberg, P.H. Pedersen & B. Wiseth. (1991). *Moose-train collisions: The effects of vegetation removal with cost-benefit analysis*. Alces 27: 93-99
- 1.16 Jarvis, L.E., M. Hartup & S.O. Petrovan. (2019). *Road mitigation using tunnels and fences promotes site connectivity and population expansion for a protected amphibian*. European Journal of Wildlife Research 65: 27. DOI: org/10.1007/s10344-019-1263-9
- 1.17 Kammerle, J.-L., F. Brieger, M. Kröschel, R. Hagen, I. Storch & R. Sucant. (2017). *Temporal patterns in road crossing behaviour in roe deer (Capreolus capreolus) at sites with wildlife warning reflectors*. PLoS ONE 12(9): e0184761. DOI: org/10.1371/journal.pone.0184761
- 1.18 Klar, N. et al. (2009). *Effects and mitigation of road impacts on individual movement behavior of wildcats*. Journal of Wildlife Management, 73, 631-638
- 1.19 Kusta, T. et al. (2015). *Effectiveness and costs of odor repellents in wildlife–vehicle collisions: A case study in Central Bohemia, Czech Republic*
- 1.20 Leresche, P.A. et al. (2009). *Analyse des migrations de batraciens Á la Route des Paysans (Jorat, Suisse entre 1995-2005)*. Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles 91.4: 389-406
- 1.21 Limpens, H.J.G.A., P. Twisk & G. Veenbaas, 2004. *Met vleermuizen overweg*. DWW-2004-037. Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft & Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Arnhem.
- 1.22 Lutz, W. (1994). *Ergebnisse der Anwendung eines sogenannten Duftzaunes zur Vermeidung von Wildverlusten durch den Strassenverkehr nach Gehege- und Freilandorientierungen I*. Zeitschrift für Jagdwissenschaft, 40, 91-108
- 1.23 Meisingset, E.L., L.E. Loe, Ø. Brekkum & A. Mysterud. (2014). *Targeting mitigation efforts: The role of speed limit and road edge clearance for deer–vehicle collisions*. The Journal of Wildlife Management; DOI: 10.1002/jwmg.712
- 1.24 Niemi, M. et al. (2014). *Dry paths effectively reduce road mortality of small and medium-sized terrestrial vertebrates*. Helsinki, Finland: Department of Forest Sciences, University of Helsinki
- 1.25 Olbrich, P. (1984). *Untersuchung der wirksamkeit von wildwarnreflektoren und der eignung von wilddurchschlässen*. Keulen, Duitsland. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)
- 1.26 Olsson, M. & Widen, P. (2008). *Effects of highway fencing and wildlife crossings on moose Alces alces movements and space use in southwestern Sweden*. ISSN : 0909-6396
- 1.27 Ottburg, F.G.W.A. & E.A. van der Grift. (2019). *Effectiveness of road mitigation measures for a common toad (Bufo bufo) population in the Netherlands*. Frontiers in Ecology and Evolution 7: 23. DOI: 10.3389/fevo.2019.00023
- 1.28 Reichholz, J. (1984). *Über die Wirkung von Igelschutzzäunen im Siedlungsrandbereich*. Säuegetierkundliche Mitteilungen 31: 267
- 1.29 Rutten, A., J. Gouw, K. Van Den Berge, F. Berlingee, K. Schamp, L. Pallemmaerts, S. Devisscher & J. Casar. (2021). *Evaluatie monitoring wilddetectiesysteem N73-Kamperbaan. Rapport 2021-11*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.34098249
- 1.30 Rytwinski, T., K. Soanes, J.A.G. Jaeger, L. Fahrig, C.S. Findlay, J. Houlahan, R. van der Ree & E.A. van der Grift. (2016). *How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis*. PLoS ONE 11(11): e0166941. DOI:10.1371/journal.pone.0166941
- 1.32 Sachs-Ternes, W., T. Jaschke & I. Schlupp. (2004). *Wanderaktivität und Mortalität von Amphibien vor und nach einer Straßensperrung: Erfahrungsbericht über den Erfolg einer Artenschutzmaßnahme*. Natur und Landschaft 79(1): 26-30
- 1.32 Schmidt, B.R., S. Brenneisen & S. Zumbach. (2020). *Evidence-based amphibian conservation: A case study on toad tunnels*. Herpetologica 76(2): 228-239. DOI: org/10.1655/0018-0831-76.2.228
- 1.33 Ujvári, M., H.J. Baagøe & A.B. Madsen. (1998). *Effectiveness of wildlife warning reflectors in reducing deer vehicle collisions: A behavioral study*. Journal of Wildlife Management 62: 1094-1099
- 1.34 Ujvári, M., H.J. Baagøe & A.B. Madsen. (2004). *Effectiveness of acoustic road markings in reducing deer-vehicle collisions: A behavioural study*. Wildlife Biology 10: 155-159

BRONNEN

- 1.35 Van der Grift, E.A., F.R.J. van Bommel, D.R. Lammertsma & F.G.W.A. Ottburg. (2019). *De effectiviteit van maatregelen voor het reduceren van aanrijdingen met reeën*. Rapport 2936. Wageningen Environmental Research, Wageningen
- 1.36 Van der Grift, E.A., F.G.W.A. Ottburg, D.R. Lammertsma & F.P.J. van Bommel. In prep. *A green light for blue wildlife reflectors?*
- 1.37 Van der Grift, E.A. et al. (2002). *Het effect van faunapassages bij rijkswegen op de levensvatbaarheid van dierpoblaties; potentiële onderzoeklocaties*. Delft, Nederland: Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde
- 1.38 Van der Grift, E.A. en Ottburg, F.G.W.A. (2015). *Hoe effectief zijn Paddentunnels?* Wageningen, Nederland: Wageningen University & Research
- 1.39 Villalva, P., D. Reto, M. Santos-Reis, E. Revilla & C. Grilo. (2013). *Do dry ledges reduce the barrier effect of roads?* Ecological Engineering 57: 143-148
- 1.40 Zuiderwijk, A. (1989). *Amphibian and reptile tunnels in the Netherlands*. In: Langton, T.E.S. (ed.) Proceedings of the Toad Tunnel Conference, Rendsburg, Duitsland: 67-74. ACO Polymer Products, England

2. GEANALYSEERD NEDERLANDS EN VLAAMS (MONITORINGS-)ONDERZOEK VOOR WETENSCHAPPELIJKE WAARDERING GEBRUIK FAUNAPASSAGES

- 2.1 Bente, A. et al. (2018). *Wildlife warning reflectors do not mitigate wildlife-vehicle collisions on roads*. Accident Analysis and Prevention 120 (2018) 64-73
- 2.2 Brandjes, G.J. et al. (2007). *Onderzoek flora en fauna Landschapspark Susteren. Monitoring faunapassages en inventarisatie ecologische zones bij de N297*. Bureau Waardenburg B.V. rapport nr. 06-271.
- 2.3 Emond, D. (2020). *Notitie: Voortgangsrapportage 2020 – Monitoring faunapassage Biltse Rading*. Bureau Waardenburg B.V. Kenmerk 20-0227/20.11265/DimEm
- 2.4 Emond, D. en Van Vliet, F. (2008). *Evaluatie tien faunapassages Zeeuws-Vlaanderen 2008*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 08-200
- 2.5 Emond, D. et al. (2016). *Het gebruik van ecoducten op de Veluwe. Monitoring, onderzoeken en interviews uit de periode 1989 - 2016*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 16-1117
- 2.6 Emond, D. et al. (2020). *Ook groter wild door kleinere faunatunnel*. Artikel: De levende natuur maart 2020. Pag. 54
- 2.7 Emond, D. en Brandjes, G.J. (2014). *Faunapassages Krakelingweg, Zeist. Onderzoek naar het gebruik van een drietal kleine faunatunnels in 2013*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 13-263
- 2.8 Emond, D. en Brandjes, G.J. (2016). *Faunavoorzieningen provincie Gelderland, 2016. Monitoring en technische inspectie van 40 faunavoorzieningen*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 16-249
- 2.9 Emond, D. en Brandjes, G.J. (2018). *Faunavoorzieningen provincie Gelderland, 2017. Monitoring en technische inspectie van 48 faunavoorzieningen*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 16-235
- 2.10 Emond, D., Verhoek, L. en Brandjes, G.J. (2018). *Faunavoorzieningen provincie Gelderland, 2018. Monitoring en technische inspectie van 47 faunavoorzieningen*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 18-335
- 2.11 Emond, D. en Brandjes, G.J. (2011). *Monitoring faunapassage Oude Haagseweg te Amsterdam*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 11-208
- 2.12 Emond, D. en Brandjes, G.J. (2011). *Monitoring gebruik faunapassages Gemeente Utrecht 2009-2010*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 14-045d
- 2.13 Emond, D. en Brandjes, G.J. (2014). *Resultaten monitoring ecoduct Hoog Buurlo 2013. Onderdeel van de 9 ecoducten op de Veluwe, Utrechtse en Sallandse Heuvelrug*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 14-045d
- 2.14 Emond, D. en Brandjes, G.J. (2015). *Resultaten monitoring ecoduct Huis ter Heide 2014. Onderdeel van de 9 ecoducten op de Veluwe, Utrechtse en Sallandse Heuvelrug*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 14-045g
- 2.15 Emond, D. en Brandjes, G.J. (2014). *Resultaten monitoring ecoduct Hulshorst 2013. Onderdeel van de 9 ecoducten op de Veluwe, Utrechtse en Sallandse Heuvelrug*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 14-045b
- 2.16 Emond, D. en Brandjes, G.J. (2015). *Resultaten monitoring ecoduct JP Thijssse 2014. Onderdeel van de 9 ecoducten op de Veluwe, Utrechtse en Sallandse Heuvelrug*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 14-045d
- 2.17 Emond, D. en Brandjes, G.J. (2015). *Resultaten monitoring ecoduct Middachten 2014. Onderdeel van de 9 ecoducten op de Veluwe, Utrechtse en Sallandse Heuvelrug*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 14-045i
- 2.18 Emond, D. en Brandjes, G.J. (2014). *Resultaten monitoring ecoduct Nijverdal 2013. Onderdeel van de 9 ecoducten op de Veluwe, Utrechtse en Sallandse Heuvelrug*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 14-045a
- 2.19 Emond, D. en Brandjes, G.J. (2015). *Resultaten monitoring ecoduct Zwaluwenberg 2014. Onderdeel van de 9 ecoducten op de Veluwe, Utrechtse en Sallandse Heuvelrug*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 14-045h
- 2.20 Emond, D. en Brandjes, G.J. (2014). *Resultaten monitoring ecoduct Petrea 2013. Onderdeel van de 9 ecoducten op de Veluwe, Utrechtse en Sallandse Heuvelrug*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 14-045c
- 2.21 Emond, D. en Brandjes, G.J. (2014). *Resultaten monitoring ecoduct Petrea 2013. Onderdeel van de 9 ecoducten op de Veluwe, Utrechtse en Sallandse Heuvelrug*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 14-045c
- 2.22 Emond, D., Daamen, J. en Smit, G.F.J. (2020). *Van duin naar polder en terug. Migratie over kustwegen in Noord-Holland*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 19-187
- 2.23 Emond, D., Driessen, F.M.F. en Smit, G.F.J. (2017). *Maatregelenanalyse MJPO. Knelpunten Analyse van faunamaatregelen op basis van een meta-analyse*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 17-014
- 2.24 Feys, S. et al. (2020). *Monitoring van drie ontsnipperende maatregelen in het Zoniënwoud*. Vlaanderen, Departement Omgeving
- 2.25 Feys, S. et al. (2019). *Monitoring van het ecoduct De Munt over de E19 en HSL in Wuustwezel (T7)*. Mechelen, Natuurpunt Studie
- 2.26 Freeze J.L. (2011). *Proefopstelling uitklimvoorzieningen voor amfibieën*. Stichting RAVON Rapportnummer: S-2010.071
- 2.27 Jipping, K.D. en Schepp, H.L. (2019). *Resultaten monitoring vleermuizen vleermuisportaal A6, Joure monitoring van vleermuizen ten behoeve van het vleermuisportaal*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 20-290
- 2.28 Kemper, J.H. (1997). *Onderzoek naar de passeerbaarheid van sifons. Nieuwegein, Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij*. OVB-Onderzoeksrapport 1997-18

BRONNEN

- 2.29 Lambrecht, J. et al. (2017). *Monitoring van het ecoduct Kempengrens. Over de E34 in Mol (T2)*. Mechelen, Natuurpunt Studie
- 2.30 Ottburg, F.G.W.A. en Van der Grift, E.A. (2019). *Effectiveness of Road Mitigation for Common Toads (Bufo bufo) in the Netherlands*. Artikel: Frontiers in Ecology and Evolution, 12 February 2019
- 2.31 Petermans, P. en Van Vuuren, A. (2020). *Monitoren faunapassages N303 (Voorthuizen) 2020 - 2022. Tussenrapport 2: Jaar 2020*. Ecogroen B.V. Projectcode 19-090
- 2.32 Petermans, P. et al. (2020). *Verkenning naar inrichting- en beheermaatregelen voor o.a. de Overijsselse aandachtsoorten*. Ecogroen B.V. Projectcode 20-291
- 2.33 Petermans, P. (2019). *Verkenning noodzaak faunamaatregelen voor het ree i.v.m. de verkeersveiligheid, A7-traject bij Beoordeling op basis van verspreidings- en aanrijdgegevens en lokale mogelijkheden*. Ecogroen B.V. Rapport 18-279
- 2.34 Rössler, M. (2009). *Vogelanprall und zu geprüften Mustern*. Artikel Wiener Umweltnatwalschaft, 4^e oplage, 2019
- 2.35 Schut, J. en Sikkema, M. (2019). *Het gebruik van paluduct Galamadammendoor door dieren. Veldonderzoek naar het functioneren van faunapassage Galamadammen*. Leeuwarden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek B.V. A&W-rapport 1301
- 2.36 Smits, L. en Van der Grift, E.A. (2010). *Het gebruik van de ecoducten Leusderheide en Treeker Wissel*. Wageningen, Nederland: Alterra Wageningen
- 2.37 Smit, G.F.J. (2007). *Monitoring Faunapassages Noord-Brabant pilot 2006. Monitoring van het gebruik van 47 faunapassages onder provinciale wegen*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 06-260
- 2.38 Struijk, R.P.J.H. en Ter Harmsel, R. (2018). *Effectiviteit van amfibieënpassages langs de binnenduinrand in Bakkum-Noord en Bergen (2016/2017)*. Nijmegen, Stichting RAVON. Rapport nr. 2017-060
- 2.39 Van den Dries, B. (2019). *Faunamonitoring in de provincie Zeeland*. Arnhem, Arcadis Nederland B.V. Referentie: 083747143B
- 2.40 Van Heukelem, M.J.D. (2020). *Inspectie faunavoorzieningen. Inspectierapport over de staat van onderhoud van faunavoorzieningen in de provincie Overijssel*. OAK consultants
- 2.41 Van Heukelem, M.J.D. (2017). *Wildspotter in de provincie Noord-Holland, Faunapassagemonitoring najaar 2016 & voorjaar 2017*. Arnhem, Arcadis Nederland B.V.
- 2.42 Van Meeteren, R. en Smit, G.F.J. (2016). *Animals use wildlife crossings to pass infrastructure. An evaluation of wildlife crossing structures in the Netherlands*. Bureau Waardenburg B.V.
- 2.43 Van Meeteren, R. en Smit, G.F.J. (2015). *Twenty years of research, do animals use wildlife crossings? Supplementary abstracts*. Bureau Waardenburg B.V. Rapport nr. 15-205

3. OVERIGE BRONNEN LITERATUUR

- 3.1 Bakker B., Mulder, J. en Loehr, V. (2019). *Dassen niet onder de indruk van grootschalige wegverbreding*. De levende natuur, November 2019, jaargang 120 - nummer 6. Blz. 245 – 249
- 3.2 Brandjes et al 2007. *Onderzoek flora en fauna Landschapspark Susteren*. BuWa-rapport 06-27
- 3.3 Brandjes, G.J., G. Veenbaas, I. Tulp & M.J.M. Poot, 2001. *Het gebruik van faunapassages langs watergangen onder rijkswegen in Nederland. Resultaten van een experimenteel onderzoek*. Ontsnipperijsreeks deel 40. Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft
- 3.4 Broekmeyer, M. et al. (2001). *Handboek Robuuste verbindingen, ecologische randvoorwaarden*. ISBN 90 327 0314 5. Wageningen, Alterra
- 3.5 Buurman, T. (2017). *Technische-en functionele eisen dassenvoorziening*. Arnhem. Provincie Gelderland
- 3.6 Corrigan, B. et al. (2016). *Procedures for the Design of Roads in Harmony with Wildlife*. CEDR Call 2013: Roads and Wildlife
- 3.7 Elmeros, M. et al. (2016). *SafeBatPaths, Fumbling in the dark – effectiveness of bat mitigation measures on roads*. CEDR Call 2013: Roads and Wildlife
- 3.8 Emond, D. en Van Vliet, F. (2008). *Evaluatie tien faunapassages Zeeuws-Vlaanderen 2008*. Culemborg. Bureau Waardenburg B.V. In opdracht van Rijkswaterstaat Zeeland en Provincie Zeeland
- 3.9 Helldin, J.O. et al. (2016). *Roads and wildlife: Legal requirements and policy targets*. Saferoad Technical report 1. CEDR Call 2013: Roads and Wildlife. Saferoad office Wageningen University & Research
- 3.10 Jasińska, K., J. Werka, D. Krauze-Gryz, M. Wasilewski, 2014. *Sonic deterring devices UOZ-1 as a tool to limit collisions with animals along the railways*. Sylwan 158 (2): 143–150, 2014
- 3.11 Kampers, I. (2017). *Articulatie herziening Leidraad Faunavoorzieningen bij wegen*. Arnhem. Arcadis Nederland B.V.
- 3.12 Keizer P.J. et al. (2013). *Kader beheer groenvoorzieningen 2013*. Delft, Rijkswaterstaat, Dienst Water, Verkeer en Leefomgeving
- 3.13 Keizer P.J. et al. (2013). *Leidraad beheer groenvoorzieningen 2013 : wegen - kanalen – rivieren*. Delft, Rijkswaterstaat, Dienst Water, Verkeer en Leefomgeving
- 3.14 Ouden, J.B. den en A.A.G. Piepers (2008). *Richtlijnen voor inspectie en onderhoud van faunavoorzieningen bij wegen*. Delft. Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Publicatienummer: DWW-2005-089. ISBN: 90 369 5606 4
- 3.15 Rijkswaterstaat (2020). *Vraagspecificatie Nadere overeenkomst SO3: Leidraad Faunavoorzieningen bij Infrastructuur, Zaaknummer: 3116021*. Utrecht. Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Dienst Water, Verkeer en Leefomgeving
- 3.16 Rosell, C. et al. (2020). *Wildlife & Traffic, A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. Maintenance of ecological assets on transport linear infrastructure*. CEDR report: CR2020-02. ISBN: 979-10-93321-55-4. CEDR's PEB on Roads and Wildlife
- 3.17 Seiler, A. et al. (2016). *Case studies on the effect of local road and verge features on ungulate-vehicle collisions*. Saferoad technical report 7. Saferoad office. Wageningen University & Research
- 3.18 Seiler, A. & Folkesson, L. (2006). *Habitat fragmentation due to transportation infrastructure*. COST 341 national state-of-the-art report Sweden

BRONNEN

- 3.19 Van der Grift, E.A. et al. (2009). *Actualisering doelsoorten en doelen, MJO*. Alterra-rapport 1941. Wageningen, Alterra
- 3.20 Van der Grift, E.A. et al. (2018). *CEDR Transnational Road Research. Programme Call 2013: Roads and Wildlife*. Final Programme Report. CEDR Call 2013: Roads and Wildlife
- 3.21 Van der Grift, E.A. et al. (2013). *Evaluating the effectiveness of road mitigation measures*. *Biodivers Conserv* (2013) 22:425–448
- 3.22 Van der Grift, E.A. et al. (2009). *Guidelines for evaluating the performance of road mitigation measures. Saferoad technical report 6*. Saferoad office. Wageningen University & Research
- 3.23 Van der Grift, E.A. et al. (2016). *Guidelines for outcome-based specifications in road mitigation measures*. Saferoad technical report 2. Saferoad office. Wageningen University & Research
- 3.24 Van der Grift, E.A. et al. (2014). *Ontsniperingsplan Naardermeer. Advies voor faunapassages bij de spoorlijn*. Alterra-rapport 2521. Wageningen, Alterra
- 3.25 Van der Grift, E.A. et al. (2010). *Richtlijnen voor recreatief medegebruik op ecoducten*. Alterra-rapport 2097. Wageningen, Alterra
- 3.26 Van der Grift, E.A. et al. (2013). *Safe roads for wildlife and people. Final report of the SAFEROAD project*. CEDR Call 2013: Roads and Wildlife. Saferoad office, Wageningen University & Research
- 3.27 Van der Grift, E.A. et al. (2018). *The Roads and Wildlife Manual. CEDR Contractor Report 2018-3*. CEDR Call 2013: Roads and Wildlife
- 3.28 Wansink, D.E.H., I. van Gogh & D. Wielakker, 2016. *Handreiking ontwerpvoorschrift Natuurvriendelijke oevers. Bijdrage aan het Uitvoeringsprogramma Natuurvriendelijke Oevers van de Provincie Noord-Holland*. Bureau Waardenburg Rapportnr. 16-055. Bureau Waardenburg, Culemborg
- 3.29 Wansink D. et al. (2013). *Leidraad Faunavoorzieningen bij Infrastructuur. Culemborg, Bureau Waardenburg*. In opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Water, Verkeer en Leefomgeving en ProRail

WEBSITES

- 4.30 altena-infra.nl/wp-content/uploads/2018/11/RONA-Zwijnverdwijn-blokken-v2018.pdf
- 4.31 ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/eu-biodiversity-strategy-2030_nl
- 4.32 www.leidraadse.nl/
- 4.33 www.lichthinder.be
- 4.34 www.maibach.de
- 4.35 minlnv.nederlandsesoorten.nl/content/bern-conventie-soort-van-appendix-ii
- 4.36 minlnv.nederlandsesoorten.nl/zoeken-naar-soort
- 4.37 minlnv.nederlandsesoorten.nl/content/habitatrichtlijn-soort-van-habitatrichtlijn-bijlage-ii
- 4.38 minlnv.nederlandsesoorten.nl/content/habitatrichtlijn-soort-van-habitatrichtlijn-bijlage-iv
- 4.39 minlnv.nederlandsesoorten.nl/content/habitatrichtlijn-soort-van-habitatrichtlijn-bijlage-v
- 4.40 minlnv.nederlandsesoorten.nl/content/rode-lijsten
- 4.41 www.ndff.nl
- 4.42 www.nioo.knaw.nl/nl/licht-op-natuur
- 4.44 www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/werken-aan-infrastructuur/onderhoud-kunstwerken/data-informatiesysteem-kunstwerken
- 4.45 www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/werkwijzen/werkwijze-in-gww/contracten-gww
- 4.46 www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/werkwijzen/werkwijze-in-gww/contracten-gww/dbfm
- 4.47 www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/werkwijzen/werkwijze-in-gww/data-eisen-rijkswaterstaatcontracten/kerngis-droog-en-beheerkaart-nat
- 4.48 www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/werkwijzen/werkwijze-in-gww/data-eisen-rijkswaterstaatcontracten/ultimo
- 4.49 www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/werkwijzen/werkwijze-in-gww/contracten-gww/dc
- 4.50 www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/werkwijzen/werkwijze-in-gww/contracten-gww/ec
- 4.51 www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/werkwijzen/werkwijze-in-gww/contracten-gww/prestatiecontracten
- 4.52 www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/werkwijzen/werkwijze-in-gww/systeemgerichte-contractbeheersing
- 4.53 www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/zakendoen-met-rijkswaterstaat/werkwijzen/werkwijze-in-gww/systems-engineering
- 4.54 www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/beschermde-planten-dieren-en-natuur/ruimtelijke-ingrepen/beschermde-soorten
- www.vleermuizenindestad.nl

BIJLAGE 1: UITLEG SYSTEMATIEK VAN WETENSCHAPPELIJKE WAARDERING

Aan de wetenschappelijke waardering in deze leidraad ligt een uitgebreide systematiek ten grondslag waarmee op basis van beschikbare wetenschappelijke studies en monitoringsonderzoek een waardering is gegeven aan de (bewezen) functionaliteit van de faunavoorzieningen. Deze waardering is vertaald naar een classificering waarmee in de leidraad ([Hst 9](#) en [Bijlage 4](#)) in één oogopslag zichtbaar is of een faunavoorziening geschikt is voor een soortgroep of niet. De systematiek is vanuit eenduidige beslisregels zodanig opgesteld dat deze repliceerbaar is en in de toekomst kan worden geactualiseerd op basis van nieuw onderzoek.

Voor veel faunavoorzieningen is er nog onvoldoende of geen wetenschappelijk onderzoek beschikbaar. **Het gebrek aan een wetenschappelijke waardering betekent niet dat een faunavoorziening niet werkt.** Het geeft enkel aan dat er nog geen of weinig wetenschappelijke kennis is en dat er behoefte is aan onderzoek naar het functioneren van de betreffende faunavoorziening. Deze leidraad biedt een goed startpunt voor het inzichtelijk maken van deze kennisleemten

B1.1 ANALYSE VAN DRIE TYPEN WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES

Achtereenvolgens zijn de volgende twee typen publicaties geanalyseerd om voor zover mogelijk te komen tot een wetenschappelijke waardering per faunavoorziening:

- 1 Originele, empirische studies naar de effectiviteit van faunavoorzieningen, uitgevoerd binnen Europa. Voor Nederland en Vlaanderen hebben we ons gericht op zowel onderzoeksrapporten als artikelen in wetenschappelijke tijdschriften. Voor studies elders in Europa hebben we ons uitsluitend gericht op artikelen in wetenschappelijke tijdschriften. Daarnaast zijn ook studies gebruikt waarin een meta-analyse is uitgevoerd naar de effectiviteit van faunavoorzieningen, waarin studies uit Europa zijn betrokken.
- 2 Nederlandse en Vlaamse studies gericht op het meten van het gebruik van faunapassages: een selectie van onderzoeksrapporten en wetenschappelijke artikelen uit de periode 2000 – 2021

In de [bronvermelding](#) zijn de publicaties opgenomen die zijn geraadpleegd voor het wetenschappelijk waarden. De wetenschappelijke waardering per faunavoorziening, zoals zichtbaar in hoofdstuk 9, is gebaseerd op de bovengenoemde drie typen publicaties.

Wetenschappelijke waardering (Uitleg en legenda)

	Effectiviteit van faunavoorziening	Gebruik van faunavoorziening
Soortgroep	Onderzoek NL en Europa	Monitoringsonderzoek NL en Vlaanderen
Grote zoogdieren		
Middelgrote zoogdieren - geen klimmers		
Middelgrote zoogdieren - klimmers	1	2
Kleine zoogdieren		
Vleermuizen		
Vogels		
Reptielen		
Amfibieën		
Insecten		
Overig ongewerveld		

Classificering Effectiviteit faunavoorzieningen (onderzoek NL/Europa)

X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Faunavoorziening is ongeschikt
2	–	Faunavoorziening is matig geschikt
3	–	Faunavoorziening is geschikt
4	–	Faunavoorziening is zeer geschikt

1

Classificering Gebruik door soorten (monitoring NL en Vlaanderen)

X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Geen of incidenteel gebruik faunavoorziening
2	–	Regelmatig gebruik faunavoorziening
3	–	Frequent gebruik faunavoorziening
4	–	Zeer frequent gebruik faunavoorziening

2

B1.2 EEN CLASSIFICERING OP BASIS VAN BESLISREGELS

Om te komen tot een classificering voor het wetenschappelijk waarderen van de faunavoorzieningen, zijn er achtereenvolgens een aantal stappen doorlopen. Voor het classificeren van de geschiktheid van faunavoorzieningen op basis van binnen Europa uitgevoerd onderzoek naar effectiviteit zijn andere beslisregels toegepast dan voor het classificeren van het gebruik van faunapassages door soorten. Onderstaand lichten we de systematiek achter deze twee classificaties (effectiviteit en gebruik) nader toe.

B1.2.1 CLASSIFICERING VAN DE GESCHIKTHEID VAN FAUNAVOORZIENINGEN OP BASIS VAN EFFECTIVITEITSTUDIES BINNEN EUROPA

Voor de uit Nederland en Europa afkomstige onderzoeken zijn achtereenvolgens de volgende stappen uitgevoerd voor het classificeren van de geschiktheid van de faunavoorzieningen op basis van originele, empirische studies naar effectiviteit:

Stap 1: Definieren klassen van effectgrootte (responsklassen)

Er zijn klassen gedefinieerd voor de grootte van het effect van een faunavoorziening, zowel voor de verandering in mortaliteit als die in de barrièrewerking. Hoe meer klassen er worden gedefinieerd, hoe preciezer de effectgrootte kan worden aangegeven. Echter een te groot aantal klassen zorgt ervoor dat de praktische toepasbaarheid minder wordt en overzicht verloren gaat. Uiteindelijk zijn daarom maximaal acht klassen voor de effectgrootte gedefinieerd en toegepast in deze leidraad:

Responsklassen mortaliteit

1. Toename faunasterfte
2. Afname faunasterfte onwaarschijnlijk *
3. Geen afname faunasterfte
4. Faunasterfte waarschijnlijk *
5. 1-25% afname faunasterfte
6. 26-50% afname faunasterfte
7. 51-75% afname faunasterfte
8. >75% afname faunasterfte

* Indirecte meetvariabelen: reductie mortaliteit of verbeterde connectiviteit niet gekwantificeerd

Responsklassen barrièrewerking

1. Verbeterde connectiviteit onwaarschijnlijk *
2. Geen connectiviteit of alleen tijdelijk
3. Verbeterde connectiviteit waarschijnlijk *
4. 1-25% connectiviteit
5. 26-50% connectiviteit
6. 51-75% connectiviteit
7. >75% connectiviteit

Stap 2: Definieren soortgroepen

Er zijn soortgroepen gedefinieerd waarvoor het effect van de faunavoorzieningen wordt bepaald. Hoewel het effect per soort kan verschillen, is de systematiek hier op soortgroepen gebaseerd omdat het aantal studies waarin de effectiviteit van faunavoorzieningen is gekwantificeerd vooralsnog beperkt is. Dit betekent dat er voor veel soorten geen of weinig onderzoek is gedaan. Om toch voor alle soorten uitspraken te kunnen doen wat betreft de geschiktheid van faunavoorzieningen, zijn de soorten daarom gegroepeerd. De indeling in soortgroepen is deels gebaseerd op de wijze waarop de dieren zich voortbewegen (grondgebonden/vliegen) en hun klimcapaciteit. Uiteindelijk zijn de volgende soortgroepen gedefinieerd en toegepast in deze leidraad:

Soortgroepen

1. Grote zoogdieren
2. Middelgrote zoogdieren – geen klimmers
3. Middelgrote zoogdieren – klimmers
4. Kleine zoogdieren
5. Vleermuizen
6. Vogels
7. Reptielen
8. Amfibieën
9. Insecten
10. Overig ongewerveld

Stap 3: Bepalen aantal datasets per effectgrootte en soortgroep

Per soortgroep en effectgrootteklasse zijn het aantal beschikbare datasets bepaald waarop we de wetenschappelijke waardering kunnen baseren. We spreken hier van datasets en niet van studies omdat één studie meerdere 'datasets' kan omvatten, bijvoorbeeld als meerdere maatregelen of soorten zijn onderzocht, of verschillende meetvariabelen zijn gebruikt.

Stap 4: Bepalen kwaliteit van de individuele datasets (Evidence Score)

Behalve het aantal datasets is ook de kwaliteit van het onderzoek van belang om tot een goede schatting te komen van de effectgrootte van een faunavoorziening. De kwaliteit van datasets kan namelijk sterk verschillen. Zo is onderzoek waarin metingen vóór en na de aanleg van een faunavoorziening zijn gedaan, op zowel de mitigatieplekken (locaties waar de maatregel wordt uitgevoerd) als op controleplekken (locaties waar de maatregel niet wordt uitgevoerd), veel betrouwbaarder dan onderzoek waarin dit niet is gedaan. Op basis van zes criteria is voor iedere dataset die in de analyse is meegenomen afzonderlijk de kwaliteit bepaald, uitgedrukt in een 'Evidence Score'. Deze Evidence Score is de som van het aantal criteria waaraan het onderzoek voldoet. Immers, hoe meer criteria van toepassing, hoe beter het onderzoek en dus hoe betrouwbaarder de uitkomsten. Een Evidence Score van 0 betekent dus dat er aan geen enkel criterium is voldaan. Een Evidence Score van 6 betekent dat er aan alle criteria is voldaan.

Criteria voor het bepalen van kwaliteit van de individuele datasets:

- 1. De studie is gerandomiseerd:** Meetlocaties zijn willekeurig toegewezen aan mitigatie-plekken.
- 2. De studie is een Before-After experiment:** De metingen zijn zowel vóór als na de installatie van de maatregelen uitgevoerd.
- 3. De studie maakt gebruik van controleplekken:** De metingen zijn uitgevoerd op zowel de plekken waar maatregelen worden/zijn getroffen als op plekken waar geen maatregelen worden/zijn getroffen.
- 4. De studie maakt gebruik van gepaarde plekken:** Er zijn metingen gedaan op goed vergelijkbare mitigatieplekken en controleplekken, wat betreft kenmerken van infrastructuur, verkeer, landschap en dierpapulaties.
- 5. De studie bevat replicaties:** De metingen zijn op identieke wijze op meerdere mitigatieplekken uitgevoerd.
- 6. De studie meet direct de gewenste meetvariabele:** Er is geen extrapolatie nodig van afgeleide/indirecte meetvariabelen om het onderzochte effect in kaart te brengen.

Stap 5: Bepalen van de wetenschappelijke kwaliteitsklasse (WK-Klasse)

Nadat de individuele datasets conform stap 4 op kwaliteit zijn beoordeeld, wordt er per responsklasse en soortgroep een wetenschappelijke kwaliteitsklasse bepaald. De volgende drie kwaliteitsklassen zijn hierbij gedefinieerd:

Wetenschappelijke kwaliteitsklasse (WK-Klasse):

- WK-Klasse 1: Wetenschappelijke onderbouwing is zwak:** Gemiddelde Evidence Score ≤ 2 . Er is onder de geanalyseerde datasets gemiddeld aan maximaal twee van de kwaliteitscriteria (zie stap 4) voldaan.
- WK-Klasse 2: Wetenschappelijke onderbouwing is matig:** Gemiddelde Evidence Score = >2 en <4 . Er is onder de geanalyseerde datasets gemiddeld aan meer dan twee en minder dan vier van de kwaliteitscriteria (zie stap 4) voldaan.
- WK-Klasse 3: Wetenschappelijke onderbouwing is sterk:** Gemiddelde Evidence score ≥ 4 . Er is onder de geanalyseerde datasets gemiddeld aan minimaal vier van de kwaliteitscriteria (zie stap 4) voldaan.

Tussentijds resultaat wetenschappelijke waardering (op basis van stap 1 t/m 5):

Op basis van de eerste vijf stappen ontstaat er een beeld van de wetenschappelijke onderbouwing van gemeten effecten. Per responsklasse (zoals vastgesteld conform stap 1) en soortgroep (zoals vastgesteld conform stap 2) is er namelijk inzicht in het aantal datasets dat geraadpleegd is (conform beslisregel 3) en de WK-klasse (zoals vastgesteld conform stap 4 en 5). Dit resulteert per faunavoorziening in het onderstaande inzicht (fragment):

Voorziening:	Gemeten effect:							
Reflector	Mortaliteit							
	Responsklasse (conform stap 1)							
Soortgroep (conform stap 2)	Toename	Reductie Onwaarschijnlijk	Geen reductie	Reductie waarschijnlijk	1-25% reductie	26 -51% reductie	51-75% reductie	>75% reductie
Grote zoogdieren	0	2	16	0	1	0	0	0
Middelgrote zoogdieren	0	0	4	0	0	0	0	0
.....	0	0	0	0	0	0	0	0

Kleur = WK-klasse (conform stap 4 en 5):

- Geen onderzoek beschikbaar
 - WK-Klasse 1: Wetenschappelijke onderbouwing is zwak
 - WK-Klasse 2: Wetenschappelijke onderbouwing is matig
 - WK-Klasse 3: Wetenschappelijke onderbouwing is sterk
- 2 - Getal = het aantal datasets dat in de analyse is meegenomen (conform stap 3)

Stap 6: Vertaling uitkomsten naar een eenduidige classificering van geschiktheid faunavoorzieningen per soortgroep

Voor de gebruiker van de leidraad dient in één oogopslag de geschiktheid van de faunavoorziening per soortgroep inzichtelijk te zijn. Het inzicht dat na de eerste 5 stappen is ontstaan (bovenstaande tabel) is hiervoor nog niet geschikt. Er is daarom nog een extra vertaalslag gemaakt om te komen tot eenduidige geschiktheidsklassen om op te nemen in de leidraad. Deze vertaalslag heeft als volgt plaats gevonden.

- **Per faunavoorziening en soortgroep is bepaald of er onderzoek is gedaan en hoeveel datasets er dan zijn** (zie [Stap 3](#)). Hieruit is gebleken dat er voor een aantal faunavoorzieningen geen onderzoek naar de effectiviteit van de maatregelen is uitgevoerd voor één of meer soortgroepen. In deze leidraad wordt dit aangegeven door de afkorting 'GO' (geen onderzoek).

Er is hier bepaald dat er minimaal drie datasets beschikbaar moeten zijn om een uitspraak te kunnen doen over de geschiktheid van een faunavoorziening voor een soortgroep. Dit betekent dat als er minder dan of evenveel als twee datasets zijn gevonden met betrekking tot de effectiviteit van de faunavoorziening voor een soortgroep, er onvoldoende onderzoek aanwezig is om een faunavoorziening als geschikt of ongeschikt aan te merken. In de leidraad wordt dit aangegeven door de afkorting 'OO' (onvoldoende onderzoek).

Classificering Effectiviteit (onderzoek NL/EU en buiten EU)		
X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Faunavoorziening is ongeschikt
2	–	Faunavoorziening is matig geschikt
3	–	Faunavoorziening is geschikt
4	–	Faunavoorziening is zeer geschikt

- Indien er voldoende datasets (meer dan twee) zijn onderzocht, is er **gekeken naar de gemiddelde wetenschappelijke kwaliteit (WK-klasse) van de geanalyseerde datasets samen**, op basis van stap 4 en 5. Zodra de gemiddelde WK-klasse 2 of minder is, is hier bepaald dat het onderzoek van onvoldoende kwaliteit is om uitspraken te doen over de geschiktheid van een faunavoorziening voor een soortgroep. In de leidraad wordt dit aangegeven door de afkorting 'OK' (onderzoek van onvoldoende kwaliteit).

Classificering Effectiviteit (onderzoek NL/EU en buiten EU)		
X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Faunavoorziening is ongeschikt
2	–	Faunavoorziening is matig geschikt
3	–	Faunavoorziening is geschikt
4	–	Faunavoorziening is zeer geschikt

- **Indien er voldoende datasets (meer dan twee) onderzocht zijn én de gemiddelde kwaliteit van het onderzoek is voldoende (WK-klasse 2 of 3), is er een uitspraak gedaan over de geschiktheid van de faunavoorziening voor een soortgroep.** Hiervoor is allereerst een indexwaarde (G) berekend per responsklasse en soortgroep, op basis van onderstaande formule:

$$G = N * E_{\text{gem}} / N_{\text{tot}} * E_{\text{max}}$$

N = aantal datasets voor een soort per respons-klasse

N_{tot} = totaal aantal datasets voor een soort

ES_{gem} = gemiddelde Evidence Score voor een soort per respons-klasse

ES_{max} = maximale Evidence Score voor een soort per respons-klasse (= 6)

In deze indexwaarde zijn dus zowel het aantal datasets als de kwaliteit van het uitgevoerde onderzoek gewogen; beide factoren bepalen hierdoor welke responsklasse de doorslag geeft bij het bepalen van de geschiktheid als het onderzoek meerdere responsklassen heeft geïdentificeerd.

- Als er voor slechts één respons-klasse een gemiddelde Evidence Score (E_{gem}) is bepaald, wordt de geschiktheidsklasse bepaald op basis van die respons-klasse.
- Als er voor meerdere respons-klassen een gemiddelde Evidence Score (E_{gem}) is bepaald, wordt de geschiktheidsklasse bepaald op basis van de respons-klasse met de hoogste index-waarde (G).
- Als de indexwaarde G voor meerdere responsklassen gelijk is, kiezen we de hoogste geschiktheidsklasse.

In het onderstaande voorbeeld is bepaald dat reflectoren ongeschikt zijn voor zowel grote als middelgrote zoogdieren als het gaat om de reductie van faunasterfte. De hoogste indexwaarde (G) bevindt zich bij de grote zoogdieren namelijk in de responsklasse 'geen reductie' die voor de leidraad wordt vertaald naar de geschiktheidsklasse 'ongeschikt'. Bij de middelgrote zoogdieren is er enkel voor de responsklasse 'geen reductie' een indexwaarde (G) bepaald.

Faunavoorziening:	Gemeten effect:
Reflector	Mortaliteit
Geschiktheidsklasse:	
Ongeschikt	
Matig geschikt	
Ongeschikt	
Matig geschikt	
Geschikt	
Zeër geschikt	
Responsklasse (conform beslisregel 1)	
Soortgroep (conform beslisregel 2)	Toename
Grote zoogdieren	0
Middelgrote zoogdieren	0
.....	0
Reductie Onwaarschijnlijk	2 G = 0,07
Geen reductie	16 G = 0,84
Reductie waarschijnlijk	0
1-25% reductie	1 G = 0,03
26 -51% reductie	0
51-75% reductie	0
>75% reductie	0

De responsklasse met de hoogste indexwaarde (G) wordt dus vertaald naar een bruikbare en eenduidige classificering voor in de leidraad. Onderstaand is de vertaling van responsklassen naar geschiktheidsklassen inzichtelijk, per versnipperingseffect:

Respons-klasse Mortaliteit		Geschiktheids-klasse	
Toename	→	Ongeschikt	1
Reductie onwaarschijnlijk, maar niet gekwantificeerd	→	Ongeschikt	1
Geen reductie	→	Ongeschikt	1
Reductie waarschijnlijk, maar niet gekwantificeerd	→	Matig geschikt	2
1-25% reductie	→	Ongeschikt	1
26-50% reductie	→	Matig geschikt	2
51-75% reductie	→	Geschikt	3
>75% reductie	→	Zeër geschikt	4

Respons-klasse Barrière werking		Geschiktheids-klasse	
Verbeterde connectiviteit onwaarschijnlijk, maar niet gekwantificeerd	→	Ongeschikt	1
Geen connectiviteit of alleen tijdelijk	→	Ongeschikt	1
Verbeterde connectiviteit waarschijnlijk, maar niet gekwantificeerd	→	Matig geschikt	2
1-25% connectiviteit	→	Matig geschikt	2
26-50% connectiviteit	→	Geschikt	3
51-75% connectiviteit	→	Geschikt	3
>75% connectiviteit	→	Zeër geschikt	4

Classificering Effectiviteit (onderzoek NL/EU en buiten EU)

X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Faunavoorziening is ongeschikt
2	–	Faunavoorziening is matig geschikt
3	–	Faunavoorziening is geschikt
4	–	Faunavoorziening is zeer geschikt

B1.2.2 CLASSIFICERING VAN HET GEBRUIK VAN DE FAUNAVOORZIENINGEN DOOR FAUNA

Naast studies waarin de effectiviteit van de diverse faunavoorzieningen is onderzocht, zijn er in Nederland en Vlaanderen een groot aantal studies naar het gebruik van faunapassages uitgevoerd. Om deze kennis in deze leidraad te benutten, is hier de mate van gebruik van de diverse typen faunapassages door de diverse soortgroepen verkend. Tevens is ingezoomd op eventuele verschillen in gebruik van gelijksoortige faunapassages maar met verschillende dimensies, zoals de breedte van een ecoduct, tunnel of looprichel. Voor deze verkenning is een database vervaardigd waarin de bevindingen van Nederlandse en Vlaamse monitoringstudies zijn opgenomen. Het betreft een selectie van onderzoeksrapporten en wetenschappelijke artikelen uit de periode 1990-2021. Er zijn in totaal 54 studies geanalyseerd. Deze studies leverden 3.499 datasets op. De meeste studies resulteren immers in meerdere datasets, bijvoorbeeld omdat in een studie meerdere diersoorten of faunapassages zijn onderzocht. Om tot een classificering van het gebruik van faunapassages door de diverse soortgroepen te komen, zijn zeven analysestappen uitgevoerd.

Stap 1: Definieren soortgroepen

In een eerste stap zijn de soortgroepen gedefinieerd waarvoor we de verkenning uitvoeren. Deze soortgroepen zijn identiek aan die in de analyse van de geschiktheid van faunavoorzieningen op basis van onderzoek naar effectiviteit zijn gebruikt:

Soortgroepen

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Grote zoogdieren | 6. Vogels |
| 2. Middelgrote zoogdieren – geen klimmers | 7. Reptielen |
| 3. Middelgrote zoogdieren – klimmers | 8. Amfibieën |
| 4. Kleine zoogdieren | 9. Insecten |
| 5. Vleermuizen | 10. Overig ongewerveld |

Stap 2: Definieren faunapassages

In een tweede stap zijn de faunapassages gedefinieerd waarvoor we de verkenning uitvoeren. Deze stap is van belang omdat er inmiddels veel verschillende benamingen bestaan voor eenzelfde type faunapassage. Zo worden ecoducten ook wel aangeduid als cerviduct, groene brug, natuurbrug of dierenbrug. Ook hanteren studies verschillende definities, op basis van afmetingen, voor wat een kleine dan wel grote faunatunnel is of wat een ecoduct dan wel landschapsbrug is. We hanteren hier de volgende definities:

Faunapassage	Beschrijving
Hop-over	Een visuele verbinding tussen de boomkronen aan weerszijden van de infrastructuur.
Boombrug	Een fysieke verbinding tussen de boomkronen aan weerszijden van de infrastructuur, bijvoorbeeld in de vorm van een touw- of loopbrug.
Vleermuisportaal	Een geleidende structuur over de infrastructuur voor vleermuizen, bijvoorbeeld in de vorm van een metalen portaal of een net.
Viaduct met faunavoorziening (bovenlangs)	Een overgang voor weg- of treinverkeer met aan één of beide zijden een droge loopstrook.
Eco-Aquaduct	Een aquaduct met aan één of beide zijden een (1) doorlopende oever of (2) een droge loopstrook voor fauna.
Ecoduct	Een overgang voor fauna waarop een grondlaag is aangebracht met begroeiing. Breedte is ≤ 100 m.
Landschapsbrug	Een overgang voor fauna waarop een grondlaag is aangebracht met begroeiing. Breedte is > 100 m.
Infrastructuur in een tunnel	Een overgang voor fauna waarbij de infrastructuur (weg/spoorweg) in een tunnel ligt.
Amfibietunnel	Een onderdoorgang voor amfibieën in de vorm van een rechthoekige droge duiker (diverse afmetingen) die van boven open is (rooster).
Kleine faunatunnel	Een onderdoorgang voor fauna in de vorm van een buisvormige (diameter ≤ 2 m) of rechthoekige (breedte ≤ 2 m, hoogte ≤ 2 m) droge duiker die van boven gesloten is.
Grote faunatunnel	Een droge onderdoorgang voor fauna die > 2 m breed en > 2 m hoog is.
Duiker met faunavoorziening	Een duiker met aan één of beide zijden een (1) een droge loopstrook of (2) een looprichel voor fauna.
Brug met faunavoorziening	Een brug met aan één of beide zijden een (1) doorlopende oever, (2) een droge loopstrook of (3) een looprichel voor fauna.
Viaduct met faunavoorziening (onderlangs)	Een onderdoorgang voor weg- of treinverkeer met aan één of beide zijden een droge loopstrook voor fauna.
Infrastructuur op palen	Een onderdoorgang waarbij de infrastructuur (weg/spoorweg) over langere afstand (> 100 m) op palen is aangelegd en het merendeel van de onderdoorgang droog is.

Stap 3: Definieren faunapassages

In een derde stap zijn vijf klassen van gebruik gedefinieerd. Hiervoor is per dataset allereerst de trefkans berekend. De trefkans is de gemiddelde kans (in %) dat een soort op een dag de faunapassage passeert of daar aanwezig is tijdens de meetperiode. Voorbeeld 1: Is er honderd dagen continu met cameravallen gemeten en zijn er over die hele periode 33 waarnemingen van een soort gedaan, dan is de trefkans van die soort dus 33%. Voorbeeld 2: Zijn er over een periode van zes maanden op twaalf dagen inventarisaties uitgevoerd waarbij een soort in totaal driemaal is aangetroffen, dan is de trefkans 25%. Vervolgens zijn op basis van deze trefkansen de klassen van gebruik gedefinieerd:

Gebruiksklasse	Trefkans (%)
Geen gebruik	0
Incidenteel gebruik	>0 en ≤1
Regelmatig gebruik	>1 en ≤5
Frequent gebruik	>5 en ≤25
Zeer frequent gebruik	>25 en ≤100

Stap 4: Bepalen van het aantal datasets per soortgroep en gebruiksklasse

In een vierde stap is bepaald hoeveel datasets er in de database beschikbaar zijn per soortgroep, type faunapassage en gebruiksklasse. De klasse 'geen gebruik' is hierbij buiten beschouwing gelaten. In het merendeel van de studies is namelijk niet onderzocht welke soorten in de nabijheid van de faunapassage voorkomen (referentiemetingen). De afwezigheid van waarnemingen van een soort in/op de faunapassage is dan lastig te interpreteren en het betrekken van deze klasse kan leiden tot verkeerde inzichten in het gebruik van de voorzieningen.

Stap 5: Bepalen van de kwaliteit van de individuele datasets ('Evidence Score')

In een vijfde stap is bepaald wat de kwaliteit is van de individuele datasets, uitgedrukt in een 'Evidence Score' (ES). Deze ES is berekend op basis van zes criteria waarmee de kwaliteit van de datasets is beoordeeld, onder voorwaarde dat aan het eerste criterium, het gebruik van een geschikte meetmethode, is voldaan. Immers, als de registraties met een voor de soortgroep ongeschikte meetmethode zijn gedaan betreft het naar verwachting vooral toevallige waarnemingen en is geen goede schatting van de trefkans te maken. Als niet aan het eerste criterium is voldaan, dan ES=0. Als wel aan het eerste criterium is voldaan, is ES de som van het aantal criteria waaraan het onderzoek voldoet. Immers, hoe meer criteria van toepassing, hoe beter het onderzoek en dus hoe betrouwbaarder de uitkomsten. Een ES van 6 betekent dat er aan alle criteria is voldaan.

Criteria voor het bepalen van de kwaliteit van de individuele datasets:

- De studie maakt gebruik van een voor de soortgroep geschikte meetmethode. We baseren ons hierbij op de door Van der Grift et al. (2015; zie tabel 15.1, pagina 124-125) gepresenteerde beoordeling van geschikte meetmethoden. Op twee punten wijken we af van deze beoordeling: (1) de methode 'sporenregistratie met behulp van een inktbed' zien we als geschikt voor kleine zoogdieren, reptielen en amfibieën, omdat identificatie tot op de soortniveau hier geen vereiste is en (2) de methode 'inventarisatie door directe observatie' zien we niet alleen als een geschikte methode voor vliegende insecten, maar ook voor niet-vliegende insecten en overige ongewervelden.
- De studie maakt gebruik van meerdere voor de soortgroep geschikte meetmethoden. Meetmethoden zijn zelden honderd procent 'waterdicht' - een deel van de passerende dieren wordt gemist. De betrouwbaarheid van metingen en de daarop gebaseerde trefkans, kan daarom worden vergroot door simultaan meerdere meetmethoden te gebruiken.
- De studie heeft de juiste duur. Op basis van Van der Grift et al. (2015) stellen we hier dat de meetperiode minimaal één jaar moet zijn om een goede schatting van de trefkans te verkrijgen. Het gebruik van faunapassages kan immers sterk variëren gedurende het jaar. Omdat niet alle soortgroepen het hele jaar actief zijn, is hiervoor gecorrigeerd. Als 'juiste studieduur' zien we hier:

• Grote zoogdieren	12 mnd
• Middelgrote zoogdieren- geen klimmers	12 mnd
• Middelgrote zoogdieren- klimmers	12 mnd
• Kleine zoogdieren	6 mnd
• Vleermuizen	6 mnd
• Vogels	12 mnd
• Reptielen	6 mnd
• Amfibieën	8 mnd
• Insecten	4 mnd
• Overig ongewerveld	4 mnd
- De studie heeft de juiste meetfrequentie. Eén of twee metingen zijn meestal niet voldoende om een nauwkeurige schatting te krijgen van de trefkans. Hier is daarom het uitgangspunt gehanteerd dat een 'juiste meetfrequentie' minimaal gelijk is aan het aantal metingen (of meetdagen) als wekelijks een meting wordt gedaan in de meetperiode.
- De studie presenteert direct de gewenste meetvariabele, dus een passagefrequentie, relatieve dichtheid of trefkans. Studies waarin slechts het aantal waarnemingen, de aanwezigheid/afwezigheid van de soort/soortgroep of een kwalitatieve aanduiding ('enkele', 'veel', 'incidenteel', etc.) is gepresenteerd, voldoen niet aan dit criterium.
- De studie omvat metingen op referentieplekken rondom de faunapassage om vast te stellen welke soorten aanwezig zijn en in welke (relatieve) dichtheden.

Stap 6: Berekenen gemiddelde Evidence Score per soortgroep en gebruiksklasse

In een zesde stap berekenen we, per type faunapassage, de gemiddelde ES-waarde voor iedere soortgroep en gebruiksklasse. Hierdoor ontstaat er inzicht in de mate waarin het waargenomen gebruik wetenschappelijk is onderbouwd. We onderscheiden daarbij drie wetenschappelijke kwaliteitsklassen (WK-Klasse):

- *WK-Klasse 1*: Wetenschappelijke onderbouwing is zwak: Gemiddelde Evidence Score ≤ 1 . Er is onder de geanalyseerde datasets gemiddeld aan maximaal één van de kwaliteitscriteria (zie stap 5) voldaan.
- *WK-Klasse 2*: Wetenschappelijke onderbouwing is matig: Gemiddelde Evidence Score is >1 en <3 . Er is onder de geanalyseerde datasets gemiddeld aan meer dan één en minder dan drie van de kwaliteitscriteria (zie stap 5) voldaan.
- *WK-Klasse 3*: Wetenschappelijke onderbouwing is sterk: Gemiddelde Evidence score is ≥ 3 . Er is onder de geanalyseerde datasets gemiddeld aan minimaal drie van de kwaliteitscriteria (zie stap 5) voldaan.

Stap 7: Vertaling naar een eenduidige classificatie van het gebruik van een type faunapassage per soortgroep

Om tot een eenduidige classificatie te komen is allereerst een indexwaarde (G) berekend per soortgroep en gebruiksklasse, op basis van onderstaande formule

$$G = N * E_{\text{gem}} / N_{\text{tot}} * E_{\text{max}}$$

N = aantal datasets voor een soortgroep per gebruiksklasse
 N_tot = totaal aantal datasets voor een soortgroep
 ES_gem = gemiddelde Evidence Score voor een soortgroep per gebruiksklasse
 ES_max = maximale Evidence Score voor een soortgroep per gebruiksklasse (= 6)

In deze indexwaarde zijn dus zowel het aantal datasets als de kwaliteit van het uitgevoerde onderzoek gewogen; beide factoren bepalen hierdoor voor welke gebruiksklasse een faunapassage classificeert als op basis van de datasets meerdere gebruiksklassen zijn geïdentificeerd.

Om vervolgens tot de definitieve classificatie te komen zijn, per soortgroep, achtereenvolgend de volgende beslisregels gebruikt:

1. Als er geen datasets zijn, is de classificatie 'geen onderzoek' (GO).
2. Als er ≤ 5 datasets zijn, is de classificatie 'onvoldoende onderzoek' (OO).
3. Als er voor geen van de gebruiksklassen een WK-klasse 2 of 3 is behaald, is de classificatie 'onderzoek van onvoldoende kwaliteit' (OK).
4. Als er voor meerdere gebruiksklassen een WK-klasse 2 of 3 is behaald, dan is de gebruiksklasse geselecteerd met de hoogste indexwaarde G.
5. Als er voor meerdere gebruiksklassen een WK-klasse 2 of 3 is behaald, maar de indexwaarde G is voor meerdere gebruiksklassen gelijk, kiezen we de hoogste gebruiksklasse.

Classificering Gebruik door soorten (monitoring NL en Vlaanderen)

X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Geen of incidenteel gebruik faunavoorziening
2	–	Regelmatig gebruik faunavoorziening
3	–	Frequent gebruik faunavoorziening
4	–	Zeer frequent gebruik faunavoorziening

BIJLAGE 2: SOORTEN DIE VERSNIJPERINGSPROBLEMEN ERVAREN PER TYPE INFRASTRUCTUUR

B2A ERVAREN VAN VERSNIJPERINGSPROBLEEM DOOR SOORTEN ROND RIJKSWEGEN

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond Rijkswegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Zoogdieren			
Aardmuis		X	
Bever	X	X	X
Boommarter	X	X	X
Bunzing	X	X	X
Damhert	X	X	X
Das	X	X	X
Dwergmuis		X	
Dwerg spitsmuis		X	
Edelhert	X	X	X
Eekhoorn	X	X	X
Egel	X	X	X
Eikelmuis		X	X
Gewone bosspitsmuis		X	
Grote bosmuis		X	X
Haas	X	X	X
Hamster		X	X
Hazelmuis		X	X
Hermelijn	X	X	X
Huismuis		X	
Huis spitsmuis		X	
Konijn	X	X	X
Lynx	X	X	X
Mol	X	X	
Noordse woelmuis		X	X
Ondergrondse woelmuis		X	
Otter	X	X	X
Ree	X	X	X

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond Rijkswegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Zoogdieren			
Steenmarter	X	X	X
Tweekleurige bosspitsmuis		X	
Veldmuis	X	X	
Veldspitsmuis		X	
Vos	X	X	
Waterspitsmuis		X	X
Wezel	X	X	X
Wilde kat	X	X	X
Wild Zwijn	X	X	X
Vleermuizen			
Baardvleermuis	X	X	X
Franjestaart	X	X	X
Gewone dwergvleermuis	X	X	X
Gewone grootoorvleermuis	X	X	X
Grijze grootoorvleermuis	X	X	X
Ingekorven vleermuis	X	X	X
Kleine dwergvleermuis	X	X	X
Laatvlieger	X	X	X
Meervleermuis	X	X	X
Rosse vleermuis	X	X	X
Ruige dwergvleermuis	X	X	X
Tweekleurige vleermuis	X	X	X
Watervleermuis	X	X	X
Reptielen			
Adder	X	X	X
Gladde slang	X	X	X
Hazelworm	X	X	X
Levendbarende hagedis	X	X	X
Muurhagedis	X	X	X
Ringslang	X	X	X
Zandhagedis	X	X	X

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond Rijkswegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Amfibieën			
Alpenwatersalamander	X	X	X
Bastaardkikker	X	X	X
Boomkikker	X	X	X
Bruine kikker	X	X	X
Geelbuikvuurpad	X	X	X
Gewone pad	X	X	X
Heikikker	X	X	X
Kamsalamander	X	X	X
Kleine watersalamander	X	X	X
Knoflookpad	X	X	X
Meerkikker	X	X	X
Poelkikker	X	X	X
Rugstreeppad	X	X	X
Vinpootsalamander	X	X	X
Vroedmeesterpad	X	X	X
Vuursalamander	X	X	X
Vogels			
Bosuil	X		X
Buizerd	X		X
Grauwe gans	X		
Kerkuil	X		X
Knobbelzwaan	X		
Korhoen	X	X	
Oehoe	X		X
Patrijs	X	X	
Ransuil	X		X
Steenuil	X		X
Torenvalk	X		X
Velduil	X		X

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond Rijkswegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Insecten			
Aardbeivlinder	X	X	X
Bijen	X	X	X
Bont dikkopje	X	X	X
Bosparemoervlinder	X	X	X
Bruin dikkopje	X	X	X
Bruine eikenpage	X	X	X
Bruine vuurv�inder	X	X	X
Donker pimperlauwtje	X	X	X
Gentiaanlauwtje	X	X	X
Heideblauwtje	X	X	X
Heivlinder	X	X	X
Iepenpage	X	X	X
Kale bosmier	X	X	X
Kleine ijsvogelvlinder	X	X	X
Kommavlinder	X	X	X
Loopkevers	X	X	X
Pimperlauwtje	X	X	X
Sleedoornpage	X	X	X
Spaanse vlag	X	X	X
Spiegeldikkopje	X	X	X
Teunisbloempijlstaart	X	X	X
Veenhooibeestje	X	X	X
Veldparemoervlinder	X	X	X
Overige ongewervelden			
Grote gerande oeverspin		X	
Nauwe korfslak		X	
Zegge-korfslak		X	

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

B2B ERVAREN VAN VERSNIJPERINGSPROBLEEM DOOR SOORTEN ROND PROVINCIALE WEGEN

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond provinciale wegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Zoogdieren			
Aardmuis	X	X	
Bever	X		X
Boommarter	X		X
Bunzing	X		X
Damhert	X		X
Das	X		X
Dwergmuis		X	
Dwergspitsmuis	X	X	
Edelhert	X		X
Eekhoorn	X		X
Egel	X		X
Eikelmuis	X	X	X
Gewone bosspitsmuis	X	X	
Grote bosmuis	X	X	X
Haas	X	X	X
Hamster	X	X	X
Hazelmuis	X	X	X
Hermelijn	X		X
Huisermuis	X	X	
Huisspitsmuis		X	
Konijn	X	X	X
Lynx	X		X
Mol		X	
Noordse woelmuis	X	X	X
Ondergrondse woelmuis		X	
Otter	X		X
Ree	X		

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond provinciale wegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Zoogdieren			
Steenmarter	X		X
Tweekleurige bosspitsmuis	X	X	
Veldmuis	X	X	
Veldspitsmuis		X	
Vos	X		
Water spitsmuis	X	X	X
Wezel	X		X
Wilde kat	X		X
Wild Zwijn	X		X
Vleermuizen			
Baardvleermuis	X	X	X
Franjestaart	X	X	X
Gewone dwergvleermuis	X	X	X
Gewone grootoorvleermuis	X	X	X
Kleine dwergvleermuis	X	X	X
Grijze grootoorvleermuis	X	X	X
Ingekorven vleermuis	X	X	X
Laatvlieger	X	X	X
Meervleermuis	X	X	X
Rosse vleermuis	X	X	X
Ruige dwergvleermuis	X	X	X
Tweekleurige vleermuis	X	X	X
Watervleermuis	X	X	X
Reptielen			
Adder	X	X	X
Gladde slang	X	X	X
Hazelworm	X	X	X
Levendbarende hagedis	X	X	X
Muurhagedis	X	X	X
Ringslang	X	X	X
Zandhagedis	X	X	X
	X	X	X

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond provinciale wegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Amfibieën			
Alpenwatersalamander	X	X	X
Bastaardkikker	X	X	X
Boomkikker	X	X	X
Bruine kikker	X	X	X
Geelbuikvuurpad	X	X	X
Gewone pad	X	X	X
Heikikker	X	X	X
Kamsalamander	X	X	X
Kleine watersalamander	X	X	X
Knoflookpad	X	X	X
Meerkikker	X	X	X
Poelkikker	X	X	X
Rugstreeppad	X	X	X
Vinpootsalamander	X	X	X
Vroedmeesterpad	X	X	X
Vuursalamander	X	X	X
Vogels			
Bosuil	X		X
Buizerd	X		X
Grauwe gans	X		
Kerkuil	X		X
Knobbelzwaan	X		
Korhoen	X	X	
Oehoe	X		X
Patrijs	X	X	
Ransuil	X		X
Steenuil	X		X
Torenvalk	X		X
Velduil	X		X

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond provinciale wegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Insecten			
Aardbeivlinder	X	X	X
Bijen	X	X	X
Bont dikkopje	X	X	X
Bosparelmoervlinder	X	X	X
Bruin dikkopje	X	X	X
Bruine eikenpage	X	X	X
Bruine vuurvinder	X	X	X
Donker pimperlblauwtje	X	X	X
Gentiaanblauwtje	X	X	X
Heideblauwtje	X	X	X
Heivlinder	X	X	X
Iepenpage	X	X	X
Kale bosmier	X	X	X
Kleine ijsvogelvlinder	X	X	X
Kommavinder	X	X	X
Loopkevers	X	X	X
Pimperlblauwtje	X	X	X
Sleedoornpage	X	X	X
Spaanse vlag	X	X	X
Spiegeldikkopje	X	X	X
Teunisbloempijlstaart	X	X	X
Veenhooibeestje	X	X	X
Veldparelmoervlinder	X	X	X
Overige ongewervelden			
Grote gerande oeverspin		X	
Nauwe korfslak		X	
Zeggekorfslak		X	

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

B2C ERVAREN VAN VERSNIJPERINGSPROBLEEM DOOR SOORTEN ROND SPOORWEGEN

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond spoorwegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Zoogdieren			
Aardmuis	X	X	
Bever	X		X
Boommarter	X		X
Bunzing	X		X
Damhert	X		X
Das	X		X
Dwergmuis		X	
Dwergspitsmuis	X	X	
Edelhert	X		X
Eekhoorn	X	X	X
Egel	X		X
Eikelmuis	X	X	X
Gewone bosspitsmuis	X	X	
Grote bosmuis	X	X	X
Haas	X		X
Hamster	X	X	X
Hazelmuis	X	X	X
Hermelijn	X		X
Huisermuis	X	X	
Huisspitsmuis	X	X	
Konijn	X		X
Lynx	X		
Mol	X	X	
Noordse woelmuis	X	X	X
Ondergrondse woelmuis	X	X	
Otter	X		X
Ree	X		

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond spoorwegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Zoogdieren			
Steenmarter	X		
Tweekleurige bosspitsmuis	X	X	
Veldmuis	X	X	
Veldspitsmuis	X	X	
Vos	X		
Water spitsmuis	X	X	X
Wezel	X		X
Wilde kat	X		X
Wild Zwijn	X		X
Vleermuizen			
Baardvleermuis		X	
Franjestaart		X	
Gewone dwergvleermuis		X	
Gewone grootoorvleermuis		X	
Grijze grootoorvleermuis		X	
Ingekorven vleermuis		X	
Kleine dwergvleermuis		X	
Laatvlieger		X	
Meervleermuis		X	
Rosse vleermuis		X	
Ruige dwergvleermuis		X	
Tweekleurige vleermuis		X	
Watervleermuis		X	
Reptielen			
Adder	X	X	X
Gladde slang	X	X	X
Hazelworm	X	X	X
Levendbarende hagedis	X	X	X
Muurhagedis	X	X	X
Ringslang	X	X	X
Zandhagedis	X	X	X

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond spoorwegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Amfibieën			
Alpenwatersalamander	X	X	X
Bastaardkikker	X	X	X
Boomkikker	X	X	X
Bruine kikker	X	X	X
Geelbuikvuurpad	X	X	X
Gewone pad	X	X	X
Heikikker	X	X	X
Kamsalamander	X	X	X
Kleine watersalamander	X	X	X
Knoflookpad	X	X	X
Meerkikker	X	X	X
Poelkikker	X	X	X
Rugstreeppad	X	X	X
Vinpootsalamander	X	X	X
Vroedmeesterpad	X	X	X
Vuursalamander	X	X	X
Vogels			
Bosuil	X		X
Buizerd	X		X
Gauwe gans	X		
Kerkuil	X		X
Knobbelzwaan	X		
Korhoen	X	X	
Oehoe	X		X
Patrijs	X	X	
Ransuil	X		X
Steenuil	X		X
Torenvalk	X		X
Velduil	X		X

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond spoorwegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Insecten			
Aardbeivlinder	X	X	X
Bijen	X	X	X
Bont dikkopje	X	X	X
Bosparemoervlinder	X	X	X
Bruin dikkopje	X	X	X
Bruine eikenpage	X	X	X
Bruine vuurvlinder	X	X	X
Donker pimperlauwtje	X	X	X
Gentiaanblauwtje	X	X	X
Heideblauwtje	X	X	X
Heivlinder	X	X	X
Iepenpage	X	X	X
Kale bosmier	X	X	X
Kleine ijsvogelvlinder	X	X	X
Kommavlinder	X	X	X
Loopkevers	X	X	X
Pimperlauwtje	X	X	X
Sleedoornpage	X	X	X
Spaanse vlag	X	X	X
Spiegeldikkopje	X	X	X
Teunisbloempijlstaart	X	X	X
Veenhooibeestje	X	X	X
Veldparemoervlinder	X	X	X
Overige ongewervelden			
Grote gerande oeverspin		X	
Nauwe korfslak		X	
Zeggekorfslak		X	

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

B2D ERVAREN VAN VERSNIJPERINGSPROBLEEM DOOR SOORTEN ROND WATERWEGEN

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond waterwegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Zoogdieren			
Aardmuis		X	
Bever		X	X
Boommarter	X	X	
Bunzing	X	X	X
Damhert	X	X	
Das	X	X	X
Dwergmuis		X	
Dwergspitsmuis		X	
Edelhert	X	X	
Eekhoorn	X	X	
Egel	X	X	
Eikelmuis		X	
Gewone bosspitsmuis		X	
Grote bosmuis		X	
Haas	X	X	
Hamster		X	
Hazelmuis		X	
Hermelijn	X	X	
Huismuis		X	
Huis spitsmuis		X	
Konijn	X	X	X
Lynx	X	X	
Mol		X	
Noordse woelmuis		X	X
Ondergrondse woelmuis		X	
Otter	X	X	X
Ree	X	X	

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond waterwegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Zoogdieren			
Steenmarter	X	X	
Tweekleurige bosspitsmuis		X	
Veldmuis		X	
Veldspitsmuis		X	
Vos	X	X	
Waterspitsmuis	X	X	X
Wezel	X	X	X
Wilde kat	X	X	
Wild Zwijn	X	X	
Vleermuizen			
Baardvleermuis			
Franjestaart			
Gewone dwergvleermuis			
Gewone grootoorvleermuis			
Grijze grootoorvleermuis			
Ingekorven vleermuis			
Laatvlieger			
Kleine dwergvleermuis			X
Meervleermuis			X
Rosse vleermuis			X
Ruige dwergvleermuis			
Tweekleurige vleermuis			X
Watervleermuis			X
Reptielen			
Adder		X	
Gladde slang		X	
Hazelworm		X	
Levendbarende hagedis		X	
Muurhagedis		X	
Ringslang	X	X	X
Zandhagedis		X	

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond waterwegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Amfibieën			
Alpenwatersalamander		X	X
Bastaardkikker		X	X
Boomkikker		X	X
Bruine kikker		X	X
Geelbuikvuurpad		X	X
Gewone pad		X	X
Heikikker		X	X
Kamsalamander		X	X
Kleine watersalamander		X	X
Knoflookpad		X	X
Meerkikker		X	X
Poelkikker		X	X
Rugstreeppad		X	X
Vinpootsalamander		X	X
Vroedmeesterpad		X	X
Vuursalamander		X	X
Vogels			
Bosuil			
Buizerd			
Gauwe gans			X
Kerkuil			
Knobbelzwaan			X
Korhoen		X	
Oehoe			
Patrijs		X	
Ransuil			
Steenuil			
Torenvalk			
Velduil			

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

Soorten	Ervaart versnipperingsprobleem rond waterwegen (X = Ervaart versnipperingsprobleem)		
	Mortaliteit: sterfte van fauna	Barrièrewerking	Verlies habitatkwaliteit (Bij bestaande infrastructuur. Bij nieuw aan te leggen infrastructuur is voor elke soort sprake van verlies aan habitatkwaliteit)
Insecten			
Aardbeivlinder		X	
Bijen		X	
Bont dikkopje		X	
Bosparemoervlinder		X	
Bruin dikkopje		X	
Bruine eikenpage		X	
Bruine vuurvlinder		X	
Donker pimperlauwtje		X	X
Gentiaanblauwtje		X	
Heideblauwtje		X	
Heivlinder		X	
Iepenpage		X	
Kale bosmier		X	
Kleine ijsvogelvlinder		X	
Kommavlinder		X	
Loopkevers		X	X
Pimperlauwtje		X	X
Sleedoornpage		X	
Spaanse vlag		X	
Spiegeldikkopje		X	
Teunisbloempijlstaart		X	
Veenhooibeestje		X	
Veldparemoervlinder		X	
Overige ongewervelden			
Grote gerande oeverspin		X	X
Nauwe korfslak		X	X
Zeggekorfslak		X	X

[Terug naar paragraaf 2.2.3: Vaststellen hoofd- en subtypen versnippering](#)

BIJLAGE 3: GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER TYPE INFRASTRUCTUUR

B3A GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER TYPE INFRASTRUCTUUR VOOR REDUCTIE MORTALITEIT

Geschiktheid principeoplossing per type infrastructuur voor reductie mortaliteit (onnatuurlijke sterfte) (X = Geschikt)				
Principe oplossing	Rijksweg	Provinciale weg	Spoorweg	waterweg
STERFTE DOOR AANRIJDING				
Maatregelen gericht op aanpassing van verkeer				
Reduceren verkeersintensiteit		X		
Reduceren toegestane rijsnelheid		X		
Maatregelen gericht op het gedrag van weggebruikers				
Educatie		X		
Waarschuwborden	X	X		
Handhaven rijsnelheid (snelheidsbeperkende maatregelen)		X		
Wilddetectiesysteem		X		
Verbeteren zicht verkeer (bermbeheer)	X	X		
Maatregelen gericht op het gedrag van de fauna				
Wildspiegels/-reflectoren	X	X		
Virtueel hekwerk	X	X		
Netschermen	X	X	X	
Akoestische afschrikmiddelen		X	X	
Olfactorische afschrikmiddelen (geur)		X	X	
Zwijnverdwijnblokken		X		
Verwijderen karkassen van aangereden dieren	X	X	X	
Verwijderen begroeiing bermen	X	X	X	
Herinrichting habitat	X	X	X	X
Zitpalen uilen en roofvogels				
Verbeteren zicht voor Fauna (bermbeheer)	X	X	X	
Maatregelen die gericht zijn op reduceren van populaties				
Populatiebeheer door afschot: vlak-dekkend	X	X	X	
Populatiebeheer door afschot: lokaal langs de infrastructuur	X	X	X	
Verplaatsen van dieren naar andere gebieden	X	X	X	
Anticonceptie behandelingen	X	X	X	
Maatregelen gericht op het creëren van fysieke barrières				
Faunaraster	X	X	X	X
Faunascherm	X	X	X	

[Terug naar paragraaf 4.2.2.1: Geschiktheid principeoplossingen per type infrastructuur](#)

Geschiktheid principeoplossing per type infrastructuur voor reductie mortaliteit (onnatuurlijke sterfte) (X = Geschikt)				
Principe oplossing	Rijksweg	Provinciale weg	Spoorweg	waterweg
STERFTE DOOR ANDERE OORZAKEN DAN AANRIJDING				
Sterfte door verdrinking				
Natuurvriendelijke oevers				X
Fauna-uitstapplaatsen (FUP)				X
Sterfte door doodvliegen				
Markering transparante geluidschermen	X	X	X	

[Terug naar paragraaf 4.2.2.1: Geschiktheid principeoplossingen per type infrastructuur](#)

B3B GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER TYPE INFRASTRUCTUUR VOOR REDUCTIE BARRIÈREWERKING

Geschiktheid principeoplossing per type infrastructuur voor het reduceren van de barrièrewerking (X = Geschikt)				
Principe oplossing	Rijksweg	Provinciale weg	Spoorweg	waterweg
Maatregelen gericht op uitwisseling bovenlangs				
Hop-over		X		
Boombrug	X	X	X	X
Vleermuisportalen	X	X		
Viaduct met medegebruik door fauna	X	X	X	
Eco-Aquaduct				X
Ecoduct	X	X	X	
Landschapsbrug (+weg in tunnel)	X	X	X	
Aquaduct met doorlopende oever				X
Maatregelen gericht op uitwisseling onderlangs				
Amfibietunnel		X	X	
Kleine faunatunnel	X	X	X	
Grote faunatunnel	X	X	X	
Ecoduiker/ Duiker met faunavoorziening	X	X	X	
Dwarsligger faunapassage			X	
Brug/ viaduct met faunavoorziening	X	X	X	
Tunnel met medegebruik fauna	X	X	X	
Infrastructuur op palen	X	X	X	
Maatregelen voor geleiding naar faunapassages				
Faunaraster	X	X	X	X
Faunascherm	X	X	X	
Leemgeul	X	X	X	
Stobbenwal en takkenrichel	X	X	X	
Steenwal	X	X	X	
Geleidende beplanting	X	X	X	X

[Terug naar paragraaf 4.2.2.1: Geschiktheid principeoplossingen per type infrastructuur](#)

B3C GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER TYPE INFRASTRUCTUUR VOOR TEGENGAAN VERLIES HABITATKWALITEIT

Geschiktheid principeoplossing per type infrastructuur voor het tegengaan van verlies aan habitatkwaliteit (X = Geschikt)				
Principe oplossing	Rijksweg	Provinciale weg	Spoorweg	waterweg
Maatregelen die verstoring tegengaan				
Geluidschermen	X	X	X	
Niet storende verlichting	X	X	X	
Lichtschermen	X	X	X	
Beplantingstroken	X	X	X	
Maatregelen die de habitatkwaliteit bevorderen				
Aanleg landschapselementen	X	X	X	X
Aanleg kunstmatige verblijven	X	X	X	X

[Terug naar paragraaf 4.2.2.1: Geschiktheid principeoplossingen per type infrastructuur](#)

BIJLAGE 4: GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER VERSNIPPERINGSEFFECT EN SOORTGROEP

B4A GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER DOELSOORT OP BASIS VAN EUROPEES ONDERZOEK NAAR EFFECTIVITEIT

Classificering Effectiviteit

X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Faunavoorziening is ongeschikt
2	–	Faunavoorziening is matig geschikt
3	–	Faunavoorziening is geschikt
4	–	Faunavoorziening is zeer geschikt

	Grote zoogdieren	Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	Middelgrote zoogdieren - klimmers	Kleine zoogdieren	Vleermuizen	Vogels	Reptielen	Amfibieën	Insecten	Overig ongewerveld
Reduceren sterfte door aanrijding										
Maatregelen gericht op aanpassing verkeer										
Reduceren verkeersintensiteit	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	OK	GO	GO
Reduceren toegestane rijsnelheid	GO	GO	GO	X	GO	GO	X	X	X	X
Maatregelen gericht op het beïnvloeden van het gedrag van weggebruikers										
Educatie	GO	GO	GO	X	X	GO	X	X	X	X
Waarschuwborden	OO	GO	GO	X	X	GO	GO	GO	X	X
Handhaven rijsnelheid (snelheidsbeperkende maatregelen)	OO	GO	GO	X	GO	GO	X	X	X	X
Wilddetectiesysteem	OO	GO	GO	X	X	X	X	X	X	X
Verbeteren zicht verkeer (bermbeheer)	GO	GO	GO	X	X	GO	X	X	X	X
Maatregelen gericht op het beïnvloeden van het gedrag van fauna										
Wildspiegels/-reflectoren	1	1	GO	X	X	X	X	X	X	X
Virtueel hekwerk	OO	OO	GO	X	X	X	X	X	X	X
Netschermen	X	X	X	X	GO	GO	X	X	X	X
Akoestische afschrikmiddelen	2	GO	GO	X	X	GO	X	X	X	X
Olfactorische afschrikmiddelen	1	OO	GO	X	X	X	X	X	X	X
Zwijnverdwijnblokken	GO	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Verwijderen karkassen aangereden dieren	GO	GO	GO	X	X	GO	X	X	X	X
Verwijderen begroeiing bermen	3	X	X	X	X	GO	X	X	X	X
Herinrichting habitat	OO	GO	GO	GO	GO	OO	GO	GO	GO	GO
Zitpalen uilen en roofvogels	X	X	X	X	X	OO	X	X	X	X
Verbeteren zicht voor Fauna	GO	GO	GO	X	X	X	X	X	X	X

[Terug naar paragraaf 4.2.2.1: Geschiktheid principeoplossingen per type infrastructuur](#)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

Classificering Effectiviteit

X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Faunavoorziening is ongeschikt
2	–	Faunavoorziening is matig geschikt
3	–	Faunavoorziening is geschikt
4	–	Faunavoorziening is zeer geschikt

	Grote zoogdieren	Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	Middelgrote zoogdieren - klimmers	Kleine zoogdieren	Vleermuizen	Vogels	Reptielen	Amfibieën	Insecten	Overig ongewerveld
Reduceren sterfte door aanrijding										
Maatregelen gericht op het reduceren van dierpopulaties										
Populatiebeheer door afschot: vlak-dekkend	GO	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Populatiebeheer door afschot: lokaal langs de infrastructuur	GO	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Verplaatsen van dieren naar andere gebieden	GO	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Anticonceptie behandelingen	GO	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Maatregelen gericht op het creëren van fysieke barrières										
Faunarasters	OO	OO	GO	GO	X	X	GO	GO	X	X
Faunaschermen	OO	OO	GO	GO	X	X	GO	GO	X	X
Maatregelen gericht op het ongelijkvloers passeren										
Passage zonder raster/scherm	OO	OO	GO	GO	1	GO	OO	OO	GO	GO
Passage met raster/ scherm	4	OO	GO	OO	GO	GO	GO	OK	GO	GO
Reduceren sterfte door verdrinking										
Natuurvriendelijke oevers	GO	GO	GO	GO	X	GO	GO	GO	X	X
Fauna-uitstapplaatsen (FUP)	GO	GO	GO	GO	X	GO	GO	GO	X	X
Reduceren sterfte door dood vliegen										
Markering transparante geluidschermen	X	X	X	X	X	GO	X	X	X	X

[Terug naar paragraaf 4.2.2.1: Geschiktheid principeoplossingen per type infrastructuur](#)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

Classificering Effectiviteit

X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Faunavoorziening is ongeschikt
2	–	Faunavoorziening is matig geschikt
3	–	Faunavoorziening is geschikt
4	–	Faunavoorziening is zeer geschikt

	Grote zoogdieren	Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	Middelgrote zoogdieren - klimmers	Kleine zoogdieren	Vleermuizen	Vogels	Reptielen	Amfibieën	Insecten	Overig ongewerveld
Maatregelen gericht op uitwisseling bovenlangs										
Hop-over	X	X	X	X	GO	GO	X	X	GO	X
Boombrug	X	X	GO	X	X	X	X	X	X	X
Vleermuisportalen	X	X	X	X	OO	X	X	X	X	X
Viaduct met medegebruik door fauna	GO	GO	GO	GO	GO	X	GO	GO	GO	GO
Eco-Aquaduct	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO
Ecoduct	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO
Landschapsbrug (+weg in tunnel)	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO
Aquaduct met doorlopende oever	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO

Maatregelen gericht op uitwisseling onderlangs										
Amfibietunnel	X	GO	GO	GO	X	X	GO	OK	GO	GO
Kleine faunatunnel	X	GO	GO	GO	X	X	GO	GO	X	X
Grote faunatunnel	OO	GO	GO	GO	GO	X	GO	GO	GO	GO
Ecoduiker/ Duiker met faunavoorziening	X	2	GO	GO	GO	X	GO	GO	GO	GO
Dwarsligger faunapassage	X	GO	GO	GO	GO	X	GO	GO	GO	GO
Brug met faunavoorziening	GO	GO	GO	GO	GO	X	GO	GO	GO	GO
Viaduct met faunavoorziening	GO	GO	GO	GO	GO	X	GO	GO	GO	GO
Tunnel met medegebruik fauna	GO	GO	GO	GO	GO	X	GO	GO	GO	GO
Infrastructuur op palen	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO

Maatregelen gericht op geleiding naar faunapassages										
Faunaraster	GO	GO	GO	GO	X	X	X	X	X	X
Faunascherm	X	X	X	X	GO	X	GO	GO	X	X
Watergang	GO	GO	GO	GO	GO	X	GO	GO	GO	GO
Leemgeul	X	X	X	X	X	X	GO	GO	GO	GO
Stobbenwal en takkenrichel	X	GO	GO	GO	X	X	GO	GO	GO	GO
Steenwal	X	GO	GO	GO	X	X	GO	GO	GO	GO
Geleidende beplanting	GO	GO	GO	GO	X	X	GO	GO	GO	GO

[Terug naar paragraaf 4.2.2.1: Geschiktheid principeoplossingen per type infrastructuur](#)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

Classificering Effectiviteit

X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Faunavoorziening is ongeschikt
2	–	Faunavoorziening is matig geschikt
3	–	Faunavoorziening is geschikt
4	–	Faunavoorziening is zeer geschikt

	Grote zoogdieren	Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	Middelgrote zoogdieren - klimmers	Kleine zoogdieren	Vleermuizen	Vogels	Reptielen	Amfibieën	Insecten	Overig ongewerveld
Maatregelen die verstoring tegengaan										
Geluidschermen	GO	GO	GO	X	X	GO	X	X	X	X
Niet storende verlichting	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	X	X
Lichtschermen	GO	GO	GO	X	GO	GO	X	X	X	X
Beplantingstroken	GO	GO	GO	X	GO	GO	X	X	X	X

Maatregelen die de habitatkwaliteit bevorderen										
Aanleg landschapselementen	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO
Aanleg kunstmatige verblijven	X	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO

[Terug naar paragraaf 4.2.2.1: Geschiktheid principeoplossingen per type infrastructuur](#)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

B4B GESCHIKTHEID PRINCIPEOPLOSSINGEN PER DOELSOORT OP BASIS VAN NEDERLANDS EN VLAAMS (MONITORINGS)ONDERZOEK NAAR GEBRUIK VAN FAUNAPASSAGES DOOR SOORTEN

Classificering Gebruik door soorten (monitoring NL en Vlaanderen)

X	–	Maatregel niet bedoeld voor soortgroep
GO	–	Geen onderzoek
OO	–	Onvoldoende onderzoek
OK	–	Onderzoek van onvoldoende kwaliteit
1	–	Geen of incidenteel gebruik faunavoorziening
2	–	Regelmatig gebruik faunavoorziening
3	–	Frequent gebruik faunavoorziening
4	–	Zeer frequent gebruik faunavoorziening

	Aantal onderzochte Faunapassages	Grote zoogdieren	Middelgrote zoogdieren - geen klimmers	Middelgrote zoogdieren - klimmers	Kleine zoogdieren	Vleermuizen	Vogels	Reptielen	Amfibieën	Insecten	Overig ongewerveld
Reduceren barrièrewerking (Faunapassages)											
Maatregelen gericht op uitwisseling bovenlangs											
Hop-over	0	X	X	X	X	GO	GO	X	X	GO	X
Boombrug	5	X	X	OO	X	X	X	X	X	X	X
Vleermuisportalen	1	X	X	X	X	OO	X	X	X	X	X
Viaduct met medegebruik door fauna	1	OO	OO	OO	OO	GO	X	GO	GO	GO	GO
Eco-Aquaduct	1	OO	OO	GO	OO	GO	3	GO	OO	4	GO
Ecoduct	23	4	4	1	4	4	OK	2	4	1	1
Landschapsbrug (+weg in tunnel)	0	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO
Maatregelen gericht op uitwisseling onderlangs											
Amfibietunnel	26	X	3	2	3	X	X	OO	3	GO	GO
Kleine faunatunnel	279	X	3	2	3	X	X	OO	2	X	X
Grote faunatunnel	28	3	2	2	3	4	X	OO	1	1	1
Ecoduiker/ Duiker met faunavoorziening	184	X	3	3	4	GO	X	GO	1	1	1
Dwarsligger faunapassage	0	X	GO	GO	GO	GO	X	GO	GO	GO	GO
Brug met faunavoorziening	18	GO	2	OO	4	GO	X	GO	OO	GO	GO
Viaduct met faunavoorziening	7	OO	3	OO	2	GO	X	GO	OK	GO	GO
Tunnel met medegebruik fauna	0	GO	GO	GO	GO	GO	X	GO	GO	GO	GO
Infrastructuur op palen	0	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO

[Terug naar paragraaf 4.2.2.1: Geschiktheid principeoplossingen per type infrastructuur](#)

[Terug naar totaaloverzicht faunavoorzieningen](#)

BIJLAGE 5: KLANTSEISEN FAUNA (INRICHTINGSEISEN FAUNAVOORZIENINGEN)

In deze bijlage worden adviezen voor afmetingen van faunavoorzieningen gegeven. Het betreft afmetingen die regelmatig gebruik van de voorziening door de soort moeten faciliteren. Men mag er van afwijken, met als risico dat de functionaliteit van de voorziening mogelijk minder is. Die wordt dan bijvoorbeeld nog maar incidenteel gebruikt, waardoor het doel van de voorziening (bijvoorbeeld duurzame instandhouding van een lokale populatie) niet wordt bereikt.

Ingeval grote natuurgebieden door (spoor)wegen worden doorsneden, zijn vaak meerdere faunapassages nodig. Het in onderstaande tabellen opgenomen advies voor de maximale afstand tussen twee faunapassages is gebaseerd op het faciliteren van dispersiebewegingen van de soorten, dus bewegingen van dieren die op zoek zijn naar een eigen leefgebied. Voor het faciliteren van bewegingen binnen het eigen leefgebied is meestal een hogere dichtheid aan faunapassages nodig. Als vuistregel geldt dan een maximale afstand van 20% van de in onderstaande tabellen gepresenteerde afstanden.

De adviezen voor afmetingen in onderstaande tabel zijn soortgericht. Als meerdere soorten een faunapassage moeten gaan gebruiken, zijn meestal ruimere voorzieningen nodig, bijvoorbeeld omdat meerdere biotopen op of in de faunapassage moeten worden gecreëerd.

Legenda afkortingen

EC	=	Ecoduct
EA	=	Eco-aquaduct
B	=	Boombrug
T	=	Faunatunnel
L	=	Looprichel / loopplank
OE	=	Doorlopende oever
R	=	Raster
S	=	Schermbord
VP	=	Vleermuisportaal

Voetnoten

*	=	Aan bovenkant raster
#	=	Afhankelijk van de lengte van de tunnel

B5A KLANTSEIS TERRESTRISCHE ZOOGDIEREN

Soort	Natte of droge voorziening	Gebruikt tunnel of duiker	Advies breedte v/d kruising bovenlangs (m)			Advies breedte v/d kruising onderlangs (m)			Advies hoogte v/d kruising onderlangs (m)			Maximale afstand (m) tussen twee faunapassages	Advies hoogte geleiding (m)		Maaswijdte raster
			EC	EA	B	T	L	OE	T	L	OE		R	S	
Egel	Droog	Ja	15	-	-	1,5	0,7	-	0,7	0,7	-	1.250	1,0		25,4 mm verticaal en 50,8 mm horizontaal
Waterspitsmuis	Nat en droog	Ja	15	15	-	-	0,3	2,5	-	0,4	1,5	250	-	0,6	n.v.t.
Veldspitsmuis	Droog	Ja	15	-	-	0,4	0,3	-	0,4	0,4	-	250	-	0,6	n.v.t.
Eekhoorn	Droog	Ja	25	-	0,5	1,5	0,7	-	0,7	0,7	-	250	2,2	1,0*	25,4 mm verticaal en 50,8 mm horizontaal
Hamster	Droog	Onbekend	15	-	-	0,4	0,3	-	0,4	0,4	-	125	-	0,6	n.v.t.
Ondergrondse woelmuis	Droog	Onbekend	15	-	-	0,4	0,3	-	0,4	0,4	-	250	-	0,6	n.v.t.
Noordse woelmuis	Nat en droog	Ja	-	15	-	-	0,3	2,5	-	0,4	1,5	250	-	0,6	n.v.t.
Bever	Nat en droog	Ja	-	15	-	0,8	-	10	0,8	-	1,5	2.500	1,0	-	25,4 mm verticaal en 50,8 mm horizontaal
Grote bosmuis	Droog	Ja	15	-	-	0,4	0,3	-	0,4	0,4	-	250	-	0,6	n.v.t.
Dwergmuis	Droog	Onbekend	15	15	-	0,4	0,3	2,5	0,4	0,4	1,5	250	-	0,6	n.v.t.
Eikelmuis	Droog	Nee	15	-	0,5	-	-	-	-	-	-	250	-	0,6	n.v.t.
Hazelmuis	Droog	Nee	15	-	0,5	-	-	-	-	-	-	250	-	0,6	n.v.t.

[Terug naar paragraaf 5.2.3 klanteisen fauna](#)

Soort	Natte of droge voorziening	Gebruikt tunnel of duiker	Advies breedte v/d kruising bovenlangs (m)			Advies breedte v/d kruising onderlangs (m)			Advies hoogte v/d kruising onderlangs (m)			Maximale afstand (m) tussen twee faunapassages	Advies hoogte geleiding (m)		Maaswijdte raster
			EC	EA	B	T	L	OE	T	L	OE		R	S	
Wezel	Droog	Ja	15	-	-	0,4	0,4	-	0,4	0,7	-	1.250	1,0	-	25,4 mm verticaal en 50,8 mm horizontaal
Hermelijn	Droog	Ja	15	-	-	0,4	0,4	-	0,4	0,7	-	2.500	1,0	-	25,4 mm verticaal en 50,8 mm horizontaal
Bunzing	Droog	Ja	15	15	-	0,4	0,4	-	0,4	0,7	-	2.500	1,0	-	25,4 mm verticaal en 50,8 mm horizontaal
Boommarter	Droog	Ja	15	-	0,5	0,5	0,5	-	0,5	1	-	2.500	2,2	1,0*	25,4 mm verticaal en 50,8 mm horizontaal
Das	Droog	Ja	15	-	-	0,5	0,5	-	0,5	1	-	2.500	1,0	-	25,4 mm verticaal en 50,8 mm horizontaal
Otter	Nat en droog	Ja	15	15	-	0,5	0,5	5	0,5	1	1,5	2.500	1,0	-	25,4 mm verticaal en 50,8 mm horizontaal
Wilde kat	Droog	Ja	15	-	-	0,5	0,5	-	0,5	0,7	-	2.500	1,0	-	25,4 mm verticaal en 50,8 mm horizontaal
Lynx	Droog	Ja	15	-	-	15	-	-	3	-	-	5.000	2,2	1,0*	25,4 mm verticaal en 50,8 mm horizontaal
Wolf	Droog	Ja	15	-	-	15	-	-	3	-	-	10.000	1,8	-	150 tot 200 mm
Wild zwijn	Droog	Ja	15	-	-	15	-	-	3	-	-	5.000	1,2	-	150 tot 200 mm
Edelhert	Droog	Ja	50	-	-	30	-	-	5	-	-	5.000	2,2	-	150 tot 200 mm
Damhert	Droog	Ja	40	-	-	15	-	-	3	-	-	5.000	2,2	--	150 tot 200 mm
Ree	Droog	Ja	40	-	-	15	-	-	3	-	-	2.500	1,8		150 tot 200 mm

[Terug naar paragraaf 5.2.3 klanteisen fauna](#)

B5B KLANTSEIS VLEERMUIZEN

Soort	Natte of droge voorziening	Gebruikt tunnel of duiker	Advies breedte v/d kruising bovenlangs (m)			Advies breedte v/d kruising onderlangs (m)	Advies hoogte v/d kruising onderlangs (m)	Maximale afstand (m) tussen twee faunapassages	Gebruikt vleermuiskast	Licht op vliegroute vermijden
			EC	EA	VP					
Baardvleermuis	Droog	Ja	15	-	5	4	2	2.500	Ja	Ja
Franjestaart	Nat en droog	Ja	15	15	5	2	1	5.000	Ja	Ja
Gewone dwergvleermuis	Nat en droog	Ja	15	15	5	3	0,5	2.500	Ja	Ja
Kleine dwergvleermuis	Nat en droog	Ja	15	15	5	3	1,5	2.500	Ja	Ja
Gewone grootoorvleermuis	Droog	Ja	15	-	5	3	1,5	1.250	Ja	Ja
Grijze grootoorvleermuis	Droog	Ja	15	-	5	3	2	1.250	Mogelijk	Ja
Ingekorven vleermuis	Droog	Ja	15	-	5	4	2	5.000	Nee	Ja
Laatvlieger	Droog	Ja	15	-	5	6	4	2.500	Nee	Ja
Meervleermuis	Nat	Ja	-	15	-	2	1	10.000	Ja	Ja
Rosse vleermuis	Nat en droog	Weinig	15	15	5	6	6	10.000	Ja	Niet noodzakelijk
Ruige dwergvleermuis	Nat en droog	Ja	15	15	5	3	2	5.000	Ja	Ja
Tweekleurige vleermuis	Nat en droog	Weinig	15	15	5	6	6	5.000	Nee	Niet noodzakelijk
Watervleermuis	Nat	Ja	-	15	-	3	1	2.250	Ja	Ja

[Terug naar paragraaf 5.2.3 klanteisen fauna](#)

B5C KLANTSEIS REPTIELEN

Soort	Natte of droge voorziening	Gebruikt tunnel of duiker	Advies breedte v/d kruising bovenlangs (m)		Advies breedte v/d kruising onderlangs (m)		Advies hoogte v/d kruising onderlangs (m)		Maximale afstand (m) tussen twee faunapassages	Advies hoogte (m) scherm
			EC	EA	T	OE	T	OE		
Adder	Droog	Ja	15	-	2 #	-	1,5 #	-	250	0,6
Gladde slang	Droog	Ja	15	-	2 #	-	1,5 #	-	250	0,6
Hazelworm	Droog	Ja	15	-	2 #	-	1,5 #	-	125	0,6
Levendbarende hagedis	Droog	Ja	15	-	2 #	-	1,5 #	-	125	0,6
Muurhagedis	Droog	Onbekend	15	-	2 #	-	1,5 #	-	125	0,6
Ringslang	Nat en droog	Ja	15	15	2 #	15	1,5 #	1,5	250	0,6
Zandhagedis	Droog	Ja	15	-	2 #	-	1,5 #	-	125	0,6

Afhankelijk van de lengte van de kruising kunnen grotere breedtes en hoogtes nodig zijn

[Terug naar paragraaf 5.2.3 klanteisen fauna](#)

B5D KLANTSEIS AMFIBIEËN

Soort	Natte of droge voorziening	Gebruikt tunnel of duiker	Advies breedte v/d kruising bovenlangs (m)		Advies breedte v/d kruising onderlangs (m)			Advies hoogte v/d kruising onderlangs (m)			Maximale afstand (m) tussen twee faunapassages	Advies hoogte scherm (m)
			EC	EA	T	L	OE	T	L	OE		
Alpenwatersalamander	Nat en droog	Ja	15	15	0,5-2 #	0,5	2,5	0,5-1,5 #	0,7	1,5	125	0,6
Boomkikker	Nat en droog	Onbekend	15	15	0,5-2 #	0,5	2,5	0,5-1,5 #	0,7	1,5	250	0,6
Geelbuikvuurpad	Nat en droog	Ja	15	15	0,5-2 #	0,5	2,5	0,5-1,5 #	0,7	1,5	125	0,6
Heikikker	Nat en droog	Ja	15	15	0,5-2 #	0,5	2,5	0,5-1,5 #	0,7	1,5	250	0,6
Kamsalamander	Nat en droog	Ja	15	15	0,5-2 #	0,5	2,5	0,5-1,5 #	0,7	1,5	250	0,6
Knoflookpad	Nat en droog	Onbekend	15	15	0,5-2 #	0,5	2,5	0,5-1,5 #	0,7	1,5	125	0,6
Poelkikker	Nat en droog	Onbekend	15	15	0,5-2 #	0,5	2,5	0,5-1,5 #	0,7	1,5	250	0,6
Rugstreeppad	Nat en droog	Ja	15	15	0,5-2 #	0,5	2,5	0,5-1,5 #	0,7	1,5	500	0,6
Vinpootsalamander	Nat en droog	Ja	15	15	0,5-2 #	0,5	2,5	0,5-1,5 #	0,7	1,5	125	0,6
Vroedmeesterpad	Nat en droog	Ja	15	15	0,5-2 #	0,5	2,5	0,5-1,5 #	0,7	1,5	125	0,6
Vuursalamander	Droog	Ja	15	-	0,5-2 #	-	-	0,5-1,5 #	-	-	125	0,6

Afhankelijk van de lengte van de kruising kunnen grotere breedtes en hoogtes nodig zijn

[Terug naar paragraaf 5.2.3 klantseis fauna](#)

B5E KLANTEISEN VLINDERS

Soort	Natte of droge voorziening	Gebruikt tunnel of duiker	Minimale breedte v/d kruising bovenlangs (m)	Advies breedte v/d kruising onderlangs	Advies hoogte v/d kruising onderlangs	Maximale afstand (m) tussen twee faunapassages
Aardbeivlinder	Droog	Onbekend	15	Breedte-hoogte-lengte-verhouding zodanig dat (vrijwel) geen schaduw in de onderdoorgang valt	Breedte-hoogte-lengte-verhouding zodanig dat (vrijwel) geen schaduw in de onderdoorgang valt	125
Bont dikkopje	Nat en droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Bosparemoervlinder	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Bruin dikkopje	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Bruine eikenpage	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Bruine vuurvlinder	Droog	Ja	15	Idem	Idem	125
Donker pimperlblaauwtje	Nat en droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Duinparemoervlinder	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	500
Gentiaanblaauwtje	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Grote paremoervlinder	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	500
Grote vuurvlinder	Nat en droog	Onbekend	15	Idem	Idem	500
Grote weerschijnvlinder	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	500
Heideblaauwtje	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125

[Terug naar paragraaf 5.2.3 klanteisen fauna](#)

Soort	Natte of droge voorziening	Gebruikt tunnel of duiker	Advies breedte v/d kruising bovenlangs (m)	Advies breedte v/d kruising onderlangs	Advies hoogte v/d kruising onderlangs	Maximale afstand (m) tussen twee faunapassages
Heivlinder	Droog	Ja	15	Breedte-hoogte-lengte-verhouding zodanig dat (vrijwel) geen schaduw in de onderdoorgang valt	Breedte-hoogte-lengte-verhouding zodanig dat (vrijwel) geen schaduw in de onderdoorgang valt	500
Iepenpage	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Kleine heivlinder	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	500
Kleine ijsvogelvlinder	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	500
Kommavlinder	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Pimpernelblauwtje	Nat en droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Sleedoornpage	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Spaanse vlag	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	500
Spiegeldikkopje	Nat en droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Veenbesblauwtje	Nat en droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Veenbesparelmoervlinder	Nat en droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Veenhooibeestje	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Veldparelmoervlinder	Droog	Onbekend	15	Idem	Idem	125
Zilveren maan	Nat en droog	Onbekend	15	Idem	Idem	500

[Terug naar paragraaf 5.2.3 klanteisen fauna](#)

BIJLAGE 6: BEPALEN VAN DE BESTE LOCATIE VAN EEN FAUNAVOORZIENING

Het volgende vragenlijstje kan u helpen bij het maken van een keuze voor de beste locatie van een faunavorziening:

1. **Zijn in de huidige situatie wildwissels aanwezig?**
Deze kunnen worden vastgesteld door veldcontrole, navraag bij terreinbeheerders en aan de hand van gegevens over faunaslachtoffers.
2. **Waar liggen de minst verstoorde gebieden?**
Denk hierbij aan alle vormen van menselijk gebruik en neem ook aanpassing van bijvoorbeeld recreatiepaden in overweging om minder verstoring in gebieden te krijgen.
3. **Waar liggen optimale habitats in de omgeving of is er ruimte voor ontwikkeling van deze habitats?**
Een aantal doelsoorten zal alleen van de faunavorziening gebruik maken als geschikt habitat of geleidende structuren in de directe omgeving aanwezig zijn. Is dit niet het geval dan de plek waar de afstand tot dat habitat of die geleidende structuren kort is. Tevens moet het mogelijk zijn om in het tussenliggende gebied dat habitat of die geleidende structuren te creëren, zodat een aaneengesloten verbindingroute ontstaat. Zaken als grondsoort, waterhuishouding, eigendomsrecht, aanwezigheid fysieke barrières (zoals hekken of sloten) of verstoring komen dan om de hoek kijken.
4. **Wat is de ligging ten opzichte van andere barrières en passages?**
5. **Wat is landschappelijk gezien de juiste locatie?**
Past de faunavorziening in het landschap waar de (spoor)weg of kanaal doorheen gaat? Sluit het aan op bestaande structuren? Verstoort het ruimtelijk beeld niet?
6. **Wat is de hoogteligging van de weg ten opzichte van de omgeving?**
7. **Ligt de weg op een waterkering?**
8. **Wat is de beschikbare ruimte langs de weg?**
Het is vooral van belang dat er voldoende ruimte aanwezig is voor de aanloop naar de voorziening.
9. **Wat is de samenstelling van de ondergrond en de diepte van het grondwater?**
Het benodigde type fundering werkt sterk door in de kosten. Een goede locatiekeuze kan de kosten sterk beperken.
10. **Op welke locatie is de weg het minst breed?**
Vooral de lengte van de overspanning is sterk bepalend voor de kosten. Hou ook rekening met toekomstige wegverbredingen en aanpassingen aan nieuwe veiligheidsnormen.
11. **Waar liggen nu al duikers, bruggen, viaducten etc.**
Bestaande voorzieningen/kunstwerken kunnen soms (met relatief weinig kosten) worden aangepast voor medegebruik door de beoogde soorten (zie richtlijnen per voorziening in [hoofdstuk 9](#)). Ze moeten wel voldoende dicht bij de te verbinden leefgebieden liggen.
12. **Zijn in het aangrenzende gebied ontwikkelingen gepland, zoals natuurontwikkeling, huizenbouw, ruilverkaveling, etc.?**
13. **Vindt binnenkort groot onderhoud aan infrastructuur plaats?**
De aanleg van een faunavorziening kan met groot onderhoud worden gecombineerd om kosten te besparen.

[Terug naar paragraaf 5.2.5: Richtlijnen voor landschappelijke inpassing](#)

BIJLAGE 7: OMSCHRIJVING VAN RAAKVLAKKEN (UIT HET CONTEXTDIAGRAM)

Omschrijving van de raakvlakken (uit het context diagram)		
Raakvlak met		Omschrijving
Gebruikers	Fauna	Dit is de groep gebruikers waarvoor de ecopassage wordt aangelegd. De faunavoorziening voorkomt dat dieren verongelukken op/in wegen, spoorwegen en vaarwegen en/of zorgt er voor dat ze deze ongehinderd kunnen kruisen. Er wordt onderscheid gemaakt in doelsoorten waarvoor de faunavoorziening specifiek is gemaakt en soorten die meeliften. Daarnaast kunnen ook vee en huisdieren hier onder vallen als bijvoorbeeld sprake is van medegebruik.
	Medegebruikers	In sommige gevallen is de ecopassage ook geschikt (gemaakt) voor andere gebruikers dan fauna. Bijvoorbeeld voor de omwonenden, recreanten en/of agrariërs.
	(Weg)inspecteur	De inspecteur moet in staat zijn de faunavoorziening op een aantal momenten in het jaar te controleren, evenals na calamiteiten. De faunavoorziening moet daarvoor bereikbaar zijn en de inspecteur moet dit veilig kunnen doen. Omgekeerd mag de ecopassage het inspectiewerk aan de (vaar)weg niet belemmeren.
	Onderhoudsdienst/-medewerker	De onderhoudsdienst moet de faunavoorziening makkelijk kunnen bereiken om regulier onderhoud te verrichten en calamiteiten op te lossen. Zij moeten dit kunnen doen zonder gevaar te lopen. Omgekeerd mag de ecopassage het onderhoudswerk aan de (vaar)weg niet belemmeren.
	Hulpverlener/bergingsbedrijf	Hebben geen directe relatie met de ecopassage maar de ecopassage mag hun hulp/dienstverlening niet belemmeren
	Bestuurder voer-/vaartuig	Hebben geen directe relatie met de ecopassage, maar de ecopassage mag hun veiligheid niet in gevaar brengen (bijv. geen obstructie vormen of hun aandacht niet afleiden). Omgekeerd mogen bestuurders niet in staat zijn de faunavoorziening te betreden of te beschadigen.
Voer-/vaartuig		De ecopassage mag de doorstroming van voer- en/of vaartuigen niet onnodig belemmeren/afremmen. Anderzijds moet de invloed van voer- en vaartuigen op de fauna (voorziening) worden geminimaliseerd; denk daarbij aan licht- en geluidverstooring, uitstoot gassen, golfslag en dergelijke.
Infrastructuur, kruisend		De faunavoorziening is bedoeld om het verongelukken van fauna op deze weg, spoorweg en/of vaarweg te voorkomen en/of deze zonder kleerscheuren te kruisen. Weg, spoorweg en vaarweg zijn verzamelingen voor alles dat aan deze infrastructuur is gerelateerd, zoals wegdek, rails, berm, geluidsschermen, portalen, stroomvoorziening, damwanden, verzorgingsplaats etc.
Infrastructuur in de omgeving		Infrastructuur waar de ecopassage niet direct op is gericht, maar die de toegang tot de ecopassage kan belemmeren. Weg, spoorweg en vaarweg zijn verzamelingen voor alles dat aan deze infrastructuur is gerelateerd, zoals wegdek, rails, berm, geluidsschermen, portalen, stroomvoorziening, damwanden, verzorgingsplaats etc.
Bebouwing		Bebouwing (1 enkel gebouw of een groep/woonwijk) kan het functioneren van een ecopassage belemmeren of juist positief beïnvloeden. Het laatste is bijvoorbeeld het geval als de bebouwing verblijfplaatsen biedt aan de doelsoorten van de ecopassage. De aanleg van de faunavoorziening kan schade aan gebouwen tot gevolg hebben of tot het slopen van gebouwen leiden.
Terreinen		Betreft natuur-, recreatie- en sportterreinen, stadsparken, landgoederen, land- en tuinbouwgebied, bedrijventerreinen en dergelijke. De volgende relaties met ecopassages kunnen bestaan: (1) Ruimteverlies (2) Schade/overlast tijdens de aanleg aan bedrijfsmiddelen en terreinen (3) Schade/overlast door fauna aan bedrijfsmiddelen en terreinen (5) Belemmering toegang tot de ecopassage voor fauna, inspectie, beheer en onderhoud (middels hekken, watergangen, non-habitat etc.) (6) Horizonvervuiling (7) Medegebruik (8) Hulp/taak bij het beheer van de faunavoorziening Het terrein bepaalt ook welke diersoorten te verwachten zijn en welke aanvullende maatregelen moeten worden getroffen (bijvoorbeeld de aanleg van geleidende structuren).
Kabels & leidingen (K&L)		Kabels en leidingen kunnen de aanleg van een ecopassage belemmeren of moeten worden omgelegd. De aanleg van de ecopassage kan schade aan de kabels en leidingen aanrichten. Ook de fauna zelf kan dit doen (graven). De aanwezigheid van kabels en leidingen kunnen daarentegen ook faunavoorzieningen mogelijk maken die stroom, gas, glasvezel of water nodig hebben.
Ondergrond		Het betreft de ondergrond op/in de ecopassage of de ondergrond op de locatie van of in de omgeving van de ecopassage. De ondergrond beïnvloedt (1) de geschiktheid van de ecopassages voor de doelsoorten (aantrekkelijkheid, grip), (2) de mogelijkheid om vegetatie of water vast te houden (op, in of in de omgeving van de faunavoorziening), (3) de constructie van de dragende delen van de ecopassage (hoe stevig is de ondergrond). De ondergrond kan, naast de hierboven genoemde kabels, ook objecten bevatten die de aanleg van de ecopassage belemmeren of vertragen (denk aan archeologische resten of bodemschatten).
Atmosfeer		Wind, neerslag, zonlicht enz. kunnen allemaal invloed hebben op de ecopassage. Materiaal kan verweren, wegwaaien of wegspoelen. Te veel of te weinig zonnearmte maakt een ecopassage ongeschikt voor koudbloedige dieren. Hier moet in het ontwerp rekening mee worden gehouden.
Flora/Vegetatie		Flora (waardplanten voor vlinders) en vegetatie kunnen een gewenst onderdeel van een faunavoorziening vormen, maar kunnen ook ongewenst zijn. Een voorbeeld van het laatste is vegetatie die een faunavoorziening overwoekert (wildspiegel of hekwerk), waardoor deze niet meer naar behoren functioneert. Het gaat hier ook om vegetaties in de omgeving van de ecopassage, zoals heggen en houtwallen die als geleiding naar de faunavoorziening kunnen dienen.
Waterhuishouding		Het betreft zowel grond- als oppervlaktewatersystemen op, in en in de omgeving van de ecopassage. Het gaat om de aanwezigheid hiervan en fluctuaties in waterpeil en stroomsnelheid in relatie tot de eisen die doelsoorten hieraan stellen, zowel in/op de faunavoorziening als om deze te bereiken. Het waterpeil/systeem beïnvloedt ook de vegetatie in, op en in de omgeving van de faunavoorziening en daarmee de effectiviteit van de faunavoorziening.

[Terug naar Contextdiagram \(paragraaf 5.2.2\)](#)

BIJLAGE 8: OMSCHRIJVING RICHTLIJNEN VOOR HET EVALUEREN VAN DE EFFECTIVITEIT VAN FAUNAVOORZIENINGEN

1 SELECTEER MEETBARE PRESTATIE-INDICATOREN DIE NAUW GEKOPPELD ZIJN AAN DE SMART GEFORMULEERDE DOELEN VOOR ONTSNIJPERING

Selecteer prestatie-indicatoren die het gewenste resultaat zo nauwkeurig en concreet mogelijk omschrijven en die zijn gekoppeld aan je doelstellingen. De SMART doelstellingen die conform [paragraaf 3.2.2](#) zijn opgesteld zijn leidend voor de prestatie-indicatoren voor het meten van de effectiviteit van de gerealiseerde faunavoorziening. Door aan te sluiten op de SMART doelstellingen zijn deze indicatoren effect-gestuurd, concreet en meetbaar.

Een voorbeeld: als de doelstelling een reductie van 90% van sterfte door aanrijding voor een bepaalde doelsoort is, dan is de toe te passen prestatie-indicator logischerwijs het aantal aanrijdingen. Of als de doelstelling is om minimaal 90% van het aantal verplaatsingen tussen twee populaties te herstellen, dan is het aantal verplaatsingen de toe te passen prestatie-indicator.

In bepaalde situaties kunnen er meerdere prestatie-indicatoren worden toegepast en dient er een keuze gemaakt te worden. Dit is bijvoorbeeld het geval indien het vergroten van de levensvatbaarheid van een populatie de doelstelling is. Levensvatbaarheid kan niet direct in het veld worden gemeten. De meest informatieve indicator in dit perspectief is het volgen van een trend over langere tijd met betrekking tot de omvang of dichtheid van een populatie. Een voorbeeld: indien verbindende maatregelen de populatie-effecten rond een bestaande weg succesvol mitigeren, zou er naar verwachting een toename in de populatie-omvang te zien zijn. Echter als het niet mogelijk is om een inschatting te maken van de omvang en/of de ontwikkeling van de populatie, kunnen andere indicatoren worden toegepast zoals het aantal aanrijdingen, geslachtsverdeling, reproductief succes, leeftijdsopbouw, verplaatsingen tussen populaties, genetische differentiatie of genetische variatie binnen een populatie. Hoe dan ook, conclusies rondom mitigatie-effecten zijn lastiger te trekken zodra de te meten indicatoren minder direct verwant zijn aan de levensvatbaarheid van een populatie.

2 VERZAMEL GEGEVENS WAARAAN DE METINGEN KUNNEN WORDEN AFGESPIEGELD

Zorg in je monitoring voor referenties waaraan je de uitkomsten van je metingen kan afspiegelen. Een referentiewaarde heeft betrekking op een (wenselijke) situatie waaraan je de uitkomsten van je metingen kunt spiegelen om te bepalen of de doelen worden bereikt. Referentiewaarden hebben bijvoorbeeld betrekking op:

- **De basiscondities van de betreffende locatie als wenselijke referentiewaarde.** De lokale situatie (met de aantallen, samenstelling en of het gedrag van de doelsoorten) voordat de betreffende faunavoorziening is getroffen.
- **Een standaard referentiewaarde als richtlijn.** Dit kan onder meer betrekking hebben op cijfers van andere locaties waar een vergelijkbare situatie zich voordoet, gegenereerde standaarden vanuit theoretische (simulatie)modellen omtrent aanwezigheid en gedrag van fauna of bepaalde grenswaarden en eisen die worden voorgeschreven vanuit wetgeving of beleid (lokaal, landelijk of Europees).

Als input voor referentiewaarden dienen referentiegegevens verzameld te worden. Als bijvoorbeeld het reduceren van sterfte door aanrijding het doel is, dienen er gegevens verzameld te worden over het aantal aanrijdingen van de doelsoort op die locatie voordat de faunavoorziening is aangelegd. Of (als er geen lokale referentiegegevens beschikbaar zijn) kunnen er parallel, zowel op de locatie van de getroffen faunavoorziening als op een vergelijkbare locatie zonder faunavoorziening, metingen worden gedaan naar het aantal aanrijdingen om het effect van de faunavoorziening te refereren aan een vergelijkbare situatie zonder faunavoorziening.

Een ander voorbeeld: als het herstellen van het aantal verplaatsingen tussen de gebieden aan weerszijden van een weg het doel is, zonder dat er lokale referentiegegevens van voor de aanleg van die weg beschikbaar zijn, kunnen cijfers omtrent de verplaatsingen van de soort op een andere locatie waar geen infrastructuur aanwezig is als referentiewaarde worden toegepast.

3 MEET CONFORM DE BACI-METHODE (BEFORE-AFTER-CONTROL-IMPACT), DUS VOOR EN NA DE AANLEG VAN DE FAUNAVOORZIENING EN MET BEHULP VAN GELIJKTJDIGE METINGEN OP EEN OF MEER CONTROLEPLEKKEN

Kies voor de monitoring de studieopzet Before-After-Control-Impact (BACI). Zoals in het vorige punt al omschreven worden er in de optimale monitoringsmethode tweeledig gegevens verzameld:

- De situatie voordat de betreffende infrastructuur is aangelegd en de situatie daarna op dezelfde locatie.
- Op de locatie waar een faunavoorziening is aangelegd en daarnaast op een vergelijkbare locatie waar geen mitigerende maatregelen zijn getroffen.

Door gegevens op zowel de locatie van de getroffen voorziening als op een controlelocatie te verzamelen en te vergelijken, zijn de effecten die optreden beter te linken aan de getroffen maatregelen en kan gecorrigeerd worden voor eventuele andere factoren die een rol spelen. Bijvoorbeeld: een hekwerk kan het aantal aanrijdingen reduceren maar een vastgestelde daling van het aantal aanrijdingen kan ook door andere factoren worden veroorzaakt, zoals een daling in de populatiedichtheid of een toename van het aanwezige verkeer. Metingen op een of meer vergelijkbare controlelocaties kunnen dergelijke zaken uitsluiten.

Potentiële controlelocaties moeten zo veel mogelijk overeenkomen met de locatie van de getroffen maatregelen. Het is niet altijd eenvoudig om een representatieve controlelocatie te vinden met dezelfde karakteristieken. Indien er geen controlelocatie beschikbaar is, is de monitoring beperkt tot de BA-methode (dus het meten van de situatie voor en na de aanleg van de infrastructuur en/of de faunavoorziening). Hoewel de uitkomsten minder degelijk zijn dan bij de volledige BACI-methode, kan het nog steeds bruikbare inzichten opleveren. Dit is zeker het geval indien er naast de gemeten effecten rond de faunavoorzieningen ook verklarende variabelen zijn gemeten die van invloed kunnen zijn op de gemeten effecten (zie [richtlijn 8](#)). Bijvoorbeeld: als er bij metingen omtrent de populatiedichtheid is gebleken dat deze stabiel is gebleven, kan al worden uitgesloten dat de populatiedichtheid van invloed is geweest op een gemeten daling in het aantal aanrijdingen.

4 SELECTEER EEN MEETMETHODE DIE IS AFGESTEMD OP DE PRESTATIE-INDICATOREN EN DE DOELSOORT

Selecteer de meest accurate, efficiënte en informatieve meetmethode voor het verzamelen van je gegevens. De meest geschikte meetmethode is afhankelijk van de gekozen prestatie-indicatoren (zie stap 1, paragraaf 2.2) en de doelsoorten. Indien er meerdere methoden beschikbaar zijn voor het verzamelen van je gegevens, is het van belang om de meest accurate, efficiënte en informatieve methode voor jouw doelsoort en prestatie-indicatoren te selecteren (zie ook punt 5). Cameravallen leveren bijvoorbeeld over het algemeen betere en meer bruikbare resultaten op dan het plaatsen van een sporenbed bij het vastleggen van de mate waarin grotere zoogdieren een verbinding (tunnel of ecoduct) gebruiken. Cameravallen leveren niet alleen informatie over de soort en de bewegingsrichting, maar ook over zaken als het moment van kruisen, weersomstandigheden en afhankelijk van de soort ook over geslacht, leeftijdscategorie, gedrag ter plaatse en unieke eigenschappen van het dier zelf. Daarbij zijn cameravallen efficiënter doordat er minder manuren nodig zijn en de camera's 24 uur per dag operationeel zijn.

Indien er meerdere doelsoorten zijn, wordt aanbevolen om een meetmethode toe te passen die meerdere soorten tegelijk kan meten. Zo kan met dezelfde inzet en kosten meer informatie worden verzameld. Het consequent gebruiken van dezelfde meetmethoden en inzet van dezelfde medewerkers is van belang om verschillen in metingen te voorkomen en de resultaten van verschillende metingen met elkaar te kunnen vergelijken.

Onderstaande tabel, gebaseerd op de tabel 2.1 van de publicatie [Guidelines for evaluating the performance of road mitigation](#)

[measures \(Van der Grift et al. 2015\)](#), geeft inzicht in potentieel geschikte meetmethoden voor het verzamelen van gegevens, afhankelijk van de prestatie-indicatoren.

Prestatie-indicatoren	Potentiële meetmethoden
Veiligheid verkeer/mensen	
Aantal gewonden en sterftegevallen in het verkeer door botsingen met of door het ontwijken van fauna	Statistieken ongelukken, politierapporten, vragenlijst
Verzekeringsgelden besteed aan materiële en immateriële schade door botsingen met of door het ontwijken van fauna	Statistieken/cijfers verzekerings-maatschappijen, vragenlijst
Aantal ziekenhuisopnamen door botsingen met of door het ontwijken van fauna	Statistieken ongelukken, politierapporten, vragenlijst
Aantal botsingen met diersoorten die in potentie een gevaar vormen voor de (verkeers-)veiligheid, ongeacht of het resulteert in sterfte of verwondingen van mensen	Politierapporten, jacht/jagersrapporten, verkeersonderzoek
Dierenwelzijn	
Aantal dieren dat sterft of gewond raakt tijdens het kruisen van wegen/ infrastructuur	Verkeersonderzoek, politierapporten, jacht/jagersrapporten , onderzoek/rapportages fauna
Aantal dieren dat sterft of in gezondheid achteruitgaat doordat benodigde voedselbronnen onbereikbaar zijn als gevolg van de infrastructuur	Veldonderzoek, faunabemonstering, jacht, levend vangen van dieren
Behoud van diersoorten	
Ontwikkeling in omvang en dichtheid van soorten	Vangen en markeren, tellen van passerende dieren, sporenonderzoek, foto-/videocamera's, trackingsensoren
Aantal dieren dat sterft	Verkeersonderzoek, radio-tracking, statistieken aanrijdingen
Reproductiesucces	Tellen van eieren, jongen, nesten, etc.
Leeftijdsopbouw	Dieren vangen, directe observatie
Verdeling geslacht	Dieren vangen, directe observatie
Verplaatsing tussen populaties	Vangen en markeren, radio-tracking, directe observatie, sporenonderzoek
Genetische differentiatie	Vangen en invasief DNA afnemen, niet-invasieve DNA verzamelen zoals haren, huid- of geweiresten en uitwerpselen
Genetische variatie	Vangen en invasief DNA afnemen, niet-invasieve DNA verzamelen zoals haren, huid- of geweiresten en uitwerpselen

De onderstaande tabel, gebaseerd op de tabel 2.2 van de publicatie [Guidelines for evaluating the performance of road mitigation measures \(Van der Grift et al. 2015\)](#), geeft inzicht in de geschiktheid van regulier toegepaste meetmethoden en instrumenten voor het verzamelen van gegevens omtrent het effect van faunavoorzieningen per soortgroep.

- ** is zeer geschikt
 * is geschikt
 0 kan soortgroepen registreren maar kan soorten niet identificeren
 - is niet geschikt
 ? geschiktheid is onbekend

Meetmethode /instrumenten	Soortgroep								
	Grote zoogdieren	Middelgrote zoogdieren	Kleine zoogdieren	Vleermuizen	Vogels	Reptielen	Amfibieën	Grondgebonden insecten en ongewervelden	Vliegende insecten en ongewervelden
Sporenbed (grof zand)	**	**	0/-	-	-	0/- ¹	-	-	-
Sporenbed (fijn zand)	**	**	0	-	-	0	0	-	-
Sporenbed (inktplaat)	-	**	0	-	-	0	0	-	-
Sneeuwsporen	*	*	-	-	-	-	-	-	-
Cameraval (foto//video)	**	**	*/-	-	?	?	*	-	-
Infrarood tellers	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Kunstmatige schuilplekken	-	-	*	-	-	**	**	*	-
Akoestische monitoring (vleermuislogger, vogelzang recorder)	-	-	-	**	-	-	-	**	**
Directe observatie (visueel of akoestisch)	-	-	-	*	-	**	**	**	**
Sporenonderzoek (o.a. uitwerpselen, prooi-resten, nesten)	*	*	*	-	**	-	-	*	*
Haarval – identificatie van haren	*	*	*	-	*	-	-	-	-
Haarval – DNA analyse	*	*	*	-	-	-	-	-	-
Vangen-merken-terugvangen	-	*/- ²	**	-	-	**	**	**	**
Vangen-merken-monitoren (bijv. transponder, oormerk)	*	*	*	-	-	*	*	*/- ²	*/- ²
Vangen-volgen (bijv. telemetrie)	*	*	-	*	-	*/- ²	*/- ²	-	-
Vangen-vrijlaten (bijv. inloopvallen, bodemvallen, mistnet)	-	-	**	**	-	*	**	**	**
Vangen-doden (bijv. bodemvallen)	-	-	-	-	-	-	-	**	*

¹ Geen registratie van specifieke soorten en enkel geschikt voor enkele specifieke soorten binnen de groep

² Alleen geschikt voor enkele specifieke soorten binnen de groep

³ Indien toegepast in kleine tunnels

5 KIES EEN PASSENDE SCHAAL VOOR HET GEBIED WAARBINNEN DE GEGEVENS WORDEN VERZAMELD

Hanteer een passende schaal/omvang van het gebied waarbinnen de gegevens tijdens de monitoring worden verzameld. De omvang van het gebied waarbinnen de gegevens verzameld worden, moet overeenkomen met:

- Het gebied dat wordt beïnvloed door de betreffende infrastructuur.
- Het gebied waarbinnen de prestatie-indicatoren tot uiting komen.

Bijvoorbeeld: het aantal aanrijdingen met dieren moet worden gemeten op de betreffende (spoor)weg zelf, maar ook op de kruisende en aangrenzende wegen die mogelijk direct of indirect worden beïnvloed door de getroffen maatregel.

De barrièrewerking voor populaties dient normaal gesproken over een groter gebied rondom de betreffende (spoor)weg te worden gemeten. Bij weinig-mobiele soorten met een beperkt leefgebied kunnen de metingen binnen een kleiner gebied plaatsvinden dan bij mobiele soorten met een groot leefgebied.

De ruimtelijke schaal van metingen is daarnaast erg afhankelijk van de lokale situatie. Zo zijn onder meer aspecten zoals de topografie, het landgebruik en de aanwezige typen habitat van invloed op de afbakening van het studiegebied. Voor het kiezen van een juiste ruimtelijke schaal zijn dus voldoende basisgegevens over de betreffende locatie van groot belang.

6 STEM HET MOMENT VAN GEGEVENS VERZAMELEN AF OP DE LEVENSCYCLI VAN DE DOELSOORT EN HET MOMENT VAN VERWACHT EFFECT

Het moment waarop gegevens worden verzameld moet direct gebaseerd zijn op de doelstellingen, de levenscycli van de doelsoort en het verwachte moment van optreden van een effect. Bijvoorbeeld: als het doel is om de toegang tot een seizoensgebonden leefgebied voor een soort te herstellen (bijvoorbeeld voor het broeden of de winterslaap), dienen de metingen enkel plaats te vinden in de perioden waarin de seizoenmigratie naar het betreffende gebied plaatsvindt.

De levenscyclus van een doelsoort kan het moment van meten beïnvloeden, bijvoorbeeld door tijdelijke aanwezigheid in het gebied in geval van trekkende soorten of door tijdelijke inactiviteit van soorten, zoals soorten die in winterrust of winterslaap gaan. Het verzamelen van de gegevens dient plaats te vinden gedurende de hele periode waarbinnen de betreffende prestatie-indicator relevant is. Er kan bewust voor worden gekozen om enkel in een deel van de betreffende periode te meten, bijvoorbeeld als de beschikbare middelen beperkt zijn. Hoe dan ook, de meeste soorten laten verschillende patronen van activiteit en beweging zien door het jaar heen. Hierdoor kan een kortere meetperiode resulteren in minder betrouwbare resultaten. De waarden van prestatie-indicatoren worden hiermee mogelijk onder- of overschat of er wordt een doelsoort in zijn geheel over het hoofd gezien.

Het verzamelen van gegevens nadat de faunavoorziening is gerealiseerd dient niet te starten voordat effect van de maatregel wordt verwacht. In de meeste gevallen is het effect van een voorziening snel na de realisatie merkbaar. Zo zou het effect van bijvoorbeeld rasters die aanrijdingen dienen te voorkomen direct merkbaar moeten zijn. Echter, in bepaalde gevallen kan het even duren voordat het effect van de maatregel merkbaar is. Bijvoorbeeld: dieren die beschutting nodig hebben maken pas gebruik van een ecoduct zodra de (geleidende) vegetatie rond de voorziening is gegroeid en deze voldoende beschutting biedt. Andere soorten zijn mogelijk minder afhankelijk van deze vegetatie maar hebben tijd nodig om te wennen aan de nieuwe verbinding of dienen het ecoduct nog te vinden. Het kan tot slot voorkomen dat een geselecteerde prestatie-indicator het onmogelijk maakt om direct de benodigde gegevens te verzamelen. Dit is bijvoorbeeld het geval indien er genetische indicatoren worden ingezet voor het evalueren van de effecten. Er gaat immers enige tijd overheen voordat een toename in uitwisseling van dieren tussen leefgebieden aan weerszijden van de infrastructuur af te lezen is in het genetisch profiel van de populaties.

7 STEM DE TIJDSDUUR VAN DE MONITORING AF OP DE PRESTATIE-INDICATOR EN DE TIJD DIE NODIG IS OM HARDE CONCLUSIES TE KUNNEN TREKKEN

De duur van de monitoring moet de mogelijkheid bieden om genoeg gegevens te verzamelen voor een goede statistische analyse of er sprake is van een effect van de faunavoorziening of niet. De tijdsduur van het verzamelen van gegevens is gerelateerd aan de geselecteerde prestatie-indicator en de karakteristieken van de doelsoort. Bijvoorbeeld: bij een doelsoort met een lage reproductiesnelheid en een lange levensduur is meer tijd nodig om een verandering in de populatiedichtheid te kunnen meten dan bij soorten met een hoge reproductiesnelheid en een korte levensduur.

De tijdsduur van de monitoring is ook afhankelijk van het aantal verwachte datapunten (de momenten waarop er iets gemeten wordt of data verzameld wordt) binnen een jaar. Bijvoorbeeld: als het aantal sterfgevallen voorafgaand aan de realisatie van een faunavoorziening al laag was, zal het meer tijd in beslag nemen om het effect van de maatregel, zoals een percentuele afname van het aantal sterfgevallen, te kunnen vaststellen. Zelfs als er veel gegevens binnen een jaar worden verzameld, is het aan te bevelen om over meerdere jaren te meten omdat bepaalde indicatoren per jaar aanzienlijk andere cijfers kunnen laten zien. De urgentie om over meerdere jaren gegevens te verzamelen neemt toe als er sprake is van één of meerdere verklarende variabelen waarvan bekend is dat deze per jaar aanzienlijk kunnen verschillen, zoals bijvoorbeeld de populatiegrootte van een snel reproducterende doelsoort.

Het is aan te bevelen om voorafgaand aan de monitoring een zogenoemde ‘poweranalyse’ uit te voeren, dus een statistische analyse vooraf om de juiste duur van de monitoring te bepalen, afzonderlijk voor iedere specifieke prestatie-indicator, gebaseerd op de verwachte grootte van het effect (aantal datapunten) en gewenste omvang van verzamelde gegevens.

8 PAS DE JUISTE MEETFREQUENTIE TOE VOOR BETROUWBARE SCHATTINGEN VAN DE PRESTATIE-INDICATOR

De frequentie van meten moet ervoor zorgen dat er voldoende nauwkeurige schattingen gemaakt kunnen worden van de prestatie-indicator. Bijvoorbeeld: in de meeste gevallen zal het één keer per maand meten van het aantal aanrijdingen over het algemeen niet leiden tot een voldoende betrouwbare inschatting wat betreft het gemiddeld aantal aanrijdingen in een jaar. Daarvoor zijn dagelijkse tellingen van het aantal aanrijdingen meer geschikt. Daarnaast kan ook de gekozen meetmethode voorwaarden stellen aan de meetfrequentie: een inschatting van het aantal verplaatsingen tussen twee populaties op basis van tellingen van pootafdrukken in sporenbedden zal betrouwbaarder zijn indien de bedden dagelijks in plaats van wekelijks worden onderzocht.

9 MEET OOK VERKLARENDE VARIABELEN DIE VAN INVLOED ZIJN OP HET MITIGATIE-EFFECT VAN DE FAUNAVOORZIENING

Naast de prestatie-indicatoren is het aan te bevelen om ook variabelen te meten die van invloed kunnen zijn op de effecten van de faunavoorzieningen. Hiermee wordt er beter controle gehouden op de meetresultaten en helpt dit bij de interpretatie van de resultaten. Zeker indien er geen metingen op controlelocaties worden uitgevoerd helpt het om verklarende factoren mee te nemen in de monitoring, zodat nauwkeuriger kan worden vastgesteld wat het effect van de faunavoorziening is dan wel van andere factoren.

Het is aan te bevelen om ruimtelijke en/of tijdelijke variabelen te documenteren. Afhankelijk van de doelsoort/ prestatie-indicator kan dit betrekking hebben op:

- Kenmerken van de betreffende infrastructuur zoals afmetingen, hoogte/diepte ligging, type verharding, aanwezige verlichting, hekwerken, geluidsschermen, de (midden)berm, etc.
- Kenmerken van het aanwezige verkeer zoals intensiteit, snelheid, type voer-/vaartuigen, etc.
- Kenmerken van de faunavoorziening zoals het ontwerp, de afmetingen, materiaalgebruik, onderhoudsfrequentie, medegebruikers, etc.
- Kenmerken van het omliggende landschap zoals hoogteligging, topografie, landgebruik, type ondergrond, aanwezige vegetatie, waterpartijen, etc.
- Weeromstandigheden zoals temperatuur, bewolking, neerslag, windkracht, etc.

10 ZORG ERVOOR DAT MONITORINGSRAPPORTEN EN DE ONDERLIGGENDE GEGEVENS WIJD VERSPREID EN OPENBAAR TOEGANKELIJK ZIJN

Evaluaties van de effectiviteit van faunavoorzieningen, gebaseerd op goed opgezette en uitgevoerde studies, resulteren in een uitbreiding van onze kennis en stellen ons in staat om in toekomstige projecten betere keuzes te maken en faunavoorzieningen te optimaliseren. Het monitoren van faunavoorzieningen wordt door veel organisaties en overheden nog als optioneel (niet noodzakelijk) gezien, waardoor er nog veel kennis over de effectiviteit van faunavoorzieningen ontbreekt. Onder meer met behulp van deze leidraad is het streven om monitoring een vast en routinematig onderdeel te laten zijn in het proces.

Om ervoor te zorgen dat monitoringsstudies daadwerkelijk benut worden en dat organisaties van elkaar leren omtrent effectieve mitigatiemaatregelen, is het van belang om monitoringsrapportages openbaar, gemakkelijk vindbaar en toegankelijk te maken. Daarbij zouden er nieuwe methoden voor het rapporteren en delen van monitoringsstudies moeten worden ontwikkeld. Zo is het in zijn algemeenheid aan te bevelen om een standaard protocol te ontwikkelen voor het archiveren van data vanuit verschillende monitoringsstudies (inclusief de relevante metadata). Monitoringsgegevens dienen niet enkel te worden behouden voor de uitvoerende partijen in het project, maar dienen publiek toegankelijk te zijn ten behoeve van onafhankelijk onderzoek en meta-analyses in een later stadium. Wetenschappelijke publicatie van resultaten en data kan ook de brede beschikbaarheid borgen. Het kan helpen monitoring vast op te nemen als onderdeel van uitvoeringscontracten (naast ontwerp, realisatie en beheer en onderhoud). Hier zijn echter wel enkele kritische kanttekeningen bij te maken:

1. Doordat de monitoring (lang) voor de bouw moet beginnen ten behoeve van een nulmeting, is men bij de aanbesteding van een realisatiecontract al te laat om op tijd met de eerste metingen te kunnen starten.
2. Hier bestaat het risico van de slager die zijn eigen vlees keurt. Het is niet altijd handig om de ontwerper/uitvoerder zijn eigen werk te laten monitoren. In de praktijk kan het gebeuren dat niet de beste/nodige monitoring gedaan wordt en de kwaliteit van de monitoring wordt beïnvloed door wat men er (aan budget) voor over heeft.

[Terug naar paragraaf 8.2.2 Monitoren en evalueren functionaliteit faunavoorzieningen](#)

COLOFON

Smulders, P.B. (Kragten B.V.), Wansink, D.E.H. (Bureau Waardenburg B.V.), Van der Grift, E. (Wageningen University & Research), Nouwens, L. (Kragten B.V.), Hofland, A.C. (Rijkswaterstaat), 2021. Leidraad Faunavoorzieningen bij Infrastructuur. Rijkswaterstaat, Dienst Water, Verkeer en Leefomgeving, Utrecht.

OPDRACHTGEVER

Rijkswaterstaat,
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Dienst Water, Verkeer en Leefomgeving
Postbus 2232
3526LA Utrecht
Tel: 088 7971111
Website: www.mjpo.nl
Projectbegeleider: Adam Hofland



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

OPDRACHTNEMER

Kragten B.V.
Postbus 14
6040 AA Roermond
Tel: 088 3366333
Email: info@kragten.nl
Website: www.kragten.nl
Contactpersonen:
- Linde Nouwens
- Peter Smulders



PROJECTTEAM KRAGTEN B.V.

De volgende personen maakte deel uit van het projectteam dat door Kragten B.V. is samengesteld voor het herzien van de Leidraad Faunavoorzieningen bij Infrastructuur:

Linde Nouwens, Peter Smulders, Peter van den Akker, Harry van Duijnhoven, Karin Sloove, Roy Janssen, Dennis Wansink (Bureau Waardenburg B.V.) en Edgar van der Grift (Wageningen Environmental Research).

WERKGROEP RIJKSWATERSTAAT

De volgende personen maakte deel uit van de werkgroep die door Rijkswaterstaat is samengesteld voor het begeleiden van de totstandkoming van de Leidraad:

Adam Hofland, Victor Loehr, Maikel Aragon van den Broeke, Claudia Rodrigues, Sergé Bogaerts, Johan de Bijl, Ellen Boontje (ProRail), Nico Jonker (Provincie Noord-Holland) en Thijs Buurman (Provincie Gelderland).

BIJDRAGEN DERDEN: DEELNAME AAN INTERVIEWS EN WERKSESSIES EN AANLEVEREN VAN INFORMATIE

De volgende personen hebben hun bijdrage geleverd aan de totstandkoming van de leidraad door deel te nemen aan één of beide werksessie, door deel te nemen aan een interview of door op afstand (per mail) input te leveren:

Mark van Heukelum (OAK Consultants), Pascal Peterman (EcoGroen), Harry van der Zijden (Heijmans), Bas Bakker (Boskalis), Arthur Ebregt (Kroondomein Het Loo), Marleen Moelants (Agentschap Wegen en Verkeer, Vlaanderen), Kamiel Spoelstra (NIOO-KNAW), Derk van der Velden (Goois Natuurreservaat), Margriet Krijn (Altenburg & Wymenga), Jeroen Demmer (Dura Vermeer), Jorna Arisz (Provincie Overijssel), Monique Mastenbroek (Rijkswaterstaat), Jur Hoefakker (Provincie Noord-Holland), Margreet Zwols (Provincie Noord-Brabant), Gert Hamberg (Traffic2000 B.V.), Katja Claus (Department Omgeving, Vlaanderen), Jeannet Rijk (Provincie Zeeland), Jeff Diks (RoRail), Gideon Vreeman (Gemeente Utrecht), Peter-Jan Keizer (Rijkswaterstaat), Rien Veldsink (Movares), Erik van der Woude (Movares), Pierre Salden (Kragten), Arno Damen (Kragten).

De bovengenoemde personen hebben een groot deel van de afbeeldingen en foto's aangeleverd. De afbeeldingen en foto's in dit document zijn eigendom van Rijkswaterstaat tenzij anders vermeld. De bron staat dan onder de betreffende foto of afbeelding genoemd.

TREFWOORDEN

Leidraad, faunavoorziening, infrastructuur, ontsnippering, versnippering, richtlijnen, Meerjarenprogramma Ontsnippering (MJPO), faunapassages.

LAY-OUT PDF-DOCUMENT

Jerom Schulte, Studio Schulte. www.studioschulte.nl

BESTELINFORMATIE

De Leidraad Faunavoorzieningen bij Infrastructuur is te downloaden vanaf de website www.ontsnippering.nl.

Download locatie: [Bibliotheek- Ontsnippering](#)

DRUK

1e druk, juli 2021. Alleen digitaal als PDF-document beschikbaar.

Raadpleeg de website www.ontsnippering.nl voor actuele updates en het downloaden van de meest recente versie van deze leidraad.

SAMENVATTING

De leidraad faunavoorzieningen is bedoeld voor medewerkers van alle organisaties die betrokken zijn bij het ontwerp, de aanleg en het beheer en onderhoud van infrastructuur en de ontsnippering die hiermee samenhangt. Met de nieuwe leidraad willen we bereiken dat bij de planvorming, het ontwerp, de aanleg en het beheer en onderhoud van infrastructuur altijd de juiste overweging wordt gemaakt voor het treffen van de juiste faunavoorzieningen die effectief zijn en daadwerkelijk bijdragen aan het integraal oplossen van het versnipperingsvraagstuk.

De leidraad behandelt het hele proces met alle projectfasen voor het treffen van de juiste faunavoorzieningen. De leidraad biedt handvatten om te komen tot goed functionerende faunavoorzieningen op basis van een duidelijke probleemomschrijving en vastgestelde ambities. Naast de juiste ontwerpkeuzes en positionering zijn de aanleg, het beheer en onderhoud van de constructies en de toetsing/ monitoring (van het functioneren van de faunavoorziening) hierbij essentiële onderdelen.

Het eerste deel van de leidraad (hoofdstuk 2 t/m 8) behandelt alle te door lopen processtappen om de komen tot de juiste faunavoorzieningen: van de initiatieffase via ontwerp en realisatie tot uiteindelijk beheer onderhoud en monitoring. Het laatste deel (hoofdstuk 9) omvat specifieke richtlijnen per faunavoorziening: voor de nadere uitwerking maar ook voor inspectie en onderhoud. Met een systeem van wetenschappelijk waarden is er een eerste aanzet gemaakt om inzichtelijk te maken in hoeverre de effectiviteit en het gebruik van de betreffende faunavoorziening vanuit onderzoek is aangetoond.

Rijkswaterstaat, Kragten B.V, Bureau Waardenburg B.V. en alle andere participanten die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben de opgenomen gegevens zorgvuldig verzameld naar de laatste stand van wetenschap en techniek. Desondanks kunnen er onjuistheden in deze publicatie voorkomen. Het Rijk sluit, mede ten behoeve van degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die uit het gebruik van de hierin opgenomen gegevens mocht voortvloeien.

Dit is een uitgave van
Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
juli 2021.

www.rijkswaterstaat.nl

0800-8002